

ISSN 0004-4822

Asociación Geológica Argentina

REVISTA



Tomo XXXVIII - N^{os.} 3-4

Julio - Diciembre

Buenos Aires 1983

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

(Miembro de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas IUGS)

COMISION DIRECTIVA (1983 - 1985)

Presidente: DR. FRANCISCO E. NULLO; *Vicepresidente:* DR. CARLOS A. CINGOLANI;
Secretario: LIC. EDUARDO ESPISÚA; *Tesorero:* LIC. GUILLERMO E. TURAZZINI; *Vocales titulares:* LIC. ROBERTO N. PAGE, LIC. GABRIEL PANDO, DR. MARIO MAZZONI; *Vocales Suplentes:* LIC. RAÚL DE BARRIO, LIC. MARCOS MOZETIC, LIC. OSCAR LÓPEZ GAMUNDI

REVISTAS Y PUBLICACIONES

Director: DR. VÍCTOR A. RAMOS

Coordinadores: LIC. GRACIELA MARÍN, LIC. JULIO LAGE

COMITE EDITORIAL

ING. VICTORIO ANGELELLI, DR. HORACIO H. CAMACHO, DR. ROBERTO CAMINOS, DR. GUALTER A. CHEBLI, DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO, DR. EMILIO GONZÁLEZ DÍAZ, DR. CARLOS GORDILLO, DR. ENRIQUE LINARES, DR. NORBERTO MALUMIÁN, DR. FRANCISCO NULLO, DR. MARIO TERUGGI y DR. MARCELO R. YRIGOYEN

DELEGADOS EN EL INTERIOR

Bahía Blanca: Dra. Graciela Mas, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca.
Catamarca: Dr. Gustavo A. Toselli, Casilla de Correo 189, 4700 Catamarca.
Comodoro Rivadavia: Dr. Gerardo Petrarca, Casa 8287, Bº S. Martín este, 9000 C. Rivadavia.
Córdoba: Alberto A. Gigena, Hipólito Irigoyen 401, 5000 Córdoba.
Jujuy: José Andrés Alcalde, Dinamarca 1043, 4600 Jujuy.
La Rioja: Dra. Ana Prieri de Vega, C. C. 1538, Plan La Rioja, 5300 La Rioja.
La Plata: Lic. Daniel Poire, Museo de La Plata, Paseo del Bosque, 1900 La Plata.
Mar del Plata: Lic. José L. Cionchi, Centro de Geología de Costas, Tucumán 2473, 7600 Mar del Plata.
Mendoza: Lic. J. C. Zanettini, Cent. de Exp. Minera I, Allaymé y G. Cruz, 5519 S. José.
Mendoza: Lic. R. Pombo, Distrito Geol. Explor. YPF, Salta 672, Godoy Cruz, 5501 Mendoza.
Mina Aguilar: Pablo Dicinidio, Dpto. de Geología, 4634 Mina Aguilar, Jujuy.
Neuquén: Lic. Carlos Gulisano, Comisión Geológica Nº 1, C.C. 25, 8300 Neuquén.
Paraná: Lic. Juan C. Bertolini, Corrientes 476, 3100 Paraná, Entre Ríos.
Plaza Huincul: Geol. Marta Franchini de Giusiano, Campamento Uno, 8318 P. Huincul.
Río Cuarto: Lic. Mario Cantú, Univ. Nac. de Río Cuarto, Est. Nº 9, 5800 Río Cuarto.
Río Gallegos: Dr. Adolfo Fadrique, Casilla de Correo 246, 9400 Río Gallegos.
Río Turbio: Lic. Oscar R. Cabrera, 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: Ana María Esparza de Serrallonga, Av. del Libertador 1106, Oeste, 5400 San Juan.
San Luis: Dr. Jorge Raúl Fernández Tasende, C.C. 294, 5700 San Luis.
Santa Fe: Dra. Ofelia Tujehneider, Juan de Garay 2912, 3000 Santa Fe.
Santa Rosa: Lic. Carlos J. 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 (Satta): Lic. Juan C. Elissonde, Dist. Geol. YPF, 4562 Vespucio.
Zapala: Lic. Mario Omar Gingins, Casilla de Correo 101, 8340 Zapala, Neuquén.

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).
Bridas S.A.P.I.C.: Lic. Marcos Mozetic, Av. Leandro N. Alem 1180 (1001).
CIRGEO: Dr. Juan P. Spikerman, Ramírez de Velasco 839 (1414).
Comisión Nacional de Energía Atómica: Lic. Oscar Elena, Libertador 8250 (1429).
Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (F.A.): Dr. Jorge 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 Hidráulicas: Lic. Graciela S. Felici, Casilla de Correo 9, Ezeiza, Prov. de 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. Luis E. Fauque, Avda. Santa Fe 1548 (1060).
Yacimientos Carboníferos Fiscales: Dr. Federico Bergmann, Diag. R. Sáenz Peña 1190 (1110).
Yacimientos Petrolíferos Fiscales: Lic. Raúl V. Marinelli, Diagonal Norte 777 (1364).

DELEGADOS EN EL EXTERIOR

Brasil: Dra. Norma M. de Melo Da Costa, Lamin, Secao de Bioestratigrafia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM, Av. Pasteur 401 - Praia Vermelha 20000, Río de Janeiro.
Dr. I. de Madeiros Tinoco, Escola de Geologia, Universidad Federal de Pernambuco, Recife. Caixa Postal 2492.
Dr. Oscar Róster, 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.

LOS VERTISOLES DE LA LOCALIDAD DE SAUCELITO, PROVINCIA DE SALTA

JORGE J. MARCUZZI

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo realizar un estudio genético de los minerales presentes en la fracción arcilla (-2μ), correspondientes a los horizontes C1 y IIC2 de ocho perfiles de suelos, utilizando Difractometría de Rayos-X. Estos suelos son conocidos como unidad cartográfica con el nombre de "Serie Saucelito".

Como la mineralogía de las arcillas varía con respecto a la profundidad, la investigación fue completada con análisis químicos de SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 , y la determinación de parámetros físico-químicos, necesarios para la caracterización de los suelos.

De los datos obtenidos se comprueba una íntima relación entre los minerales arcillosos presentes y los parámetros físico-químicos resultantes. Por último se clasifica taxonómicamente a los suelos hasta el nivel de Familia, según el esquema de Soil Taxonomy y hasta el segundo nivel según el esquema de F.A.O.

Introducción

El presente trabajo surge, como parte previa de la evaluación de técnicas del Proyecto 02 "Estudio Mineralógico de los Suelos de NOA, Salta-Jujuy", que viene desarrollando la Cátedra de Petrología I de la Universidad Nacional de Salta, con el aval del Consejo de Investigación de esa casa de estudios.

La importancia del estudio de los suelos Vertisoles surge de su considerable distribución a nivel mundial, presentando características variadas desde el punto de vista genético o práctico (Agrícola-Ingenieril). En la Alta Cuenca del Río Bermejo, estos suelos se presentan como una anomalía dentro del conjunto pedológico; de ahí la importancia de su estudio.

Los suelos estudiados fueron definidos como Unidad Cartográfica, a nivel de levantamiento, con el nombre de Serie Saucelito, según el estudio "Argentina-Bolivia, O.E.A.,

Abstract

The objective of the present paper is to establish a genetic study of the mineral in the clay fraction (-2μ) into C1 and IIC2 horizon of eight soil profiles; using X-Ray Difractometry. This soils are classified as Vertisols (F.A.O.-UNESCO) and its are known as cartographic unit under the name of "Serie Saucelito".

The behavior of these clay minerals is variable depending on the depth. The investigation was completed with chemical aalysis of SiO_2 , Al_2O_3 and Fe_2O_3 and the determination of physico-chemical parameters necessary furthermore to characterize the soils.

From the data obtained, we can prove an internal relation between the current clay minerals ad the resulting parameters. We also classify the soils taxonomically to the Family level, according to the Soil Taxonomy cheme and Second level according F.A.O. scheme.

Estudio de los Recursos Hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo y Programación para su desarrollo, T-3 Recursos de la Tierra" (1973). El estudio realizado permite establecer que esta unidad de suelos, corresponde taxonómicamente a tres niveles de familia al efectuarse el estudio mineralógico correspondiente.

La localidad de Saucelito, se encuentra al noroeste de la Capital de la Provincia de Salta, en el Departamento de Orán, siendo sus coordenadas geográficas: $23^\circ 20' 10''$ de latitud sur y $64^\circ 20' 10''$ de longitud oeste.

Geología

Dentro del esquema geológico-geomorfológico (Fig. N° 1), los suelos están emplazados en el borde distal de un cono aluvial,

This One



2RK8-QG8-U3YT

que fue elaborado por el río Colorado. El sector estudiado constituye una depresión al estilo de una cubeta (Fig. N° 2), rellena por materiales en su mayoría finos (limos-arcillas).

El aporte de estos materiales proviene principalmente del paquete sedimentario que corresponde al Grupo Orán (Terciario Subandino). Los afloramientos de estas unidades estratigráficas son los únicos observables en las adyacencias aunque, más al oeste, afloran formaciones cretácicas que suprayacen a sedimentos mesopaleozoicos.

El Terciario está constituido, principalmente, por areniscas, limonitas y arcillitas, elementos que dan origen a los depósitos cuaternarios, sobre los que evolucionaron los suelos del área.

De acuerdo a las características climáticas y geomorfológicas, el cono aluvial sobre el cual se desarrollan los suelos estudiados, no es una unidad funcional ya que no se encuentra en equilibrio con la mecánica actuante. Al presente el cono se encuentra sobrelevado con respecto al nivel de base del río San Francisco (Fig. N° 2), el que corre casi perpendicular al mismo, provocando de esta manera una intensa erosión.

Dentro del sector ocupado por los Vertisoles se destacan microcubetas cuyos diámetros varían entre 20 y 30 metros aproximadamente, siendo el proceso de su formación debido a colapsamientos progresivos a partir de mecanismos de fluxión.

Método de trabajo

Descripción de perfiles

Se analizaron un total de ocho calicatas (Fig. N° 1), las que permitieron interpretar longitudinal y transversalmente el área de estudio. A partir de las observaciones efectuadas, se elaboraron dos perfiles topográficos y se evaluó la morfología del sustrato, potencia y características texturales del material depositado en la cubeta. La totalidad de los perfiles de suelo reconocidos, se encuentran sobre un relieve plano con pendientes del 0,3 al 0,5 % y vegetación natural. Presentan grietas de considerable magnitud en superficie, que disminuyen en profundidad hasta desaparecer, aproximadamente a los 100 cm de profundidad o más. En general los perfiles responden a la siguiente descripción:

A1 0-7 cm Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) en húmedo, casta-

ño rojizo claro (5YR 5/4) en seco. Arcilloso, Masivo. Muy duro, muy firme, plástico y adhesivo. pH = 6. Poca presencia de raíces. Límite abrupto y suave. Sin reacción de carbonatos.

C1 7-110 cm Pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo. Pardo grisáceo (5YR 4/3) en seco. Arcilloso. Estructura prismática muy gruesa, fuerte. Muy duro, muy firme, plástico y adhesivo. pH = 7. Escasas raíces. Límite claro suave. Pocas concreciones, pequeñas, irregulares, 7,5 YR 8/2, calcáreas. Abundantes slikenoides. Reacción de carbonatos fuerte.

IIC2 110-150 cm Pardo rojizo claro (5YR 4/3) en húmedo. Castaño claro (5YR 6/6) en seco. Arcilloso. Masivo. Ligeramente duro, friable, plástico y adhesivo. pH = 7. Reacción de carbonatos fuerte.

Análisis Físico-Químicos

Los parámetros físico-químicos para caracterizar los suelos fueron determinados siguiendo la metodología de la División Laboratorios de la Dirección General Agropecuaria de Salta que utiliza las técnicas propuestas por F.A.O., en su Boletín N° 10: "Methods of Soil Analysis" (Black et al., 1970). Los resultados obtenidos se presentan en el "Cuadro A".

Técnicas Utilizadas

- 1) *pH*: Mediante potenciómetro con electrodo de vidrio, en pasta de suelo saturada.
- 2) *Carbonato de Calcio*: Por volumetría de neutralización ácida y cuantificación potenciométrica, según Boletín 10 de F.A.O.

CUADRO A
ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Cál.	M ^o	Hor.	Texturas		Prof. cm	Espes. cm	pH.	CO ₂ Ca %	C.J.C. mm/100g	Bases de intercambio				Resistencia μ /cm	Cond. μ /cm	Materia Orgánica %	FRACCIÓN TOTAL %			% Na. Int.
			A	L						Na	K	Ca	Mg				SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	
I	1	CI	21	57	22	120	7.5	20.65	26.1	5.2	1.3	-	35	28	0.43	523	21.9	10.38	11.58	19.92
I	2	IC2	17	69	14	190	6.9	8.12	16.3	3.1	0.5	-	55	18.2	0.13	649	16.1	8.39	7.71	18.96
II	3	CI	13	63	24	135	7.7	14.85	33.8	5.5	1.3	-	133	75	0.47	506	24.2	12.38	11.84	16.16
II	4	IC2	25	56	19	240	7.6	6.32	21.3	1.6	1.0	-	232	4.3	0.22	651	18.1	9.98	8.10	7.76
III	5	CI	24	61	15	20	6.1	-	2532	0.6	1.3	17.5	3.9	3.5	0.62	645	18.5	9.98	8.09	2.45
III	6	IC2	13	70	17	70	6.7	-	2425	0.6	1.0	15.6	4.5	4.3	0.38	674	19.1	9.38	9.72	2.56
IV	7	CI	15	55	30	50	7.7	15.85	31.45	1.6	1.5	-	166	6.0	0.46	538	23.6	11.6	12.07	12.78
IV	8	IC2	19	60	21	83	7.6	16.65	31.31	1.3	2.8	-	68	1.47	0.84	533	20.9	11.78	9.12	4.02
V	9	CI	16	64	20	55	6.6	-	2695	1.0	0.7	16.6	6.4	2.1	0.40	549	19.7	9.38	6.82	3.76
V	10	IC2	11	70	19	80	6.2	-	2483	0.6	0.8	17.1	6.4	2.9	0.23	673	17.3	9.58	7.74	2.36
VI	11	CI	25	64	11	85	10.5	6.6	2340	0.3	1.3	17.4	3.6	2.6	0.34	684	14.9	9.28	5.67	1.32
VI	12	IC2	20	58	22	120	6.9	-	2765	0.3	1.3	18.0	3.2	3.0	0.15	688	14.6	8.98	5.84	1.12
VII	13	CI	27	60	13	38	6.4	-	2678	0.3	1.3	17.4	3.6	2.7	0.53	664	14.9	9.28	5.67	3.17
VII	14	IC2	15	68	17	90	7.8	16.25	3074	2.2	0.6	-	3.98	2.5	0.20	621	14.5	8.98	5.52	10.51
VIII	15	IC2	7	78	15	120	13.0	17.65	2180	1.1	0.9	-	3.89	2.5	0.13	611	17.8	9.58	8.19	5.00

Horizonte C1		Horizonte IC2			
M ^o	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Relaciones Moleculares	
				K ₁	K ₂
5	1.07	0.06	0.08	13.37	7.33
13	1.06	0.06	0.07	15.14	8.15
7	0.90	0.07	0.12	77.50	4.74
9	0.91	0.06	0.07	13.00	7.00
8	0.89	0.07	0.09	9.90	5.56
II(A)	1.14	0.06	0.06	19.00	9.50
1	0.87	0.06	0.11	7.91	5.12
3	0.84	0.08	0.12	7.00	4.20

(A) Microcubetas
Las muestras están ordenadas en base al aumento de la profundidad.

- 3) *Carbono Orgánico*: Por oxidación de la materia orgánica en medio ácido. Según Walkley y Black.
- 4) *Materia Orgánica*: Se calculó multiplicando el porcentaje de carbono orgánico por el factor 1,724, coeficiente de Allison L.E., Cap. 90, Black.
- 5) *Capacidad de Intercambio Catiónico*: Mediante saturación del complejo de intercambio con Amonio, por medio de AcNH_4 a pH 7 y determinación posterior del Amonio absorbido. En el caso de los suelos con calcáreos se saturó el complejo de intercambio con AcNA a pH 7 y se determinó luego el sodio absorbido por fotometría de llama (Shapman, H.D.).
- 6) *Bases de Intercambio*: Mediante una solución de AcNA , 1N a pH 7 se desplazaron las bases. En la solución obtenida se determinó luego Ca^{+2} y Mg^{+2} por compleximetría con EDTA e indicadores necesarios. El Na^+ y el K^+ se determinaron con fotometría de llama (Shapman, H.D. y Pratt).
- 7) *Análisis Químicos*: Realizado sobre el total de las muestras para determinar SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 , se hizo por fusión total con mezcla equimolecular de CO_3K_2 - CO_3Na_2 , Black (Kanchro, Y. y Sherman, G.D.).
- 8) *Granulometría*: Según Bouyoucos, previa destrucción de la materia orgánica con H_2O_2 y calcáreos con ClH 1:1 (Bouyoucos y P.R. Day).
- 9) *Conductividad y Resistividad*: Resistencia eléctrica en pasta de saturación. Manual de Suelos Salinos-Sódicos, Manual 60 (1964) EE. UU. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos-Sódicos, Manual de Agricultura N° 60, Dpto. de Agricultura de EE. UU. (1954).

Mineralogía de Arcillas

Se utilizaron muestras menores de dos micras, correspondientes a los horizontes C1 y IIC2. Siguiendo técnicas de rutina para la difracción de rayos-X, que consisten en preparar tres muestras orientadas sobre portaobjetos, por cada horizonte:

1. Muestra natural
2. Muestras saturadas con Etil-glicol
3. Muestras calcinadas a 550°C , durante dos horas.

La determinación se efectuó en la Universidad Nacional de La Plata, con un equipo Phillips PW 1050; usando radiación de $\text{CuK}\alpha$ con una longitud de onda de 1,54 Å, filtro de Ni y velocidad de registro de 2° por minuto.

La cuantificación de las especies minerales (Fig. N° 3), se realizó sobre los difractogramas glicolados, siguiendo el método de Johns, W.D. *et al.* (1954). La mineralogía, de arcillas, presentes en las muestras, es la siguiente (Fig. N° 4):

a) Interstratificados Cuasirregulares

Son asociaciones que consisten en la alternancia de una capa expansible (Tipo Smectita), con una no expandible. Si bien muchas mezclas del tipo mencionado dan lugar a Interstratificados Regulares, existe una notable diferencia entre ambos. El difractograma de un Interstratificado Regular, debe reunir una serie de requisitos indispensables (Bossi, G., 1970):

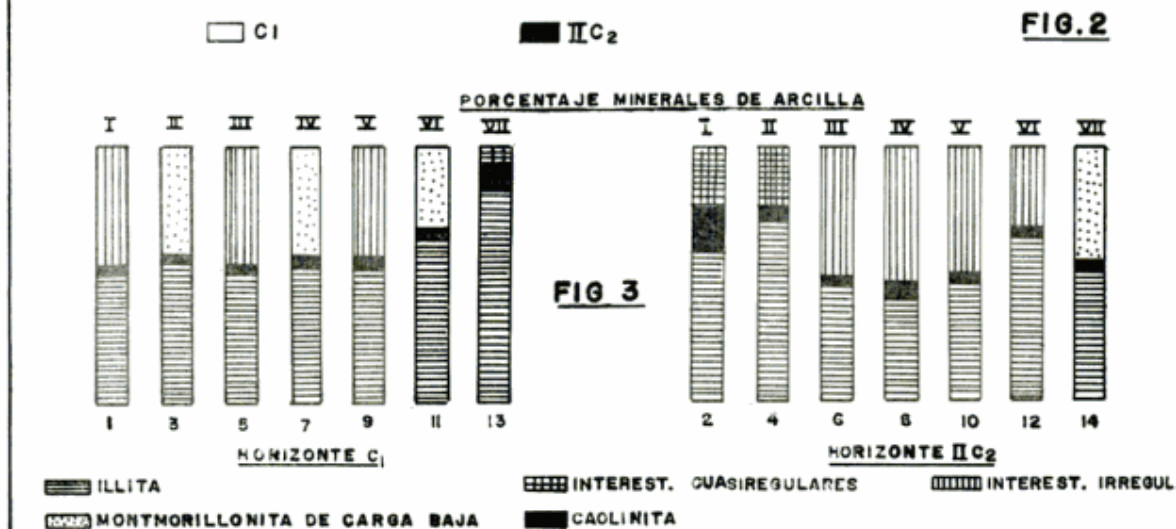
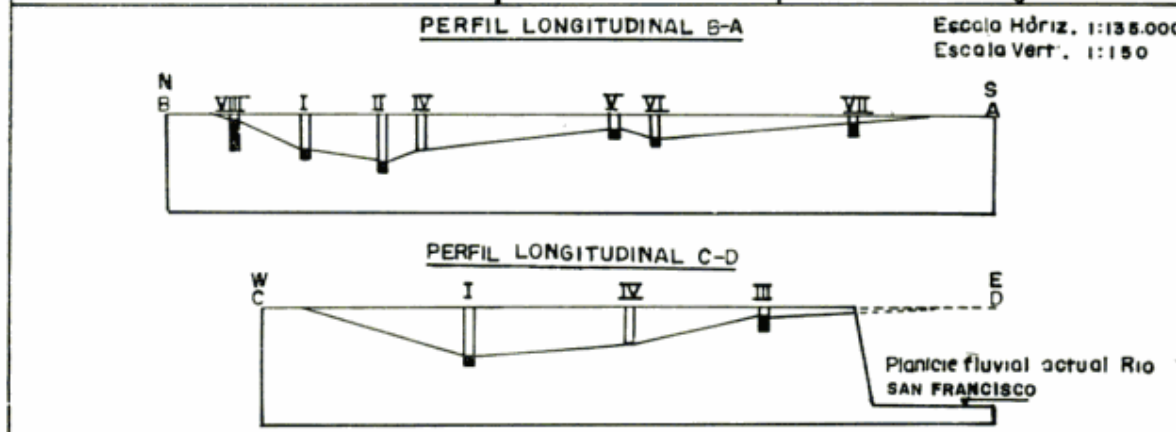
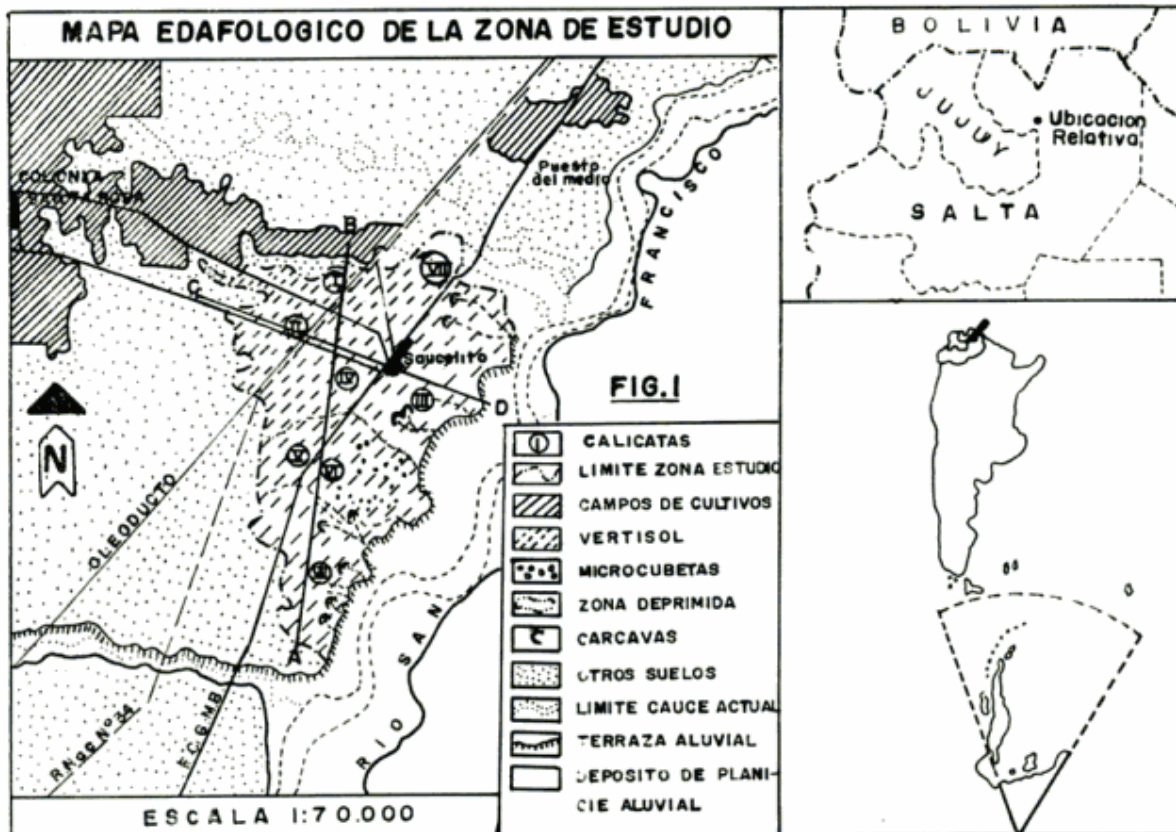
- Debe presentar una secuencia de órdenes superiores (001), perfectamente regular y con picos netos y agudos.
- El número de órdenes registrables de la reflexión basal debe ser alto (10 al menos).
- Que conserve al superespacio aunque modificado cuando se caliente la muestra a temperatura moderada (200 - 300°C).

Las muestras 2 y 4 son Interstratificados Cuasirregulares, al no cumplir con estas condiciones. En estas especies se sugiere la existencia de un espacio basal del tipo Montmorillonita, confirmado por el tratamiento por glicolación, debido a que se expande a 17,6 Å, dando por otro lado una larga serie de picos que se remonta hasta los 30,4 Å.

La muestra N° 13, tiene un comportamiento similar, aunque presenta una mejor resolución en el diagrama secado al aire.

b) Interstratificados Irregulares

En este tipo de asociación mineral las capas, de los diferentes minerales de arcilla, se disponen al azar sin cumplir ninguna ley



en su ordenamiento (Mac Ewan, 1949). Las muestras N^{os.} 1, 5, 6, 8, 9, 10 y 12 presentan en los diagramas normales, picos anchos que varían entre 12 y 14 Å, con una marcada asimetría hacia los espaciados más altos. Al glicolarlos dan una secuencia racional de picos en (001), entre 17 y 18 Å, siendo agudo y simétrico, lo que indicaría la presencia de Montmorillonita.

El comportamiento de las muestras 1, 8 y 12, confirma la presencia de estos interestratificados, avalada por el comportamiento de los diagramas calcinados, los que colapsan totalmente a 550°C.

c) Montmorillonitas de Carga Baja

Estos minerales (Bossi, G., 1973), se caracterizan por una secuencia de espaciados basales racionales en (001), entre 12 y 13 Å, en los difractogramas secados al aire y que se expanden a 17 Å al glicolarlos. La capacidad de intercambio catiónico de este tipo de mineral, es inferior a 60 meq/100 g.

Las muestras 3, 7, 11, 14 y 15 presentan especies minerales de este tipo, al tener picos que varían en (001) de 12 Å en diagramas normales a 16,98 Å en los glicolados. Por otro lado, la capacidad de intercambio catiónico de todas las muestras, no supera los 32 meq/100 g y el promedio de todas es de 26 meq/100 g.

d) Illita

Identificada por las reflexiones (001) iguales a 10 Å, en los diagramas secados al aire y que no varían los espaciados basales al ser glicoladas o calcinadas. Este mineral se presenta en todas las muestras analizadas y la intensidad de sus reflexiones en (001), nos indica que posee un grado de cristalinidad de medio a bueno. Este es un indicio que la Illita es un mineral heredado de rocas sedimentarias diagenizadas, que se va degradando en los suelos.

e) Caolinita

Este mineral presente en casi todos los suelos, se determina por las reflexiones características (001) de 7,19 Å, en los diagramas secados al aire y no presentan variaciones al glicolarlos. Desapareciendo dicha

reflexión por calentamiento a 550°C durante dos horas. Su baja proporción se debe a las condiciones ambientales imperantes que impiden su desarrollo. Confirmado esto, por la presencia de picos pequeños y poco agudos.

Interpretación de los Análisis Físico-Químicos

pH - Profundidad

El pH en profundidad varía (Fig. N° 5), para los horizontes C1 y IIC2, de forma irregular, pero con tendencia progresiva a la alcalinidad. Es correcto suponer que esta tendencia se debe a que los suelos presentan un exceso de elementos alcalinos, por el aporte de los afloramientos calcáreos y salinos del Terciario. La abundancia de estos elementos determina un pH que condiciona la neoformación de determinados tipos de arcillas.

Conductividad Profundidad

La movilidad de las sales (Fig. N° 6), en el horizonte C1 es irregular tendiendo a valores máximos, siendo más regular su comportamiento en el horizonte IIC2. Este fenómeno se debe a la concentración de sales en ciertos niveles, 1,20 m en el C1 y 1,80 m en el IIC2 influyendo en la evolución de las arcillas del suelo.

Esta tendencia a la alcalinidad y a la alta conductividad, gravitan en la ausencia de determinadas especies de arcillas (caolinita) y la presencia de otros, como los Interestratificados y Montmorillonita.

Movilidad de los Elementos Químicos

A los efectos de poder interpretar los posibles fenómenos pedológicos se han analizado los valores de SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃, para los distintos horizontes (Cuadro B). La movilización de los elementos se sintetiza en los diagramas de las Figs. 7, 8 y 9. Para su mejor interpretación se utilizaron los índices ki, sf, kr y b en base a los pesos moleculares propuestos por Niggli, citado por Jeny (1941).

$$ki = \frac{SiO_2}{Al_2O_3} \quad sf = \frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$$

$$kr = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \quad b = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

Para el horizonte C1, se observa que la sílice disminuye al aumentar la profundidad. La alúmina, si bien no presenta una variación regular, tiende a incrementarse con la profundidad.

El CO_3Ca y Ca^{+2} en solución, frenan la migración de la sílice, impidiendo su salida del perfil, concentrándose en los 20 a 50 cm en el C1 y 80 a 90 cm en el IIC2 (Fig. N° 7). Rankama y Sahama (1954), determinan que en su migración la sílice puede reaccionar también, con algo de alúmina disuelta, dando silicatos hidratados de neoformación.

Respecto a la movilidad del hierro, ésta es más definida en su comportamiento, ya que este elemento es más sensible a las condiciones físico-químicas del medio y no se ve favorecido en sus migraciones, no obstante se observa una tendencia progresiva de aumento de los dos horizontes (Fig. N° 8).

En el horizonte IIC2, analizando los índices ki, sf, kr y b, vemos un comportamiento contrario al C1, puesto que la sílice muestra un neto aumento con la profundidad, disminuyendo el hierro y el aluminio. Este comportamiento lleva a plantear las siguientes posibilidades: a) este horizonte puede haberse enriquecido por migraciones provenientes del horizonte C1 o b) que el horizonte IIC2, sufrió en un momento un tipo de alteración distinto al que se originó en el horizonte C1 bajo el clima actual.

En los horizontes de la calicata VI (Muestras 11 y 12), los valores de los índices son distintos debido a sus características morfológicas particulares, por ser una microcubeta inundable, donde el anegamiento perdura más tiempo. Este fenómeno crea condiciones de migraciones que favorecen a la alúmina.

Génesis de Arcillas

La mineralogía de las arcillas presentes, indican una cierta uniformidad en todos los perfiles estudiados, respecto a las especies minerales presentes (Fig. N° 4).

El sector de Saucelito, como ya se indicó, es un área deprimida tipo cubeta, rellena por materiales finos mediante un transporte selectivo que determinó un alto porcentaje de la fracción arcilla. Esta característica define un ambiente azonal contrastante con los suelos vecinos, los que se han desarrollado

bajo condiciones pedogenéticas distintas. Los suelos que limitan la unidad estudiada, según F.A.O. son: al norte Fluvisoles Eútricos (Asociación Río Colorado), al este-sud-este Fluvisoles Calcáricos (Complejo Lavyen) y al oeste-sudoeste Fluvisoles Crómicos (Asociación Urundel). Para mayores detalles, ver bibliografía adjunta.

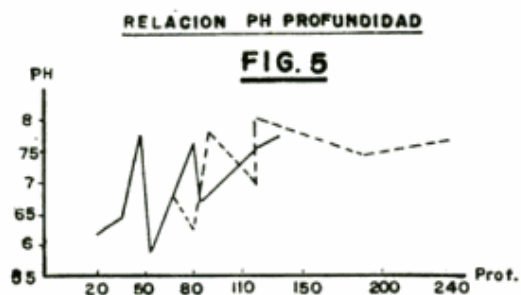
De acuerdo a la mineralogía y a la posición geomorfológica, se deduce que el material arcilloso es esencialmente de origen alóctono, confirmado por la presencia de illita, la que presenta una buena cristalinidad. El transporte mecánico, desde áreas vecinas diagenizadas, no ha sido suficiente para destruir esta característica, ya que las áreas de proveniencia (Terciario) diagenizadas, se encuentran próximas a la zona de depósito. Además al pH alcalino y el escaso drenaje del suelo, atenúan la degradación de las mismas.

El diagrama de la Fig. N° 10, muestra la variación en profundidad de los minerales del horizonte C1. Se puede observar un máximo de illita a los 40 cm y luego una variación irregular con tendencia decreciente en profundidad. También existe una confrontación acentuada con los interstratificados y un aumento de éstos, hasta un máximo a los 85 cm. Este aumento está relacionado a un pH ácido que favorece la estabilidad y neoformación de estos minerales. La caolinita presenta una tendencia muy regular en profundidad, con un ligero aumento a los 45 cm, el que está relacionado a una mínima concentración de SiO_2 (Fig. N° 7) y un aumento máximo de Al_2O_3 (Fig. N° 9). La lixiviación de la SiO_2 se ve favorecida por un aumento de la alcalinidad y posibilita un incremento de la caolinita.

Los diagramas del horizonte IIC2 (Fig. N° 11) muestran que la illita y los interstratificados tienen un comportamiento opuesto al C1. Esta variación sumada al mayor porcentaje de caolín, sugieren un material parental distinto o bien una evolución edáfica bajo condiciones climáticas diferentes.

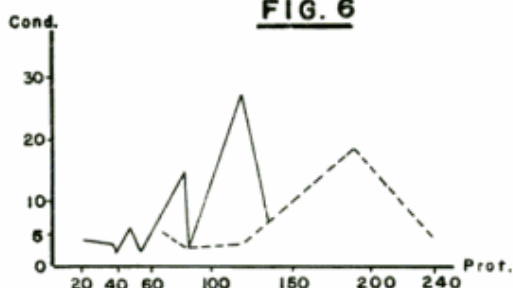
Respecto a los Interstratificados, según lo expuesto, son del tipo Illita-Montmorillonita, derivan de la degradación de la illita. Los máximos valores se encuentran en el horizonte C1, que coincide con la zona de mayor actividad edáfica y procesos de neoformación de arcillas.

De acuerdo al comportamiento de los minerales de arcilla, según los diagramas 11



— C₁
- - - IC₂

RELACION CONDUCTIVIDAD PROFUNDIDAD
FIG. 6



— C₁
- - - IC₂

RELACION PORCENTAJE MINERALES DE ARCILLA PROFUNDIDAD
HORIZONTE C₁

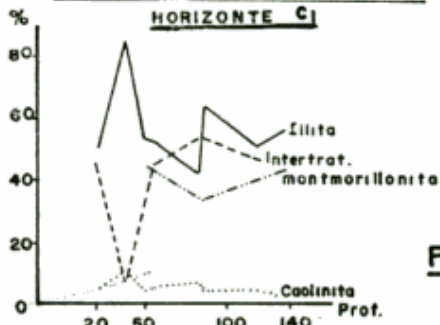


FIG. 10

RELACION PORCENTAJE MINERALES DE ARCILLA PROFUNDIDAD
HORIZONTE IC₂

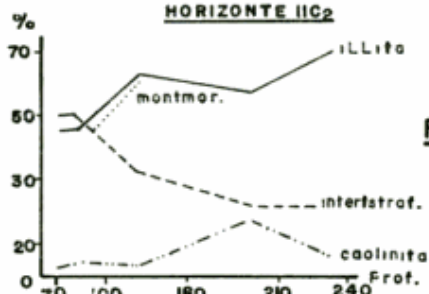


FIG. 11

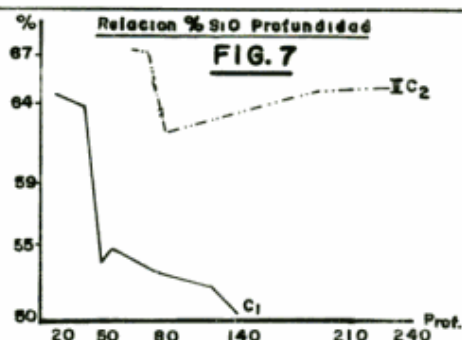


FIG. 7

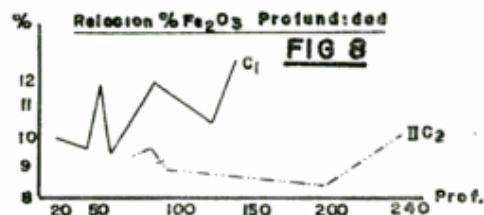


FIG. 8

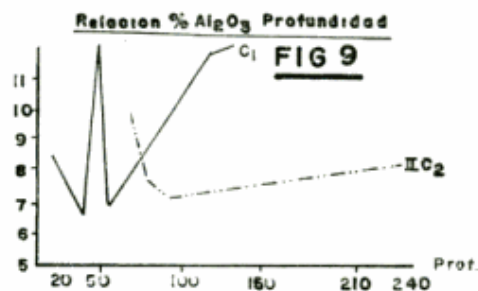


FIG. 9

MINERALES DE ARCILLAS PRESENTES EN LAS MUESTRAS

CALICATA	MUESTRA	Horiz. de c. baja	ILLITA	CAOL.	Interstrat. cuasirreg.	Interstrat. irreg.
I	1	C ₁	o	o		o
	2	IC ₂	o	o	o	
II	3	C ₁	o	o	o	
	4	IC ₂	o	o	o	
III	5	C ₁	o	o		o
	6	IC ₂	o	o		o
IV	7	C ₁	o	o		
	8	C ₂	o	o		o
V	9	C ₁	o	o		o
	10	IC ₂	o	o		o
VI	11	C ₁	o	o		
	12	IC ₂	o	o		o
VII	13	C ₁	o	o	o	
	14	IC ₂	o	o		
VIII	15	IC ₂	o	o		

FIG. 4

y 12, la transformación se produce según la secuencia:

Illita Interestratificados Montmorillonita

Si bien esta reacción es reversible, las evidencias nos muestran que el mecanismo es el ya citado. Las diferencias cuantitativas avallan también la formación de Interestratificados a partir de illita, ya que sus porcentajes son inferiores a los de ésta.

El bajo contenido de montmorillonita, sugiere la presencia de condiciones poco favorables para su formación, debido a que el proceso degradación-tiempo ha sido relativamente corto, para completar el esquema que incluye a la montmorillonita como extremo de degradación de la illita. La presencia de montmorillonita indicaría que los parámetros pH-Salinidad juegan un papel importante en su formación y estabilidad. Las muestras con pH entre 5,8 y 6,4 (Muestras N° 5, 9 y 13), coinciden con un aumento en los porcentajes de caolinita; mientras que las muestras con pH entre 6,6 y 7,7 (Muestras N° 3, 7 y 11) aumenta la montmorillonita.

En base a lo expuesto, interpretamos que existe una discontinuidad entre los horizontes C1 y IIC2, lo que indicaría una evolución distinta de estos materiales bajo condiciones climáticas también distintas.

Clasificación Taxonómica

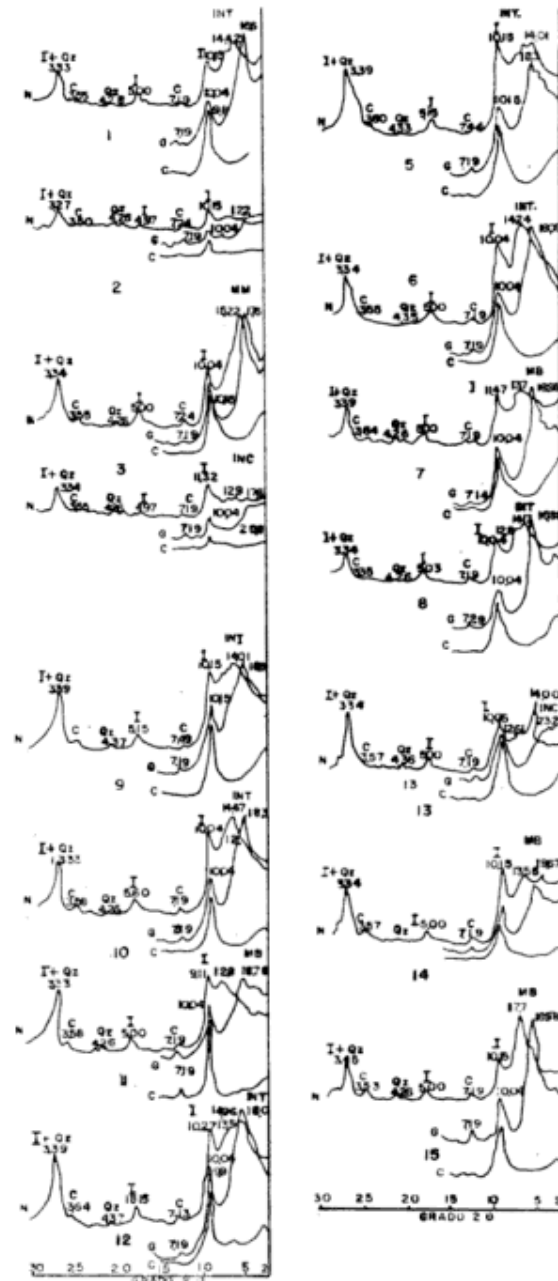
Las pautas surgidas del trabajo realizado, permiten clasificar a los suelos estudiados en tres familias. De acuerdo a ello, el término Serie Saucelito con que originalmente se definió a la unidad, no sería ya correcto. (Ver pág. 2). Entonces la clasificación taxonómica sería la siguiente:

Soil Taxonomy

- Orden: Vertisoles
- Suborden: Usters
- Gran Grupo: Cromousters
- Subgrupo: Comousters Paleoustólicos
- Familias (*): Arcillosa muy fina illítica. Hipertérmica. Perfiles II y VII
- Arcillosa fina mixta. Hipertérmica. Perfiles I, VI y VIII

Arcillosa muy fina mixta. Hipertérmica. Perfiles III y V

(*): Se exceptúa el perfil VI por representar un ambiente hidromórfico puntual (Microcubeta).



DIFRACTOGRAMAS

- M: Muestra normal secada al aire
- G: Muestra gliconada
- C: Muestra calcinaad
- INJ: Interestratificados irregulares
- INC: Interestratificados cuasirregulares
- Montmorillonita baja
- I: Illita
- C: Caolinita
- M: Montmorillonita

Clasificación de F.A.O.

Vertisoles

Vertisoles Crómicos

El régimen hidrotérmico de la clasificación taxonómica, que coincide con el determinado por Van Wambeke, A. y C. O. Scoppa (1976), ha sido definido por vez primera.

Conclusiones

El estudio realizado ha permitido arribar a las siguientes conclusiones:

1. La unidad de suelos, denominada en principio Serie Saucelito, comprende en realidad tres familias:
 - a) Arcillosa muy fina illítica. Hipertérmica
 - b) Arcillosa fina mixta. Hipertérmica
 - c) Arcillosa muy fina mixta. Hipertérmica.
2. Los suelos presentan una mineralogía con predominio de illita y caolinita, como minerales característicos en todos los perfiles, contrastando con la montmorillonita y los interestratificados los que presentan una menor regularidad.

3. La illita es heredada proveniente de rocas diagenizadas del Grupo Orán (Terciario Subandino).
4. La mineralogía está condicionada por las propiedades físico-químicas del suelo y por las condiciones del drenaje del área.
5. Los horizontes C1 y IIC2 presentan distintas concentraciones de caolinita, lo que indica una superficie de discontinuidad relacionada a la influencia de fases climáticas distintas durante la evolución geomórfica del área.
6. Los suelos se han desarrollado en un bajo topográfico, similar a una cubeta, la que sirvió de receptora de los sedimentos finos arcillosos.

Agradecimientos

Me es grato manifestar mi agradecimiento al licenciado Armando Nadir, que tuvo a su cargo la dirección de este trabajo. Al geólogo Ricardo Omarini y a los doctores M. Iñiguez Rodríguez y L. Spalletti, por su asesoramiento en mineralogía de arcillas por rayos-X. A la Dirección General Agropecuaria y personal de laboratorio químico. Al doctor A. Igarzábal, por su aporte en la interpretación geomorfológica y al señor R. Bataglia, por las tareas de dibujo.

Lista de trabajos citados en el texto

- Bossi, G. E., 1972. *Distribución entre Montmorillonita de Carga Alta y Baja*. AMPS, III (1-2): 21-26.
 — 1973. *Identificación de las Smectitas Sedimentarias*. AMPS, I (3): 75-104.
- Dudal, R., 1967. *Suelos Arcillosos Oscuros de las Regiones Tropicales y Subtropicales*. F.A.O. Roma.
- Argentina-Bolivia. OEA, 1973. *Estudio de los Recursos Hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo y Programación para su Desarrollo*. T-3 Recursos de la Tierra.
- Hardy, F., 1970. *Suelos Tropicales*. Herrero Hnos. Suc. S.A. México.
- Jenny, H., 1941. *Factors of Soil Formation*. New York, McGraw Hill, 281, p.
- Johns, W. et. al., 1954. *Quantitative Estimations of clay Minerals by diffraction methods*. Jour. of Sed. Petr., 24 (4): 242-251. U.S.A.
- McEwan, D. M., 1949. *Some notes on the recording and interpretation of X-Ray patterns of soil clys*. Jour. Soil. Sci. Vol. 1, N° 1, p. 90-113.
- Rankama, K. y G. Sahama, 1954. *Geoquímica*. Aguilar S.A. de Ediciones. Madrid.
- Serraioto, L., 1976. *Perfiles Estratigráficos en los Ríos Herrero, Aguas Blancas y Morado (cabeceras de los ríos Colorado y de las Piedras), Orán, Prov. de Salta*. Y.P.F. Informe Inédito.
- Soil Taxonomy, 1970. *Soil Survey*. U.S. Department of Agriculture. Washington D.C.
- Van Wanbeke, A. y C. O. Scoppa, 1976. *Las taxas climáticas de los suelos argentinos*. Rev de Investigaciones Agropecuarias. I.N.T.A. Serie 3: Clima y Suelos, Vol. XIII, N° 1: 7-39. Buenos Aires, República Argentina.

Recibido: 13 de noviembre, 1981.

Aceptado: 15 de abril, 1983.

JORGE J. MARCUZZI

Consejo de Investigación
 Universidad Nacional de Salta

VERTEBRADOS FOSILES Y EDAD DE LA FORMACION AISOL, PROVINCIA DE MENDOZA

MIGUEL FERNANDO SORIA (h)

Resumen

Se comentan brevemente los restos de vertebrados fósiles exhumados de la Formación Aisol aflorante al sur de Sierra Pintada, provincia de Mendoza, resultando la siguiente lista: *Crocodylia* indet., *Psilopteridae* (?), *Toxodontidae* (especie prechasicuense), cf. *Astrapotherium* sp., cf. *Theodoson* sp. *Propaleohoplorinae* indet., *Lomaphorini* (?) indete., *Planopsinae* indet. y *Myolodontinae* (?) De su análisis se postula una Edad Friasense (Mioceno medio) para la misma, correlacionándola con la Formación Collón Curá Se consideran condiciones ambientales de parque con un clima probablemente subtropical.

Introducción

Este trabajo es el resultado de un viaje que el autor realizó en Mayo de 1979, gracias al apoyo del Dr. González Díaz y del Geól. E. Núñez del Departamento Carta Geológica del Servicio Geológico Nacional. En dicha oportunidad se recorrieron los afloramientos ubicados al norte del puesto Cochico, cercanos a la abandonada Mina Zitro y los situados en Tierras Blancas, más al sur, ambos al oeste de la garganta del río Atuel. Al este de la misma se hizo lo propio con los relativamente extensos afloramientos ubicados al sudoeste del cerro Aisol¹ donde se encuentra el puesto habitado por don Cirilo González y en cuyas cercanías hay un cerrito testigo, llamado por Núñez (1976) cerrito Solo. Finalmente se llegó al afloramiento del arroyo Seco de la Frazada² que es una prolongación de aquél lindante con el cerro Aisol. El área mencionada al sudoeste de dicho cerro está parcialmente cubierta por una delgada capa reciente, que la divide en dos afloramientos principales, al norte y al sur, respectivamente,

¹ Aquí se denomina cerro Aisol a aquél que figura comúnmente en los mapas, pero que también es llamado cerro Negro por los lugareños (Núñez, com. verb.).

² También denominado río Seco, etc., por González Díaz (1964, 1972).

Abstract

Vertebrate fossil remains from the Aisol Formation at south Sierra Pintada, Mendoza Province, are briefly described and comprise the following list: *Crocodylia* indet., *Psilopteridae* (?), *Toxodontidae* (prechasicuense species), cf. *Astrapotherium* sp., cf. *Theodoson* sp., *Propaleohoplorinae* indet., *Lomaphorini* (?) indet., *Planopsinae* indet. and *Myolodontinae* (?). The Aisol Formation is assigned to the Friasian Age (Middle Miocene) and it is correlated with the Collón Curá Formation. The environment conditions are briefly considered.

del puesto de C. González. Todas las zonas mencionadas corresponden a la misma unidad estratigráfica denominada Formación Aisol por González Díaz (1972). (Ver fig. 1)

Se han estudiado los fósiles del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" donados por Dessanti en 1943, junto con los cedidos por Henninger en 1977

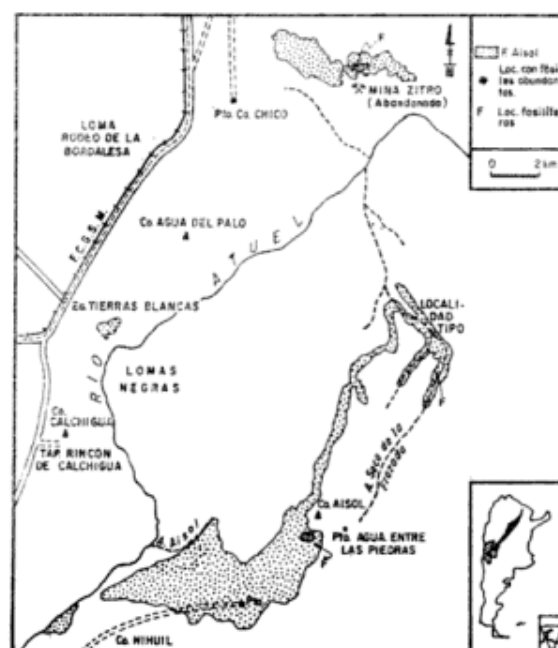


Fig. 1: MAPA DE UBICACION DE LAS LOCALIDADES FOSILIFERAS

al Museo de La Plata, los guardados en el Museo de Ciencias Naturales de San Rafael, colectados por su Director Sr. Lagiglia y los logrados por el autor, ahora pertenecientes a las colecciones de la primera de las instituciones mencionadas.

Aunque siempre fragmentarios y escasos, estos fósiles de vertebrados dan una idea de la fauna local, aportando datos sobre el ambiente y una apreciación más ajustada de la edad de esta Formación. Se pretende, en consecuencia, dar un panorama preliminar, de ningún modo exhaustivo, sobre estos aspectos.

Antecedentes

Con motivo del levantamiento de la Hoja 27-c Cerro Diamante, fue Dessanti el primer autor en individualizar a las sedimentitas que nos ocupan bajo el nombre de "Estratos de Aisol" (1954 y 1956).³

La Formación Aisol fue reconocida formalmente por González Díaz (1972), siendo equivalente a los "Estratos de Aisol" de Dessanti, con un detallado perfil levantado en la margen izquierda del arroyo Seco de la Frazada. Estos son en consecuencia, el perfil y la localidad tipos, respectivamente. Se debe señalar que los afloramientos más importantes están al sudoeste del cerro Aisol comprendidos en la Hoja 27c, salvo su porción más meridional que "entra" en la 28c-El Nihuil. De esta área Núñez (1976) presentó un segundo perfil en el informe correspondiente, aún inédito, levantado al este de la colada basáltica del cerro Nihuil. Cabe señalar que previamente González Díaz (1964) mencionó esta unidad con el nombre de Formación Río Seco de la Frazada, pero éste debe considerarse un sinónimo de Formación Aisol, por las razones recién expuestas y porque es el nombre litoestratigráfico formal correcto para esta unidad previamente reconocida como "Estratos de Aisol".

Previamente a la publicación de los trabajos de Dessanti ya citados, Groeber (1951) fue el primer autor en hacer referencia editada sobre esta unidad, asignándolos a sus "Estratos Calchaquíes", lo que ratificó en 1952.

Con relación a la edad Dessanti se basó

³ Conviene señalar que el manuscrito de la Hoja 27c fue publicado en 1956, pero es anterior a aquél trabajo de 1954.

en fósiles de mamíferos colectados por él y determinados por Bordas, junto con otros que le cedió Polanski, exhumados en la misma zona (norte de Mina Zitro) y que fueron determinados por Fernández de Alvarez (*vide* Dessanti, 1954). Cabe señalar que estos últimos fueron guardados en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la U.B.A., pero no pudieron ser localizados.

Según tales determinaciones, la presencia de *Nesodon imbricatus* Owen, 1846 (Notoungulata; Toxodontidae) y de *Cochlops* sp. (Edentada; Glyptodontidae) indujeron a Dessanti a asignar sus "Estratos de Aisol" al "Santacruceano" (léase Santacruceño). Este criterio lo mantuvo con algunas reservas en 1954.

Por su parte, González Díaz (1972) y Núñez (1976) siguieron a Dessanti en cuanto a la edad de esta unidad, pero con un criterio más amplio, la refirieron al Mioceno. Pascual y Odreman Rivas (1973) mencionaron los "Estratos de Aisol" refiriéndolos al Mioceno superior, sin especificar a qué edad correspondería. En el cuadro de correlación dichos autores la ubican entre las edades Santacruceño y Friasense.

Groeber (1951: 274 y 305) hizo referencia a los fósiles de esta unidad (incluida en sus "Estratos Calchaquíes") asignándola a la edad Santacruceño. Sin embargo, en 1952, basándose en una revisión de las determinaciones de dichos materiales hecha por B. Patterson, reconsideró tal opinión y asignó dichos "Estratos Calchaquíes" al "Mioceno más alto" (1952: 86) equiparándolos con el entonces llamado "Arauco-Entretreño".

Algunos aspectos geológicos

Debe subrayarse aquí que no se pretende dar una detallada descripción de la geología de la Formación Aisol pero sí señalar algunos rasgos que la caracterizan. Para mayores detalles se remite al interesado a los trabajos de Dessanti (1956), González Díaz (1972) y Núñez (1976).

Esta unidad se depositó sobre una antigua planicie de destrucción (*sensu* Dessanti, 1956) que, según González Díaz (1964 y 1972), corresponde a la prolongación sur de la Peneplanicie del Bloque de San Rafael de Polanski (1963).

Su depositación fue posterior a un prolongado período erosivo desde el Triásico por lo menos, estando sus estratos depositados

sobre distintas unidades (*vide* Dessanti, 1956). Los estratos yacen casi horizontalmente y con entrecruzamiento (Núñez, 1976). Los efectos de la erosión posterior han determinado un paisaje de "bad-lands" o huayquerías, descrito por González Díaz (1964) para el arroyo Seco de la Frazada y que vale para los otros sitios recorridos por el autor. La principal característica parece ser el contraste entre una mayor y menor madurez del paisaje (González Díaz, 1972).

Según Dessanti (1956) y González Díaz (1972) estos afloramientos corresponderían a la parte inferior de una columna sedimentaria de mayor potencia, reducida por la erosión. Dessanti (1956) incluyó sus "Estratos de Arroyo Hondo", situados al oeste del cerro Diamante, como los términos superiores de la misma. Se hace necesaria una comprobación de campo para poder establecer si corresponde o no incluir tales "Estratos de Arroyo Hondo" como parte de la ahora llamada Formación Aisol. En los afloramientos recorridos no se observaron unidades estratigráficas supraestantes, estando parcialmente cubiertos en forma salteada, por médanos.

Litológicamente se caracteriza por areniscas finas a medias de coloración variable: amarillentas, rosadas, pardos rojizas, amarillo verdosas o pardo blancuzcas. También parece existir un cambio de tonalidad entre niveles superiores e inferiores. En los segundos predominarían colores más pálidos como los señalados en el perfil del arroyo Seco de la Frazada (González Díaz, 1972) donde faltan los primeros, en los cuales hay un mayor contraste, con colores pardo rojizos. En la parte meridional de los afloramientos, al sudoeste del cerro Aisol, se observan niveles más pálidos en los términos inferiores del paquete sedimentario. Existe una alternancia entre niveles claros y otros de colores más fuertes.

Conforme con González Díaz (1972) la granulometría es menor en los niveles más inferiores del perfil tipo. Al sur del puesto de Cirilo González son observables niveles de areniscas conglomerádicas, con clastos que difícilmente superan el centímetro de diámetro. La erosión provoca su desprendimiento en grandes bloques. Especialmente en Cochicó (norte de Mina Zitro) y al sudoeste del cerro Aisol abundan las concreciones calcáreas y los bancos de yeso, probablemente epigenético. También es frecuente encontrar diseminados macrocrista-

les de cuarzo lechoso, que alcanzan hasta cuatro o cinco centímetros de lado, en la superficie de estos afloramientos. Son particularmente abundantes en Tierras Blancas.

Paleontología

Como se ha dicho, el contenido de macrofósiles es escaso. Consiste solamente en restos fragmentarios de grandes vertebrados asociados a fragmentos de troncos fósiles. Se los encuentra en zonas de menos pendiente, de modo que es difícil establecer el nivel de procedencia exacto. La búsqueda de restos con cierto valor diagnóstico es ardua. Así en la pequeña colección del Museo de Historia Natural de San Rafael los hay escasamente identificables.

Estos materiales proceden de los afloramientos de Cochicó, al norte de la Mina Zitro, como ya se indicara.

Los fósiles exhumados por Dessanti proceden de esa misma zona, de un nivel ubicado a 30 metros sobre la base de la Formación. Por su parte, en el Museo de La Plata, los materiales cedidos por Henninger no tienen una procedencia exacta, pero por su coloración parduzca pueden provenir de los afloramientos al sudoeste del cerro Aisol, único sitio donde el autor encontró restos con esa tonalidad.

Se comprobó la presencia de fósiles de vertebrados en otros sectores, además de Cochicó, el único señalado por Dessanti (1956). Así se hallaron materiales en los afloramientos al sudoeste del cerro Aisol y en el arroyo Seco de la Frazada; no se encontraron en el de Tierras Blancas.

Resultan más abundantes en el área de Cochicó y justo en el lado sur del cerro Aisol, especialmente en el faldeo de una pequeña lomada, típica del paisaje de huayquerías. En la parte más meridional del sector de Aisol solo se encontró una pequeña placa de un gliptodonte *Sclerocalyptinae*, mientras que en el arroyo Seco de la Frazada, los restos hallados no son diagnósticos.

El análisis de los mejores materiales dio como resultado la siguiente lista con sus comentarios respectivos.

Abreviaturas empleadas:

MACN. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

MLP. Museo de La Plata.

(C). Afloramientos de Cochicó.

(A). Afloramientos de Aisol.

Clase REPTILIA

Crocodilia? indet.

(Fig. 2)

Materiales: MACN 18604 (C). Tres fragmentos dentarios.

Comentarios: son restos de dientes tipo caniniforme donde el mayor presenta un diámetro mesiodistal máximo de 18 mm por 11 mm de diámetro bucolingual. Todo esto indica que pertenecieron a un predador grande.

Fueron encontrados a menos de un metro por sobre el contacto de la Formación Aisol con la Formación El Imperial, referida al Carbónico (González Díaz, 1972) y a pocos pasos de un molar de un Toxodontidae (MACN 18603) en la barranca de la garganta del río Atuel, arriba de la Mina Zitro.

Se descarta la posibilidad de que pertenezcan a un gran Borhyaenidae por cuanto los caninos de éstos son distintos, con facetas de desgaste inexistentes en los restos tratados aquí. Además, son más rectos en lugar de presentar sus bordes mesial y distal bien curvados como los de dichos marsupiales carnívoros.

Otra posibilidad es que fueran de un Procyonidae, más precisamente de un Procyoninae de gran porte. El aspecto general y el estrecho canal medular recuerdan al presente, en los caninos y /o incisivos inferiores de *Cyonasua longirostris* (MACN 8209, tipo de *Amphinasua longirostris* Rovereto, 1914) del Huayqueriense; uno de estos restos, el de menor tamaño, podría interpretarse como un I. Sin embargo, según los conocimientos actuales, esta alternativa es muy discutible atendiendo a la antigüedad postulada aquí (ver más adelante) para la Formación Aisol. Resulta muy dudosa la presencia de un gran Procyoninae (sería algo menor que *Chapalmalania* Ameghino, 1908 del Montehermosense) en el extremo austral de Sudamérica, contemporáneo a las especies primitivas de Norteamérica, potenciales antecesoras de aquéllas que llegaron a Sudamérica probablemente durante la Edad Chasiquense (ver Linares, 1981 y Reig, 1981), lo cual está apoyado por su falta de registro en la variada fauna local friasense de La Venta, en Colombia, contemporánea de la aquí tratada.

La tercera posibilidad es que estos dientes correspondan a Crocodilia por su aspect-

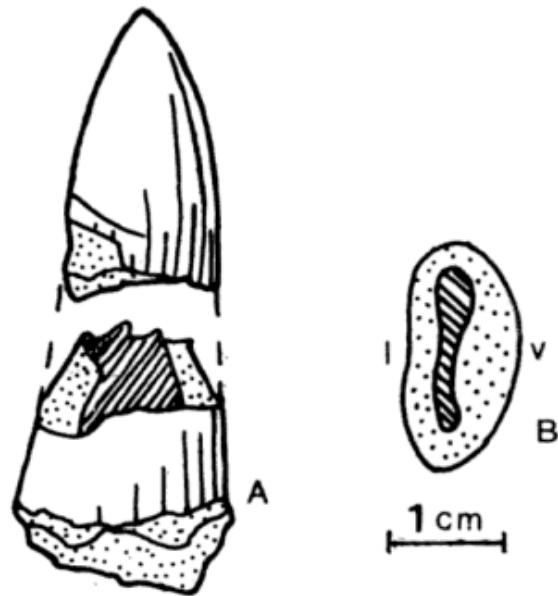


Fig. 2. — Crocodilia (?) indet, A) Reconstrucción tentativa y parcial de la corona de un diente. B) Corte transversal mostrando el canal medular. (L: lado lingual; V: lado vestibular o bucal.)

to general, aunque atendiendo a sus detalles no es posible una determinación más ajustada. Son comprimidos bucolingualmente recordando a los Sebecosuchia, pero la falta de la capa más externa de esmalte impide saber si poseían ambos bordes, mesial y distal, aserrados como es característico, aunque no exclusivo, de estos cocodrilos (Gasparini, 1972 y 1981). Aunque resultan peculiares, aún para ser de Crocodilia, éste es el único grupo de grandes predadores dentados (después de los Borhyaenidae) que habitaron Sudamérica y aparece como la alternativa más razonable.

En consecuencia se trataría del posible registro más austral de Crocodilia para Sudamérica durante el Mioceno y el primero para la Argentina de esta Epoca.

Clase AVES

Orden RALLIFORMES

Psilopteridae? indet.

Materiales: MACN 18602 (C). Extremo distal de tarso-metatarso derecho, completo.

Comentarios: la pieza en cuestión corresponde indudablemente a un "fororracoideo". Sus dimensiones coinciden con las del extremo distal del tarso-metatarso del ejemplar MACN 5944, del Montehermosense (Plio-

ceno) clasificado por Patterson y Kraglievich (1960) como *Hermosiornis milneedwardsi* (Moreno y Mercerat, 1891). No obstante, difiere en detalles y la porción de diáfisis que posee sugiere que ésta era algo más robusta. En síntesis se puede decir que se trataría de un ave de dimensiones intermedias entre el rango presentado por las especies de *Phorusrhacos* (= *Phororhacos*) Ameghino, 1887 y aquél de las especies referidas a *Andalgalornis* Patterson y Kraglievich, 1960.

Se ha seguido el esquema clasificatorio de Cracraft (1968) y Tonni (1980), pero debido al actual estado de confusión respecto de la sistemática de estas aves, la asignación a la familia Psilopteridae tiene carácter tentativo.

Clase MAMMALIA

Subclase Eutheria

Orden NOTOUNGULATA

Toxodontidae indet.

Materiales: MACN 18603 (C): Molar superior incompleto. MACN 18609 (A): Molar superior dividido en dos fragmentos.

Comentarios: El resto MACN 16803 fue hallado muy cerca de aquéllos clasificados aquí como Crocodilia ? indet.

La estructura de la corona es propia de los Toxodontidae prechasiquenses. Se observa el típico surco lingual dividido en dos hacia el centro de la corona, carácter propio de los Nesodontinae y primitivos Haplodontheriinae como *Palyeidodon obtusum* Roth, 1899 o *Prototrigodon rothi* Kraglievich, 1930. También se observa una pequeña foseta posterior, carácter que parece más propio de los Nesodontinae. El otro resto parece corresponder a un M³ pero está muy roto y no es posible distinguir otros caracteres de la corona, salvo su contorno triangular.

De acuerdo con los materiales colectados, la presencia de *Nesodon imbricatus* Owen, 1846 es imposible de establecer, coincidiendo con la opinión de Patterson señalada por Groeber (1952: 86) mencionada más arriba. Es sabido que por dientes aislados, las especies de Nesodontinae son indistinguibles, aún si pertenecen a distintos géneros, a excepción del tamaño, criterio éste muchas veces falso. Si bien la presencia de fosetas cerradas asociadas al surco bífido, parece ser

un carácter de los Nesodontinae, no se puede descartar con estos fragmentos la probabilidad de que pudieran pertenecer a una especie (o a dos) referible(s) a los Haplodontheriinae.

Orden ASTRAPOTHERIA

Familia ASTRAPOTHERIIDAE

Cf. Astrapotherium sp.

Materiales: MLP 77-V-13-5 (A?). Fragmento de un gran canino.

Comentarios: la determinación de este resto está fundada en el hecho de que para el Mioceno los únicos mamíferos portadores de enormes caninos fueron los Astrapotheria. El fragmento no permite determinar si era superior o inferior.

Orden LITOPTERNA

Familia MACRAUCHENIIDAE

Subfamilia Crauchaeniinae

Cf. Theosodon sp.

Materiales: MACN 18607 (A). Vértebra cervical.

Materiales: MACN 18610 (A). Vértebra dorsal y porciones de un metápodo.

Materiales: MLP 77-V-13-2 (A?). Astrágalo.

Orden EDENTATA

Suborden Cingulata

Familia GLYPTODONTIDAE

Propaleohoplophorinae indet.

Materiales: MACN 18608 (A). Quince placas aisladas.

MACN 18612 (A). Una placa aislada.

Comentarios: el lote de placas fue encontrado al sur del cerro Aisol, mientras que la placa aislada se halló en el sector más meridional de los afloramientos cercanos al puesto de Cirilo González.

El primer lote está compuesto por placas de diferente ubicación en el caparazón y probablemente de distintos individuos.

Todas presentan una figura central ligeramente ovalada, plana o suavemente convexa, rodeada de otras mucho menores formando

un anillo alrededor de la primera y junto con otras pocas ubicadas en una segunda hilera incompleta. Esta estructura es propia de los Propaleohoplophorinae, según Hoffstetter (1958) pero no es posible llegar a una determinación más precisa.

Subfamilia Sclerocalyptinae

Lomaphorini ? indet.

(Fig. 3)

Materiales: MACN 15074g (C). Pequeña porción de tubo caudal.

Comentarios: es la pieza colectada por Dessanti y que Bordas clasificara como "un género afín a *Propaleohoplophorus* o *Cochlops*" (Dessanti, 1956: 39). Por su parte Groeber (1952) la mencionó como correspondiente a un "Hoplophorinae" (=Sclerocalyptinae) según la revisión de Patterson.

El resto es muy fragmentario y no se puede llegar a una certera clasificación entre las distintas tribus que componen la subfamilia Sclerocalyptinae. La morfología de las placas está próxima a la de los *Lomaphorini*, de acuerdo con el material de comparación y la caracterización propuesta por Hoffstetter (1958) para esta tribu. En las placas hay escasas figuras periféricas como en los ejemplares asignados a dicha tribu.

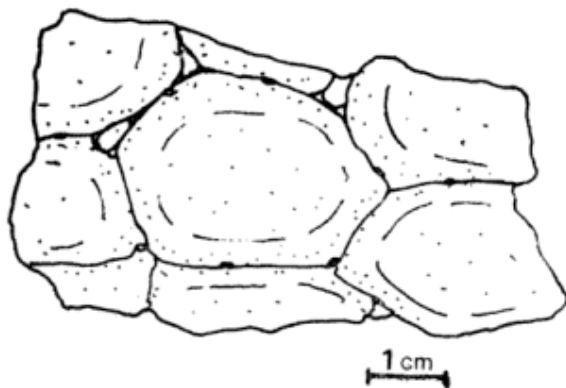


Fig. 3. — *Lomaphorini* (?) indet. porción conservada del tubo bucal.

Suborden Tardigrada

Familia MEGATHERIIDAE

Planopsinae indet.

Materiales: MACN 18611 (A). Un astrágalo, una porción proximal de fémur con la cabeza articular y un cuerpo vertebral.

Comentarios: el tamaño del astrágalo es

ligeramente menor que aquél de *Prepothierium potens* Ameghino, 1891 (MACN A-4694) del Santacrucense.

Familia MYLODONTIDAE

Mylodontinae ? indet.

Materiales: MACN 18605 (C). Un astrágalo casi completo.

Comentarios: su tamaño es algo menor a la mitad de uno de *Glossotherium robustum* Owen, 1840. Se descartan los Scelidotheriinae ya que la faceta para el cuboide no es cóncava. El cóndilo interno es odontoide pero no tan definido como en los Mylodontidae postfriasenses. Estructuralmente es más avanzado que el de los Nematheriinae.

Esta pieza corresponde a un Milodontidae primitivo quizá comparable en este aspecto a *Glossotheriopsis pascuali* Scillato Yané, 1976.

De las cuatro subfamilias reconocidas por Scillato Yané (1977) la asignación a los Mylodontinae parece la más probable, aunque también es posible de que se trate de un Octomylodontinae, grupo del cual todavía se desconoce el astrágalo.

Consideraciones finales

Edad

De los fósiles enumerados, una parte es indicadora de edad. Aunque las determinaciones son en algunos casos dudosas y en otros a nivel de taxón supragenérico, el conjunto de ellos así como el grado estructural de algunos permiten llegar a una estimación más ajustada de la antigüedad de esta Formación. Se cuenta con Edentata claramente postsantacrucenses en cuanto al grado estructural observado, tales como el Mylodontinae (?) y el posible Lomaphorini asociados a otros característicos del Santacrucense y Friasense, como los Propaleohoplophorinae y Planopsinae. A estos últimos se suman el registro de Toxodontidae prechasiquenses, según su estructura dentaria, y de Astrapotheriidae, cuya última aparición es Friasense.

Estos taxa son los que presentan un bio-cron significativo para establecer la antigüedad de la Formación Aisol. Ellos revelan una combinación de taxa vinculados a otros postsantacrucenses con aquellos claramente prechasiquenses. En consecuencia cabe conside-

rar a esta Formación dentro del lapso de tiempo correspondiente a la edad Friasense (Mioceno medio) donde quedan comprendidos todos estos taxa. Esta edad no se ve contradecida por los restantes restos comentados y clasificados.

Resulta lógico entonces correlacionar esta Formación con la Formación Collon Curá y con aquellas otras unidades a que hacen referencia Bondesio *et al.* (1980).

Consideraciones ambientales

Durante la edad Friasense, la región mendocina al sur de Sierra Pintada fue una llanura fluvial, según los datos geológicos (Desanti, 1956; González Díaz, 1972). Dicho ambiente no está contradicho por los vertebrados fósiles comentados y resulta adecuado para la probable presencia de Crocodilia.

La relativa abundancia de restos fósiles de troncos, asociados a los vertebrados en los sitios donde éstos fueron hallados, indican probables áreas boscosas. Por su parte, mamíferos y aves de gran porte como los Toxodontidae, Mylodontidae, Cramaucheniinae y Psilopteridae? sugieren la existencia de parajes más abiertos. En síntesis se puede decir que predominaría una vegetación de tipo parque (*sensu* Cabrera y Willink, 1973).

Si los restos asignados con reservas a Crocodilia, correspondieran a este orden de reptiles (para lo cual se necesitan nuevas evidencias) ello implicaría que en el centro de la actual provincia de Mendoza habría reinado un clima subtropical durante la edad Friasense, quizá no muy diferente al imperante en la zona durante la edad Santaacruense, inmediatamente anterior. Ello a su vez implica que habrían perdurado condiciones ambientales menos exigentes que la inferida para el territorio patagónico durante la edad Friasense. El proceso de aridización en esta zona debió acaecer a partir del Mioceno tardío o del Plioceno.

Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento al Dr. González Díaz y al Geól. E. Núñez por haberle permitido la realización del viaje así como las sugerencias aportadas por el segundo de los nombrados. Al Dr. Bonaparte por su continuo apoyo y crítica en la tarea emprendida. Al Dr. Pascual por sus comentarios y también a los colegas y amigos Dr. G. J. Scillato Yané, Dra. Z. B. de Gasparini y Dr. E. P. Tonni por sus conceptos respecto de los materiales que atañen a sus respectivas especialidades.

Lista de trabajos citados en el texto

- Bondesio, P., J. Rabassa, R. Pascual, M. G. Vucetich y G. J. Scillato Yané, 1980. *La Formación Collon Curá de Pilcaniyeu Viejo y sus alrededores (Río Negro, República Argentina). Su antigüedad y las condiciones ambientales según su distribución, su litogénesis y sus vertebrados.* II Cong. Arg. Paleont. y Bioestr. y I Cong. Latin. Paleont., III: 85-99.
- Cabrera, A. L. y A. Willink, 1973. *Biogeografía de América Latina.* Prog. Reg. Desarr. Cient. y Tecn. O.E.A., Monog. 13, Ser. Biol.: 1-109.
- Cracraft, J., 1968. *A review of the Bathornithidae (Aves, Gruiformes), with remarks on the relationships of the suborder Cariamae.* Am. Mus. Novit. 2326: 1-46.
- Desanti, R. N., 1954. *La estructura geológica de la Sierra Pintada (Departamento de San Rafael, provincia de Mendoza).* Asoc. Geol. Arg. Rev., IX: (4): 246-252.
- 1956. *Descripción geológica de la Hoja 27-Cerro Diamante (Provincia de Mendoza).* Dir. Nac. Min., Bol. 85.
- Gasparini, Z. B. de, 1972. *Los Sebecosuchia (Crocodylia) del territorio argentino. Consideraciones sobre su "status" taxonómico.* Ameghiniana IX: (1): 23-44.
- 1981. *Los Crocodylia fósiles de la Argentina.* Ameghiniana XVIII: (3-4): 177-205.
- González Díaz, E. F., 1964. *Rasgos geológicos y evolución geomorfológica de la Hoja 27d-San Rafael y zona occidental vecina.* Asoc. Geol. Arg. Rev., XIX: (3): 151-188.
- 1972. *Descripción geológica de la Hoja 27d-San Rafael, provincia de Mendoza.* Dir. Nac. Geol. Min., Bol. 132.
- Groeber, P., 1951. *La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29°30'.* Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. "B. Rivad.", Cs. Geol., I: (5): 235-352.
- 1952. *Glacial tardío y postglacial en Patagonia.* Rev. Mus. Munic. Cien. Nat. y Trad. Mar del Plata, I: (1): 79-103.
- Hoffstetter, R., 1958. *Xenarthra.* Traite de Paleontologie VI, (2): 535-636.

- Linares, O. J., 1981. *Tres nuevos carnívoros prociénidos fósiles del Mioceno de Norte y Sudamérica*. Ameghiniana XVIII, (3-4): 113-121.
- Núñez, E., 1976. *Descripción geológica de la Hoja 28c-Cerro Nihuil, Provincia de Mendoza*. Dir. Nac. Geol. Min. Inédito.
- Pascual, R. y O. E. Odreman Rivas, 1973. *Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos*. V Cong. Geol. Arg. III: 295-338.
- Patterson, B. y J. L. Kraglievich, 1960. *Sistemática y nomenclatura de las aves fororracoideas del Plioceno Argentino*. Publ. Mus. Munic. Cien. Nat. y Trad. Mar del Plata I: (1): 1-51.
- Polanski, J., 1963. *Estratigrafía, Neotectónica y Geomorfología del Pleistoceno pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza (Prov. de Mendoza)*. Assoc. Geol. Arg. Rev., XVII: (3-4): 1-127.
- Reig, O. A., 1981. *Teoría del origen y desarrollo de la fauna de mamíferos de América del Sur. Monographiae Naturae*. Mus. Munic. Cienc. Nat. "L. Scaglia" 1: 1-159.
- Scillato Yané, G. J., 1977. *Octomyodontinae: una nueva subfamilia de Mylodontidae (Edentata, Tardigrada). Descripción del cráneo y mandíbula de Otomyodon robertoscagliai n.sp., procedentes de la Formación Arroyo Chasicó (Edad Chasicuense, Plioceno temprano) del sur de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Algunas consideraciones filogenéticas y sistemáticas sobre los Mylodontoidea*. Mus. Munic. Cien. Nat. Mar del Plata "L. Scaglia" 2: (5): 23-140.
- Tonni, E. P., 1980. *The present state of knowledge of the Cenozoic birds of Argentina*. Cont. Natur. Hist. Los Angeles C., 330: 105-114.

Recibido: 20 de diciembre 1982

MIGUEL F. SORIA (h)

Aceptado: 29 de agosto, 1983

CONICET
Museo Argentino de
Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".
Sección Paleozoología
Angel Gallardo 470
(1405) Buenos Aires

PRIMER CURSO

ESTUDIO INTEGRADO DE LOS RECURSOS SUELOS Y AGUAS SU ORDENAMIENTO, USO Y MANEJO

6 al 25 de Febrero de 1984

Río Cuarto - Córdoba

Organiza:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO (ESCUELA DE GRADUADOS)

Apoya:

SUBSECRETARIA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LA NACION

Informes:

Universidad Nacional de Río Cuarto

Estafeta Postal Nº 9

5800 Río Cuarto

Argentina

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RELACION: TIPO DE SUELO-DENSIDAD DE LA RED DE AVENAMIENO EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

SARA CECILIA KERLLEÑEVICH

Resumen

Se hace un estudio estadístico que demuestra la relación: *densidad de la red de avenamiento-tipo de suelo* en la provincia de Entre Ríos. En base a la distribución t de Student y a pruebas de hipótesis se confirma la estrecha vinculación existente entre un tipo de suelo y la densidad de los afluentes que lo surcan. Se toman dos ejemplos: uno corresponde a dos suelos disímiles, que dan diferencias estadísticamente significativas. El otro corrobora una diferencia de medias no significativa en suelos que si bien no pertenecen a una misma unidad edáfica presentan características similares.

Introducción

En la provincia de Entre Ríos, el análisis de la densidad de la red de avenamiento en relación con el ambiente fisiográfico, mejora de un modo notable el conocimiento del paisaje. La densidad de afluentes permite predecir tipos de suelos diferentes, distinguiendo un suelo de otro.

Del mapa de suelos original a escala 1:500.000 de la provincia de Entre Ríos, efectuado según Convenio FAO-INTA-Superior Gobierno de la provincia de Entre Ríos la autora sintetizó en trece las unidades edafológicas primitivas para la investigación en el análisis de la red hidrográfica de la provincia en su relación con los suelos de la misma.

Esta síntesis comprende las siguientes divisiones:

1. Brunizems típicos (Argiudoles típicos) en peniplanicies onduladas con manto de loess espeso y Argiudoles típicos y vérticos con peniplanicies onduladas con moderado manto de loess.
2. Vertisoles, en planicies onduladas sin loess. Vertisoles con gilgai, erosión leve a moderada. Vertisoles hidromórficos con y sin gilgai.
3. Terrazas arenosas antiguas sobre alu-

Abstract

Results of a statistical study are presented dealing with data on density of the hydrographical system related with soil types in Entre Ríos province.

The sample mean values of these data are calculated by T-test in individual soils in order to test whether the differences in the mean values of the samples are significant or not.

This study confirms the close relationship existing between soil types and hydrographical system density.

viales arcillosos (Inceptisoles más Molisoles). Suelos arenosos pardos sobre aluviales arcillosos.

4. Terrazas aluviales: a) terrazas arenosas antiguas del río Uruguay. Suelos arenosos rojizos, idem con algunos afloramientos de areniscas; b) planos aluviales limosos, arcillosos, gleyzados y pobremente drenados.
5. Intergrado (Molisol más Vertisol). Peniplanicies onduladas con manto de loess de poco espesor. Brunizems vertisólicos asociados a Brunizems típicos y Vertisoles en gilgai.
6. Bañados de altura. Areas sin red de drenaje definida. Gleys subhúmicos-Argiudoles vérticos.
7. Peniplanicie con muy poco loess, áreas sin red de drenaje definida y altillanuras. Planosoles y suelos planosólicos, erosión leve y moderada. Planosales y altillanuras. Planosoles y suelos alcali-verticales planosólicos.
8. Altillanuras. Planosoles y suelos alcalinos (Ocracualfes vérticos y típicos; Natracualfes vérticos y Halacueptes típicos).
9. Suelos aluviales con albardones y es-

- teros. Asociación de suelos limosos moderadamente bien drenados (albardones), limo-arcillosos, gleyzados, y suelos alcalinos.
10. Llanuras aluviales antiguas, moderada a imperfectamente drenadas. Brunizems hidromórficos y/o planosólicos y planosoles.
 11. Altillanuras con planosoles.
 12. Llanuras aluviales antiguas, pobre a muy pobremente drenadas. Suelos hidromórficos.
 13. Delta del río Paraná. Médanos costeros antiguos.

De estas trece unidades, incluidas a su vez en el mapa de la figura 1, se seleccionaron las cuatro primeras para el estudio estadístico presente.

Antecedentes

Numerosos son los autores que han trabajado en temas relacionados con el presente, uno de los más recientes es Rabassa, J. (1982) quien hace un análisis estadístico de la variación regional de la densidad de la red de drenaje y su significado geomorfológico en la provincia de Buenos Aires. Scotta *et al.* (1975) en un trabajo preliminar al presente, relaciona patrones de la red de avenamiento, grado de erosión y principales órdenes de suelos en la provincia de Entre Ríos.

Otros trabajos que se pueden citar son los de: Burgos, J. y Vidal, A. (1951); López Alaniz (1956); van Barneveld (1971); Etchevehere, P. H. (1976); informes del Plan Mapa de la Provincia de Entre Ríos (1972/74/76); Madow (1944); Cansado (1950); Buckland (1951); Cochran

(1953); Azorín (1955); Ríos (1956); Masuyama (1957); Birnbaum (1961); Hoel (1962); Spiegel (1969); Azorín (1969); Hayase y Manera (1973); Sylwester, *et al.* (1981).

Materiales y métodos

Para la confección del mapa de la red hidrográfica a escala 1:500.000 de la provincia de Entre Ríos, se trabajó sobre mosaicos aéreos a escalas 1:50.000 y 1:20.000. Eventualmente escala 1:100.000 o pares estereoscópicos a escala 1:20.000. Trazada la red hidrográfica sobre los mismos se redujo luego a escala 1:500.000 sobre un mapa de la provincia de Entre Ríos subdividido en sectores rectangulares equivalente a una hoja topográfica a escala 1:100.000.

Efectuada la síntesis de los Grandes Grupos de suelos o asociaciones de los mismos en el mapa de suelos a escala 1:500.000, se efectuó el muestreo sistemático, tomándose la densidad promedio en cinco "muestras" de 10.000 hectáreas cada una por unidad edafológica y por hoja topográfica.

El muestreo sistemático selecciona la primera unidad con "tablas de números al azar" quedando el resto seleccionado automáticamente según un plan definido de unidades espaciadas regularmente.

En este tipo de muestreo, ninguna sucesión grande de elementos (unidades edafológicas) queda sin representar. Como los suelos tienden a formar grupos (zonas) de densidades de afluentes semejantes, el muestreo sistemático es en este caso de mayor representatividad que el muestreo aleatorio simple.

El muestreo efectuado en las unidades 1 (Brunizems); 2 (Vertisoles); 3 (Terrazas arenosas) y 4 (Terrazas aluviales) condujo a los siguientes resultados:

Unidad edafológica	1	2	3	4
D	77	34	15	20
e	75	29	17	15
n	64	28	15	16
s	52	30	18	11
i	36	29	17	9
d	28	30	18	
a		30	12	
d		33		
n	6	8	7	5
X	55	30	16	14
ΣX_i	332	243	112	71
S	412.66	4.26	4.66	18.7
C ^v	36.93 %	6.80 %	13.49 %	30.89 %

Para el total de valores de la tabla anterior, referida a densidades muestrales de la red de avenamiento, n (o número de observaciones) = 26; \bar{X} (o media aritmética) = 29; ΣX (o sumatoria de las X) = 758; \check{S}^2 (o varianza muestral) = 345.97 y C^v (o coeficiente de variación) = 64.13.

Con estos valores se forma la razón t :

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\check{S}}{\sqrt{n}}}$$

cuya distribución muestral es la de Student.

Resultados

Los valores de las densidades medias de las redes de avenamiento en las cuatro unidades de suelos aquí tomadas, muestran claras diferencias entre sí, ya sea Brunizems con Vertisoles, o con las terrazas aluviales. Se corrobora aquí estadísticamente que:

- las densidades medias entre Brunizems y Vertisoles presentan una diferencia significativa;
- las terrazas arenosas antiguas y las terrazas aluviales no presentan una diferencia significativa.

Esto se basa en dos pruebas de hipótesis:

- La densidad media de afluentes de los Brunizems es mayor que la de los Vertisoles.
- La densidad media de afluentes en las unidades 3 (terrazas arenosas antiguas) y 4 (terrazas aluviales) es la misma.

Ambas encuadran dentro de un contraste de hipótesis referente a la diferencia de dos medias poblacionales, cuando las varianzas poblacionales son desconocidas y los tamaños muestrales menores que 30.

Si en las poblaciones 1, 2, 3 y 4 de las que se han extraído las muestras de densidades de afluentes en forma independiente, se presenta dentro de una distribución gaussiana una varianza que, a pesar de ser desconocida se supone la misma en todos los

casos, puede definirse el siguiente estadístico de contraste:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot S_1^2 + (n_2 - 1) \cdot S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

En esta fórmula:

- X_1 y X_2 = medias muestrales
- μ_1 y μ_2 = medias poblacionales
- n_1 y n_2 = tamaños de las muestras
- S_1^2 y S_2^2 = varianzas de las densidades
- $n_1 + n_2 - 2$ = grados de libertad

Primera prueba de hipótesis: la densidad media de la red de avenamiento en las Brunizems es mayor que la densidad en los Vertisoles.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Para un nivel de significación 0,05 y ensayo a una sola cola; aplicando la fórmula anterior, el valor del t "crítico" es = 1.782, mientras que el valor de t es 3,54.

Se rechaza por lo tanto la hipótesis nula H_0 . La diferencia de densidades promedio de las unidades edafológicas 1 y 2 es estadísticamente significativa.

Segunda prueba de hipótesis: la densidad media de la red de avenamiento en las "Terrazas arenosas antiguas" es la misma que en las "Terrazas aluviales".

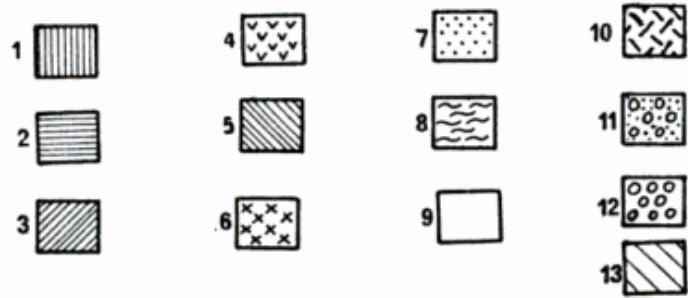
$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Para 0,10 y 10 grados de libertad, el t "crítico" es: 1.812; mientras que el valor de t obtenido a través de la fórmula es: 1.066. No se rechaza por lo tanto la hipótesis nula: las densidades de drenaje medias no difieren significativamente (pertenecen a una misma población).

Conclusiones

Se ha corroborado, para la provincia de Entre Ríos que la densidad de la red de avenamiento en un determinado tipo de suelos y éste mismo tienen una vinculación estrecha.



Referencias del mapa de suelos

1. Brunizems típicos (Argiudoles típicos) en peniplanicies onduladas con manto de loess espeso y Argiudoles típicos y vérticos con peniplanicies onduladas con moderado manto de loess.
2. Vertisoles, en peniplanicies sin loess onduladas a muy suavemente onduladas. Vertisoles con gilgai, erosión leve a moderada. Vertisoles hidromórficos con y sin gilgai.
3. Terrazas arenosas antiguas sobre aluviales arcillosos (Inceptisoles más Molisoles). Suelos arenosos pardos sobre aluviales arcillosos.
4. Terrazas aluviales: a) terrazas arenosas antiguas del río Uruguay. Suelos arenosos rojizos, ídem con algunos afloramientos de areniscas; b) planos aluviales limosos, arcillosos, gleyzados y pobremente drenados.
5. Intergrado (Molisol más Vertisol). Peniplanicies onduladas con manto de loess de poco espesor. Brunizems vertisólicos asociados a Brunizems típicos y Vertisoles sin gilgai.
6. Areas sin red de drenaje definida. "Baños de altura" - Gleys subhúmicos - Argiudoles vérticos.
7. Peniplanicie con muy poco loess, áreas sin red de drenaje definida y altillanuras. Planosoles y suelos planosólicos, erosión leve y moderada. Planosoles y vertisoles planosólicos.
8. Altillanuras. Planosoles y suelos alcalinis (Ocracualfes vérticos y típicos; Natracualfes vérticos y Halacueptes típicos).
9. Suelos aluviales en valles aluviales mayores con albardones y esteros. Asociación de suelos aluviales limosos moderadamente bien drenados (albardones), limosos, arenosos, arcillosos, gleyzados, pobremente drenados (esteros) y suelos alcalinos (playas).
10. Llanuras aluviales antiguas, moderada a imperfectamente drenadas - Brunizems hidromórficos y/o planosólicos y planosoles.
11. Altillanuras - Planosoles. Ocracualfes típicos y vérticos, Natracualfes vérticos, Halacueptes típicos.
12. Llanuras aluviales antiguas, pobre y muy pobremente drenadas. Suelos hidromórficos y suelos hidromórficos alcalinos.
13. Delta del río Paraná. a) Superior estuárico antiguo con líneas de ribera, ídem con posterior influencia fluvial, médanos costeros antiguos, delta fluvial inferior.

Agradecimientos

Este trabajo se inició cuando la autora formaba parte del Plan Mapa de Suelos de la Pcia. de Entre Ríos (Convenio INTA-EEA Pná-Sup. Gob. de la Pcia. de Entre Ríos), y se continuó en la Universidad Nacional del Sur, en el Dto. de Matemáticas. Se agradece a los geólogos Egidio Scotta y Carlos Vesco de Paraná por el asesoramiento recibido durante la fase inicial. Igualmente al geólogo Roberto Schillizzi y el estadístico matemático Gerardo Sylvester, de Bahía Blanca por la lectura crítica de la versión preliminar y supervisión del aspecto estadístico-matemático.

Lista de trabajos citados en el texto

- Azorín, F., 1955. *Una nota sobre estimadores y estimandos*. A.S.O.V.A.C., Caracas.
- 1969. *Curso de muestreo y aplicaciones*. Aguilar, S. A. (Edic.), Madrid.
- Birnbaum, A., 1961. *A unified theory of estimation*. Ann. Math. Stat. 32.
- Buckland, W. R., 1951. *A review of the literature of systematic sampling*. Jour. Roy. Stat. Soc., B 13; 208.
- Burgos, J. y A. Vidal, 1951. *Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite*. Meteorol. 1, (1).
- Cochran, W. G., 1953. *Sampling techniques*.
- Casado, E., 1950. *Conferencias sobre muestreo estadístico*. Inst. Nac. Estadíst., Madrid.
- Etchevehere, F., 1976. *Normas de reconocimientos de suelos*. INTA, 152.

- Hoel, P. G., 1962. *Introduction to mathematical statistics*. John Wiley y Sons. Inc., New York.
- Hayase, K. y T. Manera, 1973. *A statistical analysis of experimental data on filling temperature of fluid inclusions in fluorite from fluorite deposits of Patagonia, Argentina*. Mining Geology, 23, (1).
- Madow, W. G. y L. H. Madow, 1944. *On the theory of systematic sampling*. Ann. Math. Stath, 15.
- Masuyama, A., 1957. *The use of sample range in estimating the standard deviation of the variance of any population*. Sankya, vol. 18.
- López Alaniz, Y. Lagisquet de, 1956. *Petrología de los suelos de los alrededores de Concordia*. RJA. X, (1).
- Rabassa, J., 1982. *Variación regional y significado geomorfológico de la densidad de drenaje en la cuenca del río Sauce Grande, Provincia de Buenos Aires*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXXVII (3): 268-284.
- Ríos, S., 1956. *Sobre la noción del estimador consistente*. Trabajos de Estadística 7.
- Suelos, Plan Mapa de Entre Ríos, 1972. *Los suelos de la cuenca del Arroyo Horqueta*. EERA, Paraná.
- 1974. *Suelos y erosión de la Provincia de Entre Ríos*. EERA-INTA, Paraná.
- 1976. *Los suelos del área de la represa de Salto Grande*, EERA, Paraná.
- Scotta, E., S. Kerlleñevich y C. Vesco, 1975. *Relación entre suelos, erosión y patrones de drenaje a escala de reconocimiento generalizado (1:500.000) de la Provincia de Entre Ríos*. 7ª Reun. Arg. C. del Suelo.
- Syvester, G., S. Salas y L. Caplán, 1981. *Estadística aplicada*. B. Blanca.
- Spiegel, M., 1969. *Teoría y problemas de estadística*. Mc Graw Hill.
- van Barneveldt, G. W., 1971. *Los suelos de la EEA-INTA-Paraná*. EERA - Paraná.

Recibido: 13 de setiembre, 1982.

SARA CECILIA KERLLEÑEVICH

Aceptado: 23 de agosto, 1983.

Universidad Nacional del Sur
Las Heras 25, 9º B,
8000 Bahía Blanca.

IX CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO

5 al 9 de Noviembre de 1984

San Carlos de Bariloche - Argentina

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Auspiciado por:

Durante el mismo se realizarán las Sesiones Científicas Ordinarias y los siguientes Simposios:

- Evolución Tectónica de los Andes
- Geología Aplicada a la Ingeniería
- Paleoambientes sedimentarios en la prospección de recursos naturales
- Procesos y propiedades de la corteza granítico-metamórfica
- Tectonofísica de arcas cratónicas y móviles

Toda correspondencia deberá dirigirse al Secretario de la Junta Ejecutiva:

IX Congreso Geológico Argentino

Casa del Geólogo
Maipú 645, 1er. piso
1006 Buenos Aires

Argentina

FORAMINIFEROS Y OSTRACODOS VALANGINIANOS DE LA FORMACION SPRINGHILL, PATAGONIA AUSTRAL

ANA A. KIELBOWICZ, DIANA I. RONCHI y NESTOR H. STACH

Resumen

Se describen e ilustran los primeros foraminíferos y ostrácodos hallados en capas marinas de la Formación Springhill, en el sector argentino de la cuenca Austral.

Las muestras estudiadas proceden de los afloramientos de dicha unidad en el área de la bahía de la Lancha y de testigos de corona recuperados del sondeo YPF.SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto), provincia de Santa Cruz.

La asociación microfaunística es de edad valanginiana y corresponde a un ambiente marino poco profundo, de aguas templado-frías y circulación restringida.

La presencia de especies en común con las cuencas de Majunga (Madagascar), Africa del Sur y sector chileno de la cuenca Austral, indica una corta vía de comunicación marina con dichas regiones durante el Valanginiano.

Abstract

The first foraminifera and ostracoda found in marine beds of the Springhill Formation in the Argentine part of the Austral Basin are described and illustrated.

The studied samples have been collected from outcrops in the Bahía de la Lancha area and from cores recovered from the YPF.SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto) well, Santa Cruz Province.

The microfaunistic association is of Valanginian age and corresponds to a shallow marine environment of temperate-cold waters and restricted circulation.

Species in common with Majunga (Madagascar), South Africa basins and Chilean part of the Austral Basin, indicate a short marine route of communication with these regions during the Valanginian.

Introducción

La microfauna que se da a conocer en la presente contribución, constituye un nuevo aporte en lo que se refiere a la edad de la Formación Springhill.

Una de las zonas bajo estudio se ubica en el sector norte del departamento de Lago Argentino, en las inmediaciones de la bahía de la Lancha, brazo oriental del lago San Martín, sobre el borde occidental de la cuenca Austral.

El afloramiento del cual se extrajeron las muestras analizadas (SP. 2, fig. 1) se encuentra a 2 km en dirección noreste de la estancia La Lila y constituye la continuación del que Riccardi (1971) describiera en su perfil "Subida del Chancho". En este punto no aflora la base de la Formación Springhill, que sí lo hace en la margen sur del arroyo de la Mina.

El estudio de este sector de la cuenca Austral fue encarado por diversos autores: Bonarelli y Nágera (1921), Riggi (1933), Frenguelli (1935), Piatnizky (1938), Ferruglio (1938), Bianchi (inéd., 1967), Turic (inéd., 1971), Riccardi (1971, 1976, 1977) y Nullo *et al.* (1978, 1981).

En lo que respecta al análisis específico de la Formación Springhill en esta zona, merecen especial atención los trabajos de Riccardi (1976, 1977) referidos al contenido paleontológico y edad de la misma, sobre la base de la macrofauna hallada al este de la bahía de la Lancha.

La otra zona bajo estudio corresponde al pozo YPF.SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto), (fig. 1). El sondeo ubicado a 126 m s.n.m., al sur del río Coyle, en las coordenadas x: 4.329.889 e y: 2.485.670, fue efectuado en el año 1981 y alcanzó una profundidad máxima de 1382,2 m bajo boca de pozo. La Formación Springhill se localizó en la isóbata de —1184 m, con 39 m de espesor. El material estudiado proviene de muestras de testigo corona, correspondientes al tramo de 1314-1323 metros bajo boca de pozo.

Con respecto a la estratigrafía del subsuelo de este sector de la cuenca y en particular en lo que se refiere a la Formación Springhill, merecen citarse los trabajos de Riggi (1977), Robles (inéd., 1978, 1980), Marinelli (inéd., 1980) y Marinelli y Di Persia (inéd., 1980).

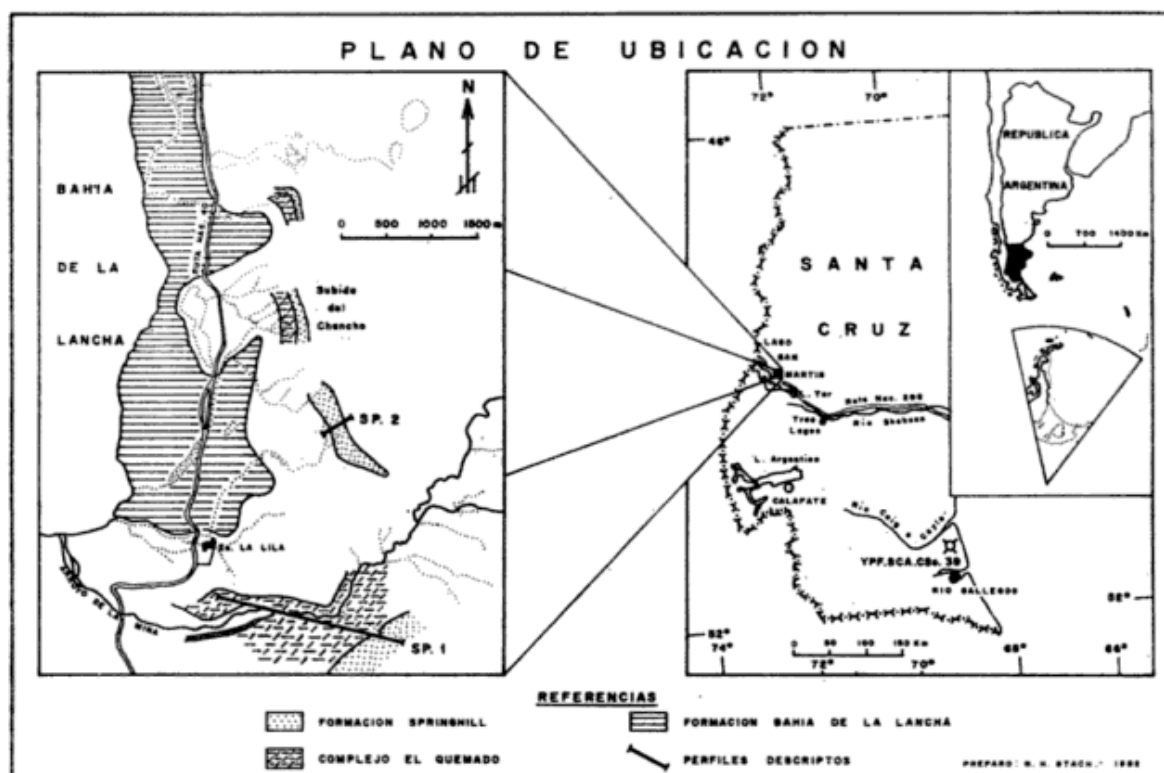


Fig. 1. — Plano de ubicación de los perfiles SP.1 - SP.2, integrados como "Perfil Arroyo de la Mina" y del Sondeo YPF SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto).

Si bien no se conocen citas micropaleontológicas para la unidad considerada, deben señalarse los estudios sobre microfaunas neocomianas, realizados para diversos sectores de la cuenca, en particular para el subsuelo de Tierra del Fuego (Malumián y Masiuk, 1975), alrededores del Lago Fontana, provincia de Chubut (Masiuk y Nakayama, 1979) y subsuelo de la provincia de Santa Cruz (Flores *et al.*, 1973; Masiuk y Ronchi (inéd., 1980).

Area Bahía de la Lancha

Distribución

La unidad no aflora en forma continua. La base (SP. 1, fig. 1) se expone en la margen sur del arroyo La Mina, a 4 km de su desembocadura aproximadamente, en un punto conocido como "Piedra Cuadrada" por los lugareños. La parte superior (SP. 2, fig. 1) aflora a lo largo de un paredón relativamente continuo, que se encuentra a 2 km en dirección noreste, de la estancia La Lila. Integrando los valores obtenidos en uno y otro punto, el espesor total es de aproximadamente 106 metros (40 y 66, respectivamente).

Relaciones estratigráficas

Si bien el contacto basal está cubierto, a partir del estudio petrográfico del conglomerado que integra la base de la Formación Springhill, se puede suponer que existe una discordancia de tipo erosivo, entre esta unidad y el Complejo El Quemado, discordancia que a nivel regional ha sido demostrada por estudios de subsuelo (Robles, inéd., 1978), Marinelli y Di Persia (inéd., 1980), realizados en la zona central y oriental de la provincia de Santa Cruz.

Características litológicas y facies

Se diferencian tres asociaciones litológicas que corresponden, de abajo hacia arriba, a sedimentos continentales, marinos y nuevamente continentales. Los espesores son de 74, 22 y más de 10 metros respectivamente. No hay unidad superior que permita acotar el límite del último tramo.

La secuencia inferior está integrada por un conglomerado polimictico, constituido por abundantes fragmentos líticos (70 % de metacuarcitas, limolitas, fangolitas micáceas y tobas) y cuarzo (15 %) de origen volcánico, cementados por una pasta vítrea (15 %)



Fig. 2. — Afloramiento de la formación Springhill en el área de la Bahía de la Lancha a 2 km en dirección noreste de la estancia La Lila. A: sección marina.

muy alterada. Por encima se disponen lentes de areniscas gruesas y tufitas con restos carbonosos. Hacia los niveles superiores la sedimentación es más fina, con alternancia de arenitas gruesas a medianas, vaques finas, fangolitas, fangolitas carbonosas y delgadas capas de carbón (0.05-0.02 m) que culminan con 2 m de pelitas friables.

La secuencia marina se apoya sobre las pelitas y está compuesta, hasta su parte media, de calizas arenosas nodulares, fétidas, interestratificadas con fangolitas calcáreas que pasan a *grainstone* arenoso, vaques glauconíticas muy finas y fangolitas ferruginosas.

Finalmente, la tercer secuencia, también continental, pero sin alcanzar el desarrollo de la primera, se compone de areniscas lenticiformes muy gruesas a finas que pasan a areniscas medianas en bancos tabulares con restos de tallos en posición vertical, interestratificadas con fangolitas negras laminadas.

Desde el punto de vista mineralógico, en las areniscas predomina en forma manifiesta el cuarzo (60-90 %) sobre los fragmentos líticos, solamente abundantes en los primeros 40 metros. Los feldespatos prácticamente están ausentes en las tres secuencias. En el nivel marino se destaca la presencia de glauconita y de minerales ferruginosos, fundamentalmente pirita framboidal. Son muy comunes las "perlas de cuarzo" y también el cuarzo bipiramidal, como granos sueltos en todos los tipos litológicos.

En los primeros 40 m predominan los cuerpos lenticiformes de poca continuidad lateral, pobremente seleccionados y con estratificación entrecruzada. En el resto de la unidad los bancos son preferentemente tabulares, continuos lateralmente, masivos o gradados, de

moderados a bien seleccionados, con pasaje gradual y alternante de un tipo litológico a otro.

Dentro de la primera secuencia, la sección basal corresponde a depósitos de canales fluviales, producto de la erosión de la unidad volcánica infrayacente y de otras unidades, elevadas como consecuencia de la evolución tectónica de la cuenca.

El avance del mar instala un régimen mixto representado por areniscas de barrera que gradan verticalmente a sedimentos finos con carbón interestratificado, correspondientes a depósitos de la zona lagunar, como respuesta a un pequeño pulso regresivo. Un nuevo avance del mar reestablece condiciones de mayor circulación y energía bajo las cuales vuelven a depositarse sedimentos gruesos y bien seleccionados, identificados como depósitos de areniscas de barrera.

La secuencia suprayacente puede ser considerada como el producto de sedimentación en un ambiente marino poco profundo y restringido. Finalmente, depósitos de areniscas lenticiformes muy gruesas, de poca continuidad lateral que gradan a areniscas finas con estratificación entrecruzada en artesa de gran escala y que culminan con areniscas tabulares con restos de tallos en posición vertical, indican el inicio de una nueva continentalización como respuesta a un retiro momentáneo del mar.

Características bioestratigráficas

Los fósiles mencionados en esta oportunidad para la Formación Springhill, se restringen a la secuencia marina. En ambas secciones continentales solamente se observaron restos de tallos indeterminables.

La macrofauna se corresponde en gran parte, con la descrita por Riccardi (1971,



Fig. 3. — Detalle de la sección marina.



Fig. 4. — Fangolitas calcáreas y calizas arenosas nodulares con microfósiles.

1976, 1977) para los perfiles de la Subida del Chancho (fig. 1) y Estancia La Federica, en la misma zona de trabajo y a escasos kilómetros del punto en que se describe la parte superior de la Formación Springhill (SP. 2, fig. 1).

Los macrofósiles hallados en SP. 2, muestras 54, 56, 57, 58, 59, 60, 63 y 64 (fig. 6), se encuentran en mal estado de conservación, generalmente fracturados, las valvas desarticuladas y fuertemente adheridas a las rocas portadoras (vaques glauconíticas).

Un detalle de los fósiles presentes incluye:

- PELECIPODOS: *Chlamys (Aequipecten) octoplicoides (Hertlein)*.
Entolium (E.) cf. argentinum (Stanton).
?Lucina cf. neuquensis Haupt
Megacucullaea cf. kraussi (Tate).
?Pleuromya sp.
- BELEMNITES: *Belemnopsis patagoniensis (Favre)*.
Belemnopsis cf. madagascariensis (Besairie).
Belemnitida indet.
- AMONITAS: *?Jabronella aff. michaelis (Uhlig)* (Berriasiano-Valanginiano inferior. Comunicación personal del Dr. Riccardi, 1982).
Berriasellidae indet.
Lytoceratidae indet.

La determinación taxonómica fue realizada por el Dr. A. C. Riccardi de la Universidad Nacional de La Plata (Facultad de Ciencias Naturales y Museo).

Los microfósiles provienen de las muestras 54 y 56 (fig. 6) y las rocas portadoras son "wackestones" arenosos y arenopelíticos.

La microfauna, caracterizada por su baja

diversidad y regular a mal estado de conservación, está integrada por foraminíferos bentónicos pertenecientes a la Superfamilia Nodosariacea, con excepción de dos especies de pared aglutinada.

Lenticulina muensteri (Roemer) y *Lenticulina nodosa* (Reuss) son las especies más frecuentes, seguidas en orden de abundancia por *Astacolus mutilatus* Espitalié y Sigal, *Astacolus microdictyotos* Espitalié y Sigal y *Saracenaria pravoslavlevi* Fursenko y Polenova. Las restantes están representadas, en la mayoría de los casos, por dos o tres individuos.

La asociación de foraminíferos se encuentra acompañada por abundantes prismas de *Inoceramus*, otros restos de pelecípodos indeterminables, muy escasas espinas de equinodermos y muy escasos dientes no determinados. Se han reconocido además, dos o tres caparazones juveniles de ostrácodos, mal conservados, indeterminables y probablemente alóctonos. Debe señalarse la abundancia de pirita framboidal y de glauconita, menos abundante.

Area Cañadón Salto (YPF.SCA.CSo. 39)

Distribución

La unidad presenta marcadas variaciones de facies y espesor en distancias relativamente cortas, debido fundamentalmente a sus condiciones de yacencia (Marinelli y Di Persia, inéd., 1980).

Relaciones estratigráficas

Se apoya en discordancia erosiva sobre la Serie Tobifera y hacia arriba pasa gradualmente a las pelitas de la Formación Palermo-Aike.



Fig. 5. — Sección continental superior. Paleosuelo.

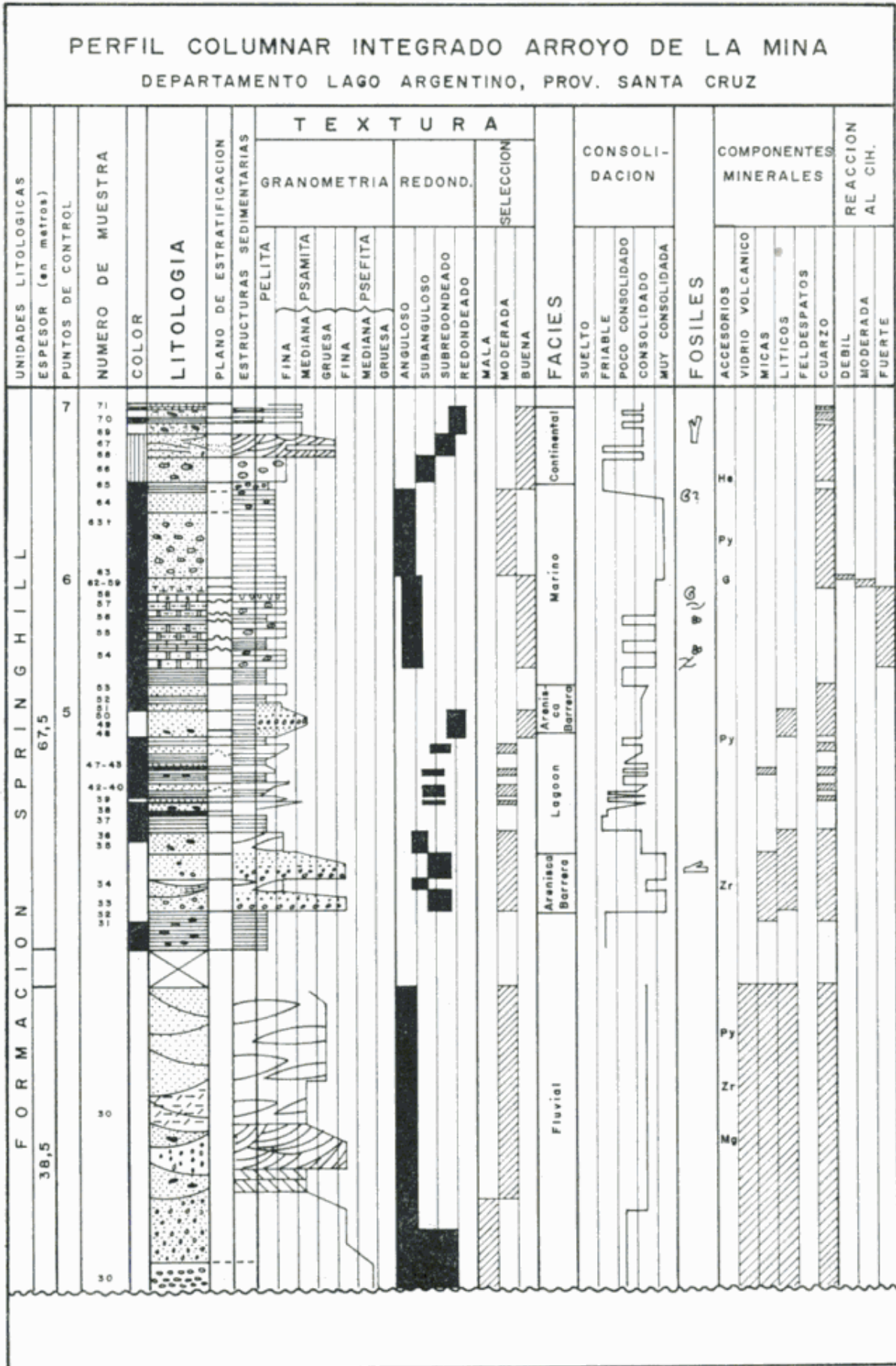


Figura 6

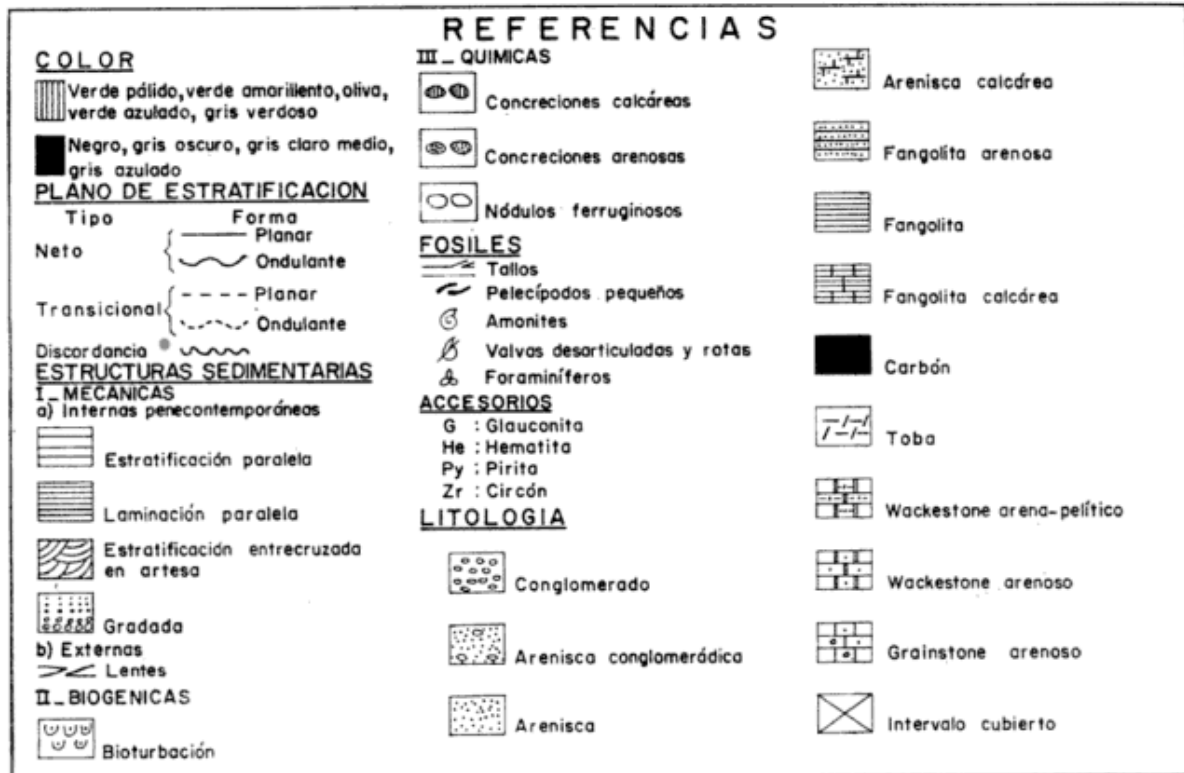


Fig. 6° — Referencias para el perfil columnar.

Características litológicas

La litología correspondiente al tramo 1314-1323 mbbp. está representada por areniscas cuarzo-glauconíticas, gris verdosas, inmaduras tanto textural como composicionalmente (vaques cuarzo-glauconíticas), lo que se manifiesta por el valor promedio de fragmentos líticos (20 %), feldespatos (10 %) y matriz arcillosa (15 %). El cuarzo y la glauconita predominan sobre el resto de los componentes, alcanzando valores que oscilan en ambos casos, entre un 15 % y 25 %.

Los clastos son frecuentemente subangulosos, con un grado de selección moderado a pobre. Son comunes los bioclastos carbonáticos, tales como restos de valvas, cónchulas de foraminíferos, ostrácodos y fragmentos de equinodermos, sobre todo en el nivel 1320,1-1320,6 mbbp. El cemento es en todos los casos carbonático.

Características bioestratigráficas

De los tramos de testigo corona estudiados, solo se han recuperado restos fósiles relativamente abundantes, en el comprendido entre los 1320,1-1320,6 metros bajo boca de pozo.

La microfauna, representada por una asociación de foraminíferos bentónicos y ostrá-

codos marinos, se presenta en buen a regular estado de conservación.

La asociación de foraminíferos se caracteriza por su baja diversidad. Las especies más frecuentes son: *Lenticulina nodosa* (Reuss), *Lenticulina sp. A* y *Lenticulina muensteri* (Roemer), seguidas en orden de abundancia por *Lagena hauteriviana cylindracea* Bartenstein y Brand y *Ramulina aculeata* Wright. Las especies restantes están representadas en general por dos o tres individuos.

Los ostrácodos constituyen una parte importante de la fauna total. *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli es la especie más frecuente, reconocida en todos sus estadios de crecimiento (lám. 6, figs. 1-9). Si bien la descripción de las restantes especies de ostrácodos no se da a conocer en el presente trabajo, su ilustración apunta a ofrecer un panorama completo de la asociación faunística.

Los megafósiles determinados son los siguientes (Riccardi, 1982):

— PELECIPODOS: *Chlamys (Aequipecten) octoplicoides* (Hertlein).

Entolium (E.) cf. argentinum (Stanton).

Se han reconocido además escasos restos de briozoos, espinas de equinoideos, dientes no determinados, fragmentos de valvas de pelecípodos y coprolitos. Es de destacar la abundancia de glauconita y la escasez de pirita.

Lista alfabética de foraminíferos, ostrácodos y megafauna de la Formación Springhill identificados en SP. 2 (bahía de la Lancha) y SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto)

FORAMINIFEROS	SP. 2	SCA. CSo. 39
<i>Astacolus microdictyotos</i>	+	+
<i>Astacolus mutilatus</i>	+	
<i>Bulloporella</i> sp.	+	
<i>Bulloporella tuberculata</i>	+	
<i>Citharina sparsicostata</i>	+	
<i>Conorboides</i> sp.		+
<i>Dentalina</i> sp.	+	
<i>Dentalina terquemii</i>		+
<i>Frondicularia simplicissima</i>		+
<i>Frondicularia</i> sp.		+
<i>Haplophragmoides</i> sp.		+
<i>Lagena hauteriviana cylindracea</i>		+
<i>Lenticulina ambanjabensis</i>		+
<i>Lenticulina</i> aff. <i>haesitans</i>	+	
<i>Lenticulina muensteri</i>	+	+
<i>Lenticulina</i> (L.) <i>nodosa nodosa</i>	+	+
<i>Lenticulina</i> (L.) <i>nodosa malumiani</i>		+
<i>Lenticulina</i> (L.) <i>nodosa</i> s.l.		+
<i>Lenticulina</i> sp. nov.?	+	
<i>Lenticulina pulchella</i>		+
<i>Lenticulina</i> sp. A		+
<i>Lingulina bettenstaedti</i>	+	
<i>Marssonella kummi</i>	+	+
<i>Marssonella subtrochus</i>	+	+
<i>Pseudonodosaria humilis</i>	+	+
<i>Ramulina aculeata</i>		+
<i>Saracenaria pravoslavlevi</i>	+	
<i>Saracenaria tsaramandrosoensis</i>		+
<i>Tristix acutangulus</i>	+	+
<i>Tristix insignis</i>	+	
<i>Vaginulina</i> sp.		+
<i>Webbinella subhemisphaerica</i>	+	
OSTRACODOS		
<i>Bythocypris</i> ? sp.		+
<i>Cytherella algoensis</i>		+
<i>Cytherelloidea</i> A		+
<i>Majungaella</i> A		+
<i>Paracypris</i> A		+
<i>Paranotocythere</i> ? sp.		+
<i>Progonocythere</i> A		+
<i>Rostroclytheridea</i> ? sp.		+
BIVALVOS		
<i>Chlamys</i> (<i>Aequipecten</i>) <i>octoplicoides</i>	+	+
<i>Entolium</i> (E.) cf. <i>argentinum</i>	+	+
? <i>Lucina</i> cf. <i>neuquensis</i>	+	
<i>Megacucullaea</i> cf. <i>kraussi</i>	+	
? <i>Pleuromya</i> sp.	+	
BELEMNITES		
<i>Belemnopsis</i> cf. <i>madagascariensis</i>	+	
<i>Belemnopsis patagoniensis</i>	+	
AMONITAS		
<i>Jabronella</i> aff. <i>michaelis</i>	+	

Comparación de las microfaunas

Las microfaunas de las dos áreas consideradas se caracterizan por una baja diversidad específica, lo que se manifiesta con el dominio de unas pocas especies sobre las demás, algunas de las cuales están presentes con uno o dos ejemplares solamente.

De las 32 especies de foraminíferos identificadas, 18 corresponden al sector de la bahía de la Lancha (SP. 2) y 21 a Cañadón Salto (SCA.CSo. 39); 7 son comunes para ambas áreas.

La presencia de una asociación de ostrácodos en SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto) ausente en SP. 2 (Bahía de la Lancha), sugiere que las condiciones ambientales imperantes en ambas áreas, fueron menos reductoras para la primera localidad mencionada.

Relaciones y edad de la microfauna

La microfauna estudiada presenta catorce especies en común con la asociación descrita por McLachlan *et al.* (1976 a-b) para la sección inferior de la Formación Sundays River, cuenca de Algoa, Africa del Sur y para formaciones equivalentes tales como Brenton y Mngazana, aflorantes a lo largo de la costa sudafricana. La edad asignada por dichos autores es valanginiana superior y la extinción filogenética del ostrácodo *Cytherella algoensis* Brenner y Oertli, es considerada como indicativa del límite entre el Valanginiano y el Hauteriviano (McLachlan *et al.*, 1976a, Brenner y Oertli, 1976).

Ocho especies son comunes con la cuenca de Majunga, Madagascar, todas presentes en la cenozoona D (Portlandiano - Valanginiano) y una de ellas, *Astacolus microdictyotos* Espitalié y Sigal (1963) es guía de la mencionada cenozoona.

Por otra parte, en el sector chileno de la cuenca Austral *Astacolus microdictyotos* es una de las especies cuya aparición en las perforaciones, marca el techo del piso Esperanziano (Portlandiano - Hauteriviano), definido por Natland *et al.* (1974).

El grado evolutivo que muestra la especie en Springhill, es muy similar al de las formas elongadas sudafricanas. Esta tendencia evolutiva hacia formas elongadas se manifiesta, en opinión de Espitalié y Sigal (*op. cit.*), hacia el techo de la cenozoona D, es decir en el Valanginiano.

Con respecto a la presencia de *Lenticulina* (L.) *nodosa malumiani* Aubert y Barten-

DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LAS CUENCAS DE SUD AFRICA Y MADAGASCAR																
EDAD	ESPECIES															
	<i>Astacolus microdictyotos</i>	<i>Astacolus multifolatus</i>	<i>Citharina sparsicostata</i>	<i>Marsonella kummi</i>	<i>Marsonella subtrochus</i>	<i>Fronicularia simplicissima</i>	<i>Lenticulina ambanjabensis</i>	<i>Lenticulina nodosa</i>	<i>Linguina bettenstaedti</i>	<i>Pseudonodosaria humilis</i>	<i>Saracenaria pravoslavlevi</i>	<i>Saracenaria tsamandrosoensis</i>	<i>Tristix acutangulus</i>	<i>Tristix insignis</i>	<i>Webbina subhemisphaerica</i>	<i>Cytherella algoensis</i>
BARREMIANO		?					?				?					
HAUTERIVIANO	—	---	—			—	---	—		---	—				
VALANGINIANO	—	---	—	—		—	---	—	—	---	—		—	—	—
BERRIASIANO	—	---	—		?		---			---	—				?
PORTLANDIANO										---	—				
KIMMERIDGIANO										---	—				
														REFERENCIAS		

Figura 7

stein, debe señalarse que en opinión de sus autores, esta subespecie se habría originado en Tierra del Fuego, al iniciarse la separación entre Africa y América del Sur, en el Valanginiano - Hauteriviano.

Puede concluirse que la asociación microfauística en general y la forma evoluta de *Astacolus microdictyotos* en particular, indican una edad valanginiana para las capas marinas de Springhill, en ambas áreas consideradas (SP. 2 - Bahía de la Lancha; SCA.CSo. 39 - Cañadón Salto).

Características paleoambientales para la secuencia marina

Los niveles marinos analizados tanto en SP. 2 (Bahía de la Lancha) como en YPF. SCA. CSo. 39 (Cañadón Salto) pueden ser considerados, por su litología, presencia de pirita y glauconita y composición de la microfauna, como el producto de sedimentación en un ambiente marino poco profundo, bajo condiciones reductoras.

La baja diversidad podría reconocer sus causas en la restricción, escasa oxigenación y como ha sido señalado por Malumián y Masiuk (1975), en la inestabilidad del medio, consecuencia de la proximidad de grandes masas continentales. Por otra parte, se

considera que la ausencia de grandes foraminíferos y la baja diversidad, son indicadores de aguas templado-frías.

En el área de la Bahía de la Lancha, las capas con microfósiles probablemente correspondan al nivel de máxima transgresión, representado por el depósito de sedimentos finos (fangolitas calcáreas) en un medio de baja energía. La pirita framboidal se considera producto de actividad bacteriana en un ambiente anóxico. La gradación hacia bancos de *grainstone* arenoso indica una somerización de las aguas y un aumento de la energía del medio.

En los niveles atravesados por el sondeo YPF.SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto), la abundancia de glauconita en areniscas finas, la escasez de pirita y la mayor diversidad específica, evidenciada por la presencia de varias especies de ostrácodos, no reconocidas en SP. 2 (Bahía de la Lancha), podría interpretarse como el resultado de condiciones ambientales reductoras menos rigurosas que aquellas inferidas para la última localidad mencionada.

Conclusiones

El estudio paleontológico del material proveniente del perfil SP. 2 (Bahía de la Lan-

cha) y del sondeo YPF.SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto), permite inferir que:

- La edad de las capas marinas referidas a la Formación Springhill es, para ambos sectores, valanginiana.
- En ambos sectores el depósito se produjo en un ambiente marino poco profundo, bajo condiciones reductoras, posiblemente algo más rigurosas para el sector de la Bahía de la Lancha y en aguas templado-frías.
- La presencia de especies en común con la cuenca de Majunga (Madagascar), cuenca de Algoa (Africa del Sur) y sector chileno de la cuenca Austral, evidencia para el Valanginiano, la existencia de una conexión marina con dichas regiones.
- El hallazgo de la microfauna analizada, en posición de borde oriental de la cuenca Austral (YPF.SCA.CSo. 39), indica por primera vez para el área, la depositación de sedimentos marinos durante el Valanginiano. Su ausencia en pozos cercanos al sondeo considerado (Marinelli y Di Persia, inéd., 1980), reafirma que la depositación de la Formación Springhill, se produjo sobre una topografía irregular, condición que habría determinado importantes variaciones de espesor o no-depósito, en distancias relativamente cortas.

Paleontología sistemática

Para la clasificación sistemática, el material disponible ha sido comparado con las descripciones e ilustraciones originales correspondientes.

Algunas especies han sido comparadas con ejemplares de la Colección del Laboratorio de Micropaleontología del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia; Laboratorio de Micropaleontología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata y con ejemplares del Catálogo de foraminíferos de la cuenca Austral del Laboratorio Geológico de YPF, Florencia Varela.

Se detalla el número de ejemplares y distribución de cada especie para ambas localidades estudiadas. Las dimensiones señaladas corresponden a los ejemplares que se ilustran. Para la especie *Lenticulina nodosa* (Reuss) se señala además, el grado de involución —alto/ancho— de las cónculas.

Los ostrácodos marinos, hallados en los estratos de la Formación Springhill atravesados por el sondeo YPF.SCA.CSo. 39 (Cañadón Salto), han sido clasificados sólo genéricamente, con excepción de *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli, especie de reconocida importancia estratigráfica. Se incluye además un cuadro de distribución de tamaño para la mencionada especie.

Orden FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Suborden TEXTULARIINA

Delage y Hérouard, 1896

Superfamilia LITUOLACEA de Blainville, 1825

Familia ATAXOPHRAGMIIDAE Schwager, 1877

Subfamilia GLOBOTEXTULARIINAE

Cushman, 1927

Género *Marssonella* Cushman, 1933

Marssonella subtrochus Bartenstein, 1962

(Lám. 1, fig. 4)

1962. *Marssonella subtrochus* Bartenstein, p. 137, lám. 15, figs. 3-5.

Material: SP. 2 - 56: 4 ejemplares
YPF.SCA.CSo.39

1320,1-1320,6 mbbp: 1 ejemplar

Dimensiones: alto: 0.5 mm, diámetro cara apertural: 0.42 mm

Observaciones: La cóncula rápidamente expandida y la cara apertural ancha y ligeramente cóncava, permiten hacer referencia a la especie de Bartenstein (1962).

Distribución: Berriasiano?-Valangiano inferior, Sud Africa (McLachlan *et. al.*, 1976b); Barremiano medio-Aptiano inferior, dominios Boreal y Tetiano (Bartenstein y Bolli, 1977).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n°: 1

Marssonella kummi Zedler, 1961

(Lám. 1, figs. 2-3)

1961. *Marssonella kummi* Zedler, p. 31, lám. 7, fig. 1.

Material: SP. 2 - 56: 3 ejemplares
YPF.SCA.CSo. 39 1320,1-1320,6 mbbp: 1 ejemplar

Dimensiones: Fig. 2 alto: 0.62 mm, ancho: 0.37 mm, espesor: 0.25 mm

Observaciones: El nombre de la especie ha sido propuesto por Zedler (1961) para las formas neocomianas similares a *Marsonella oxycona* (Reuss, 1860), descrita originalmente para el Cretácico superior.

Los ejemplares de Springhill presentan un crecimiento regular, suturas al ras a muy ligeramente deprimidas, márgenes subparalelos y sección ovalada.

Distribución: Portlandiano-Barremiano superior del noroeste de Europa, Barremiano de Bulgaria, Barremiano de Trinidad, Hauteriviano de Israel y Marruecos (Bartenstein *et al.*, 1971); Valanginiano superior de Sud Africa (McLachlan *et al.*, 1976a-b).

Repositorio: YPF. Lab Geol. SP. n°: 2

Familia LITUOLIDAE de Blainville, 1825

Subfamilia HAPLOPHRAGMOIDINAE
Maync, 1952

Género *Haplophragmoides* Cushman, 1910

Haplophragmoides sp.
(Lám. 1, fig. 1)

Material: YPF.SCA.CSo. 39 1314-1314,4 mbbp: 1 ejemplar 1320,1-1320,6 mbbp: 1 ejemplar

Dimensiones: alto: 0.57 mm, ancho: 0.50 mm, espesor: 0.25 mm

Descripción: Cónchula planoespiral, involuta, umbilicada con 8 cámaras en la última vuelta; contorno redondeado, suavemente lobulado hacia el final de la vuelta; suturas al ras, levemente deprimidas las tres últimas; abertura interiomarginal ecuatorial; pared aglutinada.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP n° 3

Suborden ROTALIINA

Delage y Hérouard, 1896

Superfamilia NODOSARIACEA
Ehrenberg, 1838

Familia NODOSARIIDAE Ehrenberg, 1838

Subfamilia NODOSARIINAE Ehrenberg, 1838

Género *Astacolus* de Montfort, 1808

Astacolus microdictyotos Espitalié y Sigal, 1963
(Lám. 1, figs. 5-6)

1963. *Astacolus microdictyotos* Espitalié y Sigal p. 33, lám. 10, figs. 6-7.

Material: SP. 2 - 54, 56: 10 ejemplares YPF.SCA.CSo. 39 1320,1-1320,6 mbbp: 2 ejemplares

Dimensiones: Fig. 6 alto: 0.57 mm, ancho: 0.27 mm, espesor: 0.20 mm

Observaciones: La especie se caracteriza por presentar un fino retículo de diseño irregular que ornamenta la superficie de la cónchula. Los ejemplares estudiados muestran un mayor grado de desenroscamiento que la especie tipo y en algunos casos, suturas ligeramente sobreelevadas.

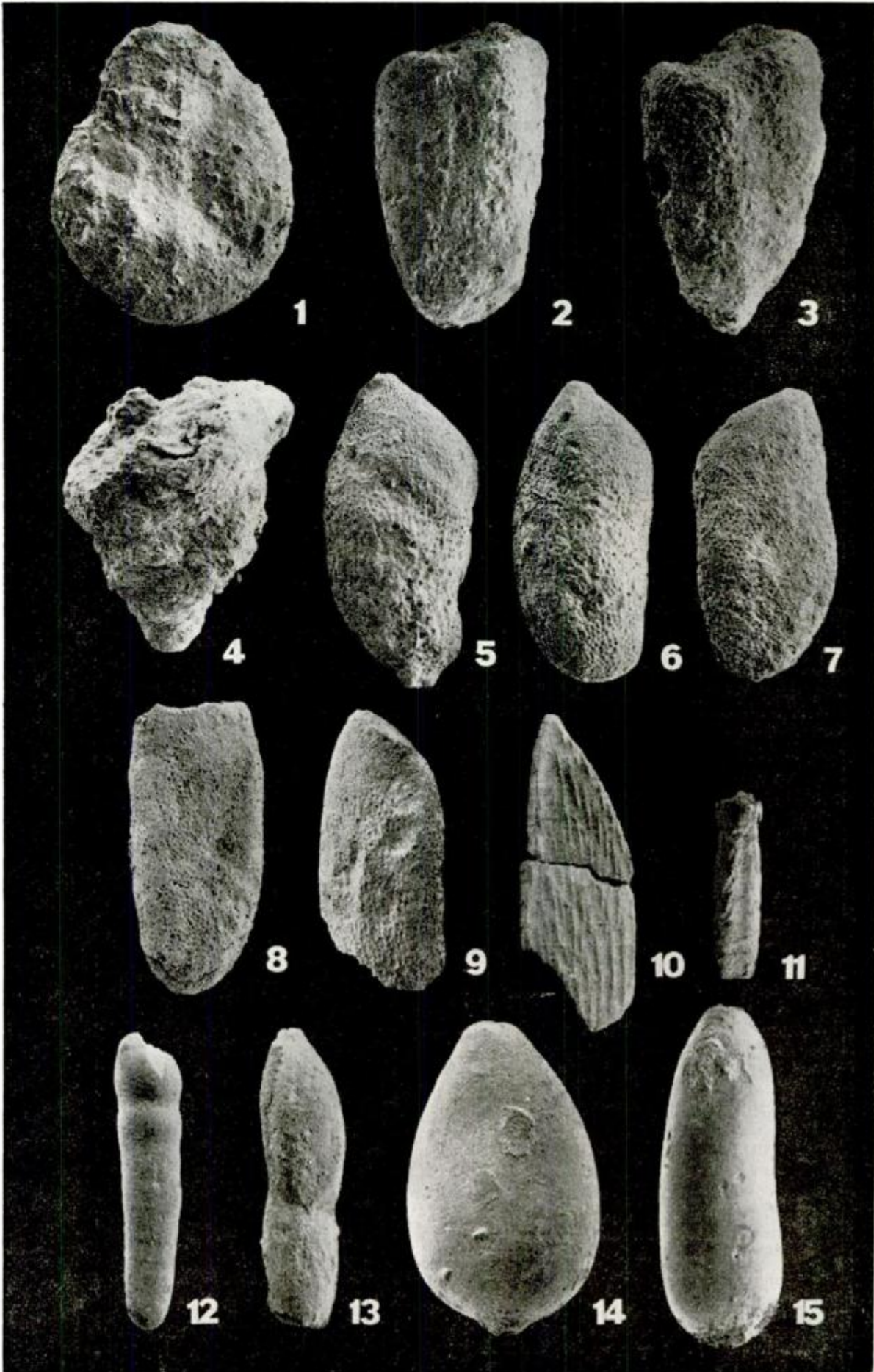
Estos rasgos han sido mencionados por Espitalié y Sigal (1963) como una variación correspondiente a las formas más evolucionadas, referidas al techo de la cenozona D (Portlandiano-Valanginiano), de la cual la especie es guía.

Es probable que las formas más desenroscadas y elongadas (lám. 1, fig. 8) deban ser clasificadas dentro del género *Marginulina d'Orbigny* (1826), sin embargo los escasos ejemplares disponibles no permiten una determinación segura.

Distribución: Cenozona D, cuenca de Manguja, Madagascar (Espitalié y Sigal, 1963); Valanginiano superior - Halteriviano, Sud Africa (McLachlan *et al.*, 1976b); Oxfordiano-Hauteriviano, sector chileno de la cuenca Austral (Natland *et al.*, 1974).

Repositorio: YPF Lab. Geol. SP. nro: 4

Lám. I. — 1, *Haplophragmoides* sp.; (SCA.CSo. 39); x 90; 2, *Marsonella kummi* Zedler; (SCA.CSo. 39); x 75; 3, *Marsonella kummi* Zedler; (SP. 2); x 100; 4, *Marsonella subtrochus* Bartenstein; (SP. 2); x 100; 5, *Astacolus microdictyotos* Espitalié y Sigal; (SCA.CSo. 39); x 90; 6, *Astacolus microdictyotos* Espitalié y Sigal; (SP. 2); x 100; 7, *Astacolus microdictyotos* Espitalié y Sigal; (S P. 2); x 125; 8, *Astacolus microdictyotos* Espitalié y Sigal; (SCA.CSo. 39); x 60; 9, *Citharina sparsicostata* (Reuss); (SP. 2); x 40; 10, *Citharina sparsicostata* (Reuss), vista apertural; (SP. 2); x 75; 11, *Dentalina terquemi* d'Orbigny; (SCA.CSo. 39); x 25; 12, *Dentalina* sp.; (SP. 2); x 70; 13, *Lagena hauteriviana cylindracea* Bartenstein y Brand; (SCA.CSo. 39); x 145; 14, *Lagena hauteriviana cylindracea* Bartenstein y Brand; (SCA.CSo. 39); x 100.



Astacolus mutilatus Espitalié y Sigal, 1963

(Lám. 2, figs. 1-2)

1963. *Astacolus mutilatus* Espitalié y Sigal, p. 36, lám. 13, figs. 4-7.**Material:** SP. 2 - 54: 13 ejemplares**Dimensiones:** alto: 1 mm, ancho: 0.50 mm, espesor: 0.37 mm**Observaciones:** Cara apertural triangular truncada; elevado número de cámaras en la última vuelta; margen dorsal carenado y suturas ligeramente sobreelevadas, más marcadamente en la región umbilical. La variación morfológica más importante reside en el mayor o menor grado de desnroscamiento de la espira.**Distribución:** Portlandiano superior-Hauteriviano-Barremiano?, Madagascar (Espitalié y Sigal, 1963); Valanginiano-Hauteriviano, Tierra del Fuego (Malumián y Masiuk, 1975); Valanginiano superior, Sud Africa (McLachlan *et al.*, 1976a).**Repositorio:** YPF Lab. Geol. SP. nro: 5Género **Citharina** d'Orbigny, 1839**Citharina sparsicostata** (Reuss, 1862)

(Lám. 1, figs. 10-11)

1862. *Vaginulina sparsicostata* Reuss, p. 50, lám. 4, fig. 4.**Material:** SP 2 - 54: 1 ejemplar**Dimensiones:** alto: 1.1 mm, ancho: 0.5 mm, espesor: 0.1 mm**Observaciones:** La especie se caracteriza por presentar un margen dorsal recto, tricarinado y por una superficie ornamentada por costillas delgadas, subparalelas al borde dorsal, discontinuas y de largo variable.**Distribución:** Valanginiano superior-Hauteriviano, noroeste de Europa (Bartenstein y Brand, 1951; Bartenstein, 1956; Khan, 1962; Bartenstein y Kaever, 1973); cenozoona D, Madagascar (Espitalié y Sigal, 1963) Valanginiano superior-Hauteriviano de Sud Africa (McLachlan *et al.*, 1976a-b). Especie guía para el Valanginiano medio-Hauteriviano inferior (Bartenstein, 1976).**Repositorio:** YPF. Lab. Geol. SP. nro: 6Género **Dentalina** Risso, 1826**Dentalina terquemi** d'Orbigny, 1850

(Lám. 1, fig. 12)

1850. *Dentalina terquemi* (*pro-terquemi*) d'Orbigny, p. 241, nro. 257.**Material:** YPF.SCA.CSo. 39 1320,1-1320,6 mbbp: 2 ejemplares**Dimensiones:** alto: 1.92 mm, diámetro: 0.42 mm**Observaciones:** Cónchula uniserial alargada, muy levemente arqueada; suturas al ras, deprimidas las dos últimas; abertura excéntrica.**Distribución:** Lias-Dogger de Alemania (Bartenstein y Brand, 1937); Valanginiano medio Aptiano inferior del noroeste de Alemania (Bartenstein y Brand, 1951; Bettenstaedt, 1952; Bartenstein y Bettenstaedt, 1962; Bartenstein y Kaever, 1973).**Repositorio:** YPF. Lab. Geol. SP. nro: 7**Dentalina** sp.

(Lám. 1, fig. 13)

?1976a. *Dentalina communis* d'Orbigny; McLachlan *et al.*, p. 330, fig. 16, nro. 9**Material:** SP 2 - 54: 1 ejemplar roto**Dimensiones:** altura: 0.65 mm, diámetro: 0.20 mm**Observaciones:** El único ejemplar disponible y mal conservado no permite una determinación segura, pero su morfología resulta comparable con la del ejemplar ilustrado por McLachlan *et al.*, (1976a) para el Valanginiano superior de Sud Africa, como *Dentalina communis* d'Orbigny (1826).**Repositorio:** YPF. Lab. Geol. SP. nro: 8Género **Frondicularia** d'Orbigny, 1826**Frondicularia simplicissima** Ten Dam, 1946

(Lám. 2, fig. 5)

1946. *Frondicularia simplicissima* Ten Dam, pág. 576, lám. 88. fig. 11 a-b.**Material:** YPF.SCA.CSo. 39 1320,-1320,6 mbbp: 1 ejemplar**Dimensiones:** alto: 0.42 mm, ancho: 0.20 mm, espesor: 0.05 mm**Observaciones:** Cónchula pequeña, comprimida, de contorno romboidal ligeramente lobulado; prolóculo globular seguido por 5 cámaras angostas en chevron que aumentan de tamaño regularmente a medida que se van agregando; suturas al ras a ligeramente deprimidas; abertura típica del género.

Distribución: Hauteriviano del noroeste de Europa (Ten Dam, 1946, 1948; Bartenstein, 1956; Bartenstein y Kaever, 1973); Valanginiano superior-Hauteriviano de Sud Africa (McLachlan *et. al.*, 1976b).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. nro. 9

Fronicularia sp
(Lám. 2, fig. 6)

Material: YPF.SCA.CSo. 39 1320,1-1320,6 mbbp: 2 ejemplares

Dimensiones: alto: 0.37 mm, ancho: 0.20 mm, espesor: 0.10 mm.

Descripción: Cónchula pequeña de contorno subromboidal; prolóculo globoso seguido por dos cámaras en chevron; suturas al ras; abertura radiada.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP nro: 10

Género *Lagena* Walker y Jacob, 1798

Lagena hauteriviana cylindracea

Bartenstein y Brand, 1951

(Lám. 1, figs. 14-15)

1951. *Lagena hauteriviana cylindracea* Bartenstein y Brand, p. 318, lám. 10, figs. 279-280.

Material: YPF.SCA.CSo. 39 1320,1-1320,6 mbbp: 6 ejemplares

Dimensiones: Fig. 14 alto: 0.37 mm ancho: 0.25 mm. Fig. 15 alto: 0.55 mm ancho: 0.19 mm

Observaciones: Cónchula unilocular, elongada, ovoide a cilíndrica, con una pequeña proyección basal; superficie lisa.

Distribución: Valanginiano superior-Hauteriviano superior del noroeste de Europa (Bartenstein y Brand, 1951; Bartenstein, 1956; Zedler, 1961, Bartenstein y Kaever, 1973).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. Sp. nro: 11

Género *Lenticulina* Lamarck, 1804

Lenticulina muensteri (Roemer, 1839)

(Lám. 2, figs. 7-13)

1839. *Robulina münsteri* Roemer, p. 49, lám. 20, fig. 29.

Material: SP. 2 - 54: 26 ejemplares. YPF. SCA.CSo. 39 1318,5-1319 mbbp: 5 ejemplares 1320,1-1320,6 mbbp: 12 ejemplares.

Dimensiones: Fig. 9 alto: 0.72 mm, ancho: 0.62 mm, espesor: 0.40 mm

Observaciones: Esta especie, frecuente en asociaciones del Jurásico medio-Cretácico inferior del norte de Europa, se caracteriza por presentar una fuerte variación morfológica a través del tiempo geológico, lo que ha llevado a la creación de numerosos nombres específicos que han resultado ser sinónimos.

Para poder conocer el rango completo de variabilidad de una especie, diferenciar los distintos morfotipos y establecer los límites entre uno y otro, se hace necesario un estudio cuantitativo aplicado a un material abundante.

Es sobre esta base que Jendryka-Fuglewicz (1975) reconoce para el Cretácico inferior de Polonia, cuatro morfotipos de la especie *Lenticulina muensteri* (Roemer): *muensteri* y *tumida* presentes ya en el Jurásico (Dogger-Malm) y *crassa* y *H*, exclusivos del Cretácico inferior.

En líneas generales las formas cretácicas se caracterizan por presentar un menor número de cámaras con respecto a las jurásicas, mayor grado de convexidad e involución, contorno ligeramente poligonal, suturas iniciales sobreelevadas y disco umbonal nítido.

En el material de Springhill, *Lenticulina muensteri* (Roemer) y *Lenticulina nodosa* (Reuss) son las especies más frecuentes. *Lenticulina muensteri* (Roemer) está representada por varias formas, comparables algunas con el material cretácico ilustrado por Jendryka-Fuglewicz (1975). La variabilidad se expresa en el número de cámaras, grado de involución y convexidad de la cónchula, mayor o menor importancia del disco umbilical, forma de la última cámara y por el tipo de suturas, las que en algunos casos son suavemente sobreelevadas primero, luego deprimidas (acompañado esto último por una mayor globosidad de las últimas cámaras) o bien las suturas son limbadas, sobreelevadas las primeras, al ras las últimas y tendientes a formar en algunos casos nódulos incipientes hacia la periferia. Esto último indicaría una posible relación entre *Lenticulina muensteri* (Roemer) y *Lenticulina nodosa* (Reuss), posibilidad que ya ha sido señalada por Bartenstein (1974).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 12.

Lenticulina nodosa (Reuss, 1862)

(Lám. 3, figs. 1-9)

1862. *Robulina nodosa* Reuss, p. 78, lám. 9, fig. 6.

Observaciones: En el material bajo estudio, *Lenticulina nodosa* (Reuss) muestra una considerable variabilidad, expresada por el número de cámaras (de 7 a 11); grado de involución; contorno más o menos festoneado o bien poligonal, relacionado directamente con el tamaño y morfología de los nódulos marginales; desarrollo de las suturas, desde netamente arqueadas a casi rectas y desde finas y sobreelevadas, a gruesas y menos marcadas y por el tamaño del botón umbilical.

En la clasificación de las distintas subespecies, se ha seguido el criterio de Bartenstein (1974) y Aubert y Bartenstein (1976).

Distribución: La especie, de amplia distribución mundial, ha sido documentada desde el Oxfordiano? - Kimmeridgiano - Titoniano hasta el Aptiano superior. Para el hemisferio sur, los registros corresponden al Valanginiano - Hauteriviano de Madagascar; Valanginiano - Barremiano de Sudáfrica; Valanginiano - Hauteriviano de Tierra del Fuego; Aptiano inferior de Mozambique y Aptiano - Albiano? del Mar de Timor (Aubert y Bartenstein, 1976).

Lenticulina (L.) nodosa nodosa (Reuss)

(Lám. 3, figs. 3-4)

1974. *Lenticulina (L.) nodosa nodosa* (Reuss); Bartenstein, p. 542, lám. 1, figs. 3-17; lám. 2, figs. 5-6, 9-12, 16-17; fig. text. 1-7.

Material: SP. 2-54: 2 ejemplares.
YPF.SCA.CSo. 391
1320,1-1320,6 mbbp: 12 ejemplares.
1321,5-1321,75 mbbp: 1 ejemplar.

Dimensiones: Fig. 3 - alto 0,75 mm, ancho: 0,62 mm, espesor: 0,37 mm, alt./anch.: 1,20.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 13.

Lenticulina (L.) nodosa malumiani Aubert y

Bartenstein, 1976

(Lám. 3, figs. 7-9)

1976. *Lenticulina (L.) nodosa malumiani* Aubert y Bartenstein, p. 18, lám. 2, figs. 9-12.

Material: YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 6 ejemplares.

Dimensiones: Fig. 7 - alto: 0,70 mm, ancho: 0,55 mm, espesor: 0,32 mm, alt./anch.: 1,27.

Observaciones: Al referirse a la subespecie *Lenticulina (L.) nodosa malumiani*, caracterizada por presentar suturas fuertemente sobreelevadas y nódulos prominentes, Aubert y Bartenstein (1976) consideran que la misma, probablemente represente una raza local desarrollada en Tierra del Fuego, luego de iniciarse la separación entre África y América del Sur, en el Valanginiano-Hauteriviano.

Con respecto a las formas con tendencia a desenroscarse, señalan que, para este caso especial de una forma o raza local, habría sido apropiado el nombre cuadrinomial *Lenticulina (L.) nodosa gibber malumiani* dado que *Lenticulina (L.) nodosa malumiani* indudablemente representa una derivación filogenética de *Lenticulina (A.) nodosa gibber* (*op. cit.*, p. 18).

En el material de Springhill, solo se han reconocido muy escasos ejemplares (lám. 3, fig. 8) comparables con la forma referida por Aubert y Bartenstein (*op. cit.*, lám. 1, fig. 12) como "cónchula oblonga, forma transicional a *Lenticulina (A.) nodosa gibber*". No se han reconocido formas desenroscadas como las referidas por Espitalié y Sigal (1963) a la especie *Astacolus gibber* (*op. cit.*, lám. 13, figs. 8-11).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 14.

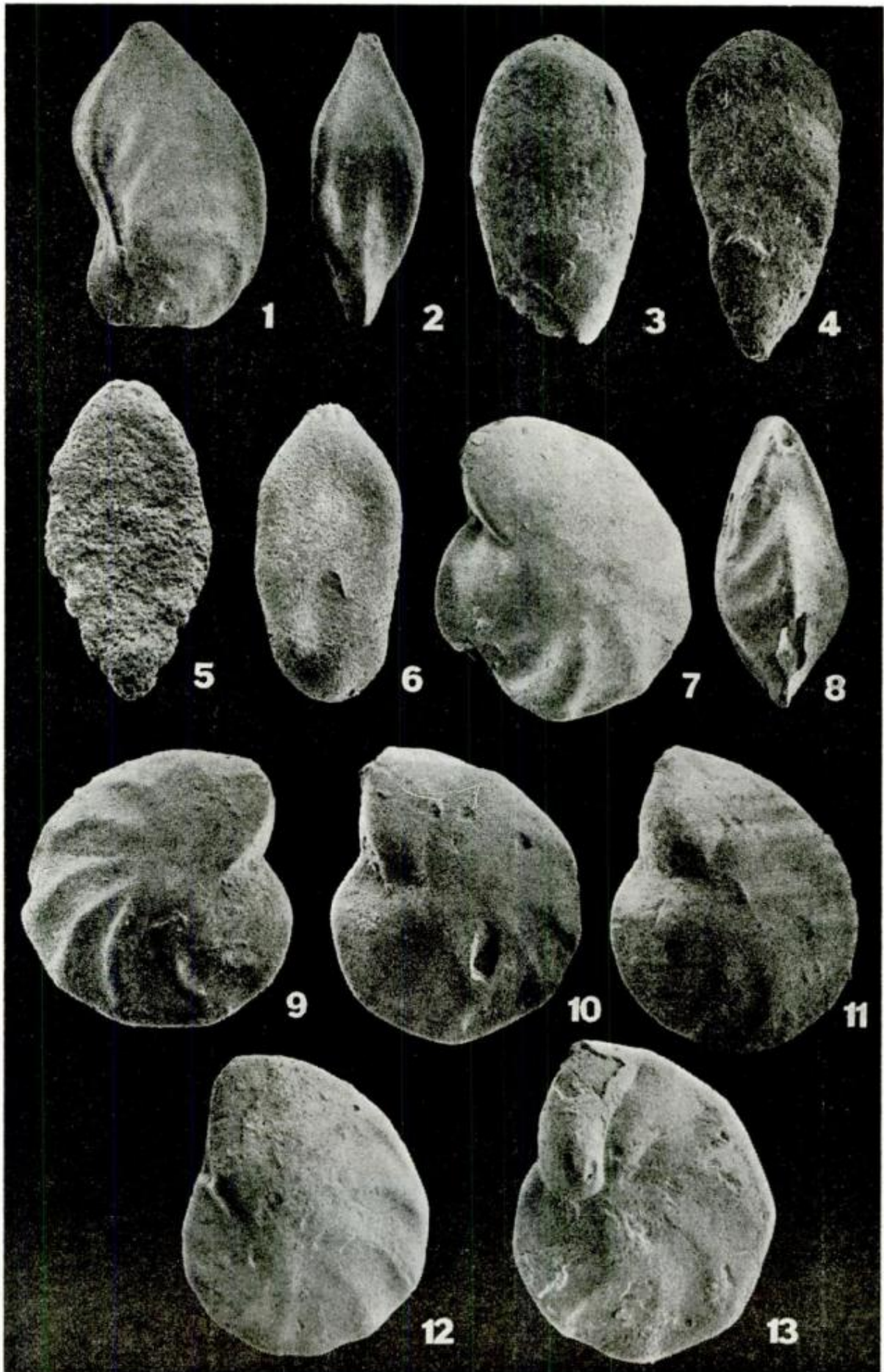
Lenticulina (L.) nodosa (Reuss) s.l.

(Lám. 3, figs. 1-2)

Material: YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 4 ejemplares

Lám. II - 1, *Astacolus mutilatus* Espitalié y Sigal; (SP. 2); x 55; 2, *Astacolus mutilatus* Espitalié y Sigal, vista apertural; (SP. 2); x 45; 3, *Pseudonodosaria humilis* (Roemer); (SCA.CSo. 39); x 90; 4, *Lingulina bettenstaedti* (Zedler); (SP. 2); x 250; 5, *Frondicularia simplicissima* Ten Dam; (SCA.CSo. 39); x 140; 6, *Frondicularia* sp.; (SCA.CSo. 39); x 130; 7, *Lenticulina muensteri* (Roemer); (SP. 2); x 90; 8, *Lenticulina muensteri* (Roemer), vista apertural; (SP. 2); x 90; 9, *Lenticulina muensteri* (Roemer); (SP. 2); x 75; 10, *Lenticulina muensteri* (Roemer); (SCA.CSo. 39); x 75; 11, *Lenticulina muensteri* (Roemer); (SP. 2); x 100; 12, *Lenticulina muensteri* (Roemer); (SCA.CSo. 39); 60; 13, *Lenticulina muensteri* (Roemer); (SCA.CSo. 39); x 90.



Dimensiones: Fig. 1 - alto: 0,90 mm, ancho: 0,65 mm, espesor: 0,40 mm, alt./anch. 1,38.

Observaciones: Si bien la morfología resulta comparable con *Lenticulina (L.) nodosa nodosa* (Reuss), los nódulos marginales son algo menos definidos.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 15.

Lenticulina sp. nov?

(Lam. 3, figs. 5-6)

Material: SP. 2-54: 25 ejemplares.

Dimensiones: alto: 0,62 mm, ancho: 0,50 mm, espesor: 0,32 mm.

Descripción: Cónchula planoespiral involuta, fuertemente biconvexa, con 10-11 cámaras en la última vuelta, tendiendo a desenroscarse. Las suturas son curvadas, sobre-elevadas en las cámaras iniciales y se engrosan fuertemente hacia la periferia hasta formar nódulos marginales prominentes, parcialmente fusionados, que determinan un contorno festoneado. Hacia las últimas cámaras, los nódulos pierden importancia, las suturas se hacen al ras de la superficie o ligeramente deprimidas y el contorno tiende a ser poligonal. Botón umbilical muy prominente.

Observaciones: Si bien las suturas engrosadas, forman nódulos periféricos, la especie se diferencia del grupo de *Lenticulina nodosa* (Reuss), por presentar un umbón muy prominente y por estar sus nódulos parcialmente fusionados marginalmente. Muestra cierta semejanza con *Lenticulina* sp. (n.sp?) Aubert y Bartenstein (1976); difiere en contorno y en la forma de las suturas.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 16.

Lenticulina pulchella (Reuss, 1862)

(Lam. 3, fig. 10)

1862. *Cristellaria pulchella* Reuss; p. 71, lám. 8, fig. 1.

Material: YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 4 ejemplares

Dimensiones: alto: 0,75 mm - ancho: 0,50 mm - espesor: 0,32 mm.

Observaciones: Cónchula ovalada, planoespiral, levemente convexa; ocho cámaras en la última vuelta que aumentan de tamaño rápidamente; cámara final ligeramente inflada, con cara septal ojival y convexa; periferia aguda; suturas arqueadas, las más viejas al ras, luego suavemente deprimidas; sin disco umbonal; abertura típica del género.

Distribución: Cretácico inferior de Alemania (Reuss, 1862); Albiano de Rumania (Neagu, 1965); Infravalanginiense superior, Valanginiense y Hauteriviense de Polonia (Jendryka-Fuglewicz, 1975).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 17.

Lenticulina ambanjabensis Espitalié y Sigal, 1963

(Lám. 3, fig. 11)

1963. *Lenticulina ambanjabensis* Espitalié y Sigal, p. 35, lám. 12, figs. 3, 5, 6.

Material: YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 2 ejemplares.

Dimensiones: alto: 0,60 mm - ancho: 0,30 mm - espesor: 0,20 mm.

Observaciones: Esta especie se caracteriza por su cónchula evoluta y suturas limbadas, las que se vuelcan hacia la cámara precedente. Sólo fue hallada la forma típicamente desenroscada.

Distribución: Cenozonas D-F (Portlandiano superior - Hauteriviense - ?Barremiano) de la cuenca de Majunga, Madagascar (Espitalié y Sigal, 1963).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 18.

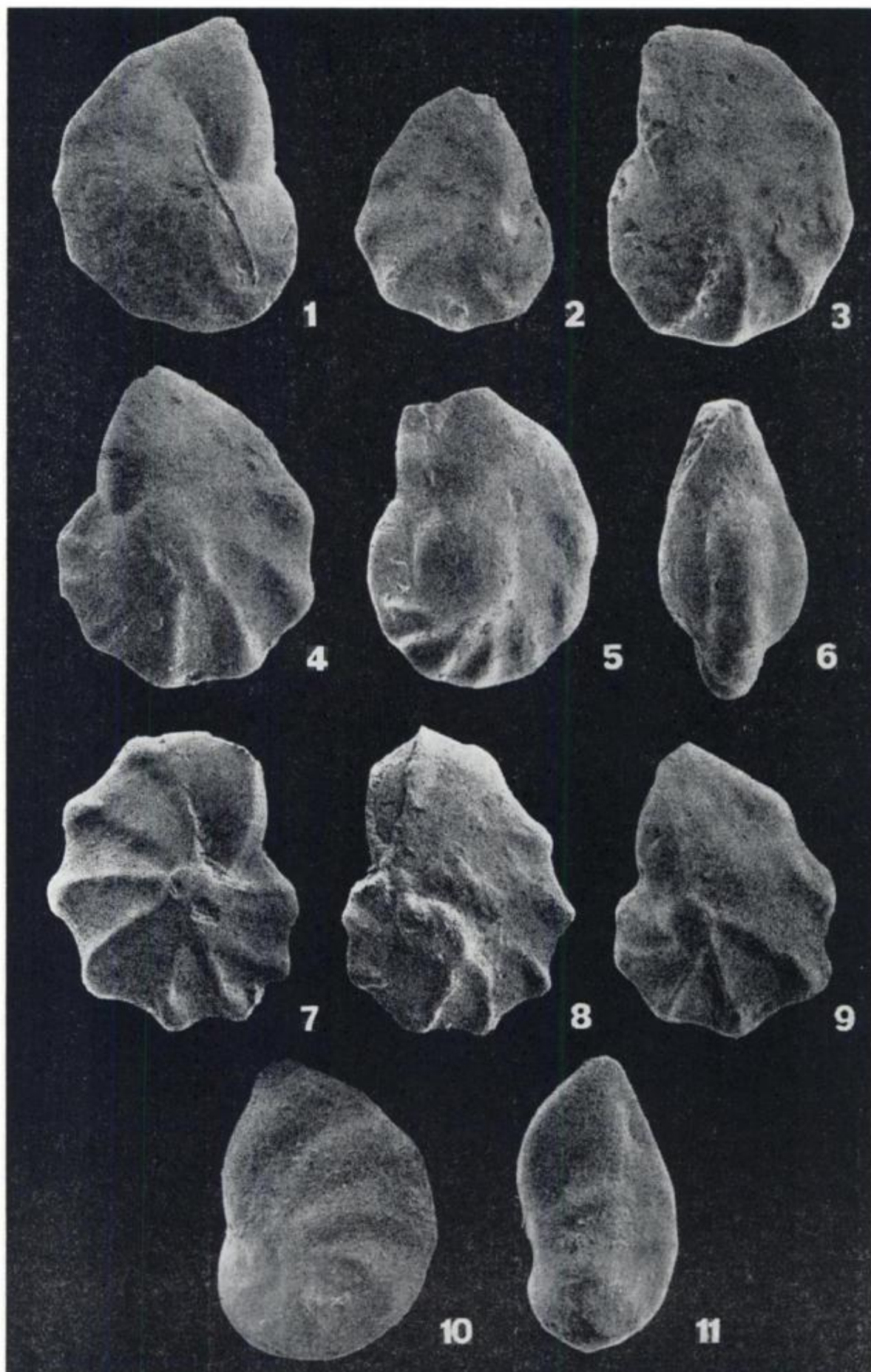
Lenticulina aff. *haesitans* Espitalié y Sigal, 1963

(Lám. 4, figs. 6 y 10)

aff. 1963. *Lenticulina haesitans* Espitalié y Sigal, p. 34, lám. 11, figs. 5-7.

Material: SP. 2-54: 1 ejemplar.

Lám. III. — 1, *Lenticulina (L.) nodosa* (Reuss) s.l.; (SCA.CSo. 39); x 65; 2, *Lenticulina (L.) nodosa* (Reuss) s.l.; (SCA.CSo. 39); x 65; 3, *Lenticulina (L.) nodosa nodosa* (Reuss); (SCA.CSo. 36); x 70; 4, *Lenticulina (L.) nodosa nodosa* (Reuss); (SP. 2); x 110; 5, *Lenticulina* sp. nov?; (SP. 2); x 160; 6, *Lenticulina* sp. nov?, vista apertural; (SP. 2); x 80; 7, *Lenticulina (L.) nodosa malumiani* Aubert y Bartenstein; (SCA.CSo. 39); x 100; 8, *Lenticulina (L.) nodosa malumiani* Aubert y Bartenstein; (SCA.CSo. 39); x 60; 9, *Lenticulina (L.) nodosa malumiani* Aubert y Bartenstein; (SCA.CSo. 39); x 70; 10, *Lenticulina pulchella* (Reuss); (SCA.CSo. 39); x 75; 11, *Lenticulina ambanjabensis* Espitalié y Sigal; (SCA.CSo. 39); x 95.



Dimensiones: alto: 0,42 mm, ancho: 0,35 mm, espesor: 0,17 mm.

Observaciones: Cónchula planoespiral involuta, con 8 cámaras en la última vuelta y periferia carenada; suturas recorridas por costillas de trazo sinuoso, las primeras con tendencia a unirse de a dos hacia la región umbilical; a partir del tercio periférico de la última sutura y casi perpendicularmente a ella, se extiende hacia la abertura, una delgada costilla longitudinal.

La especie *Lenticulina haesitans* Espitalié y Sigal, descrita para la cenozoona D (Portlandiano superior - Valanginiano) de la cuenca de Majunga, se caracteriza por presentar suturas sinuosas, que hacia la periferia dan elementos elongados, subparalelos al borde carenado, los que eventualmente pueden unirse en una única costilla.

Estos elementos no se observaron en el ejemplar de Springhill. Sin embargo los caracteres suturales permiten suponer que la especie es afín a *Lenticulina haesitans* Espitalié y Sigal (1963).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 19.

Lenticulina sp. A

(Lám. 4, figs. 1-5)

Material: YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 21 ejemplares.

1321,5-1321,75 mbbp: 3 ejemplares.

1322 -1322,25 mbbp: 4 ejemplares.

Dimensiones: Fig. 4 - alto: 0,87 mm, ancho: 0,62 mm, espesor: 0,35 mm.

Descripción: Cónchula planoespiral de contorno poligonal, con tendencia al desenroscamiento; 8 cámaras en la última vuelta, las que aumentan de tamaño regularmente; carena periférica delgada que se atenúa hasta desaparecer en las últimas cámaras; suturas arqueadas, sobreelevadas, salvo la última suavemente deprimida, fusionadas irregularmente en la región umbilical; las primeras suturas son de grosor constante, mientras que las últimas se engrosan hacia la peri-

feria formando nódulos; cara apertural plana de contorno ojival; abertura típica del género.

Observaciones: La variabilidad se manifiesta esencialmente en el grado de enroscamiento de la cónchula, desde formas involutas, pasando por los estadios intermedios y conservando las características morfológicas básicas. El número de cámaras varía de 8 a 10.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 20.

Género *Pseudonodosaria* Boomgaard, 1949

Pseudonodosaria humilis (Roemer, 1841)

(Lám. 2, fig. 3)

1841. *Nodosaria humilis* Roemer, p. 95, lám. 15, fig. 6.

Material: SP. 2-54: 2 ejemplares.

YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 2 ejemplares

Dimensiones: alto: 0,55 mm, ancho: 0,35 mm.

Observaciones: La especie, de amplia distribución durante el Mesozoico, presenta como variación morfológica más importante, el tamaño de la última cámara y el grado de hundimiento de las suturas, desde marcadamente deprimidas hasta poco marcadas y al ras de la superficie.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 21.

Género *Saracenaria* DeFrance, 1824

Saracenaria pravoslavlevi Fursenko y Polenova, 1950

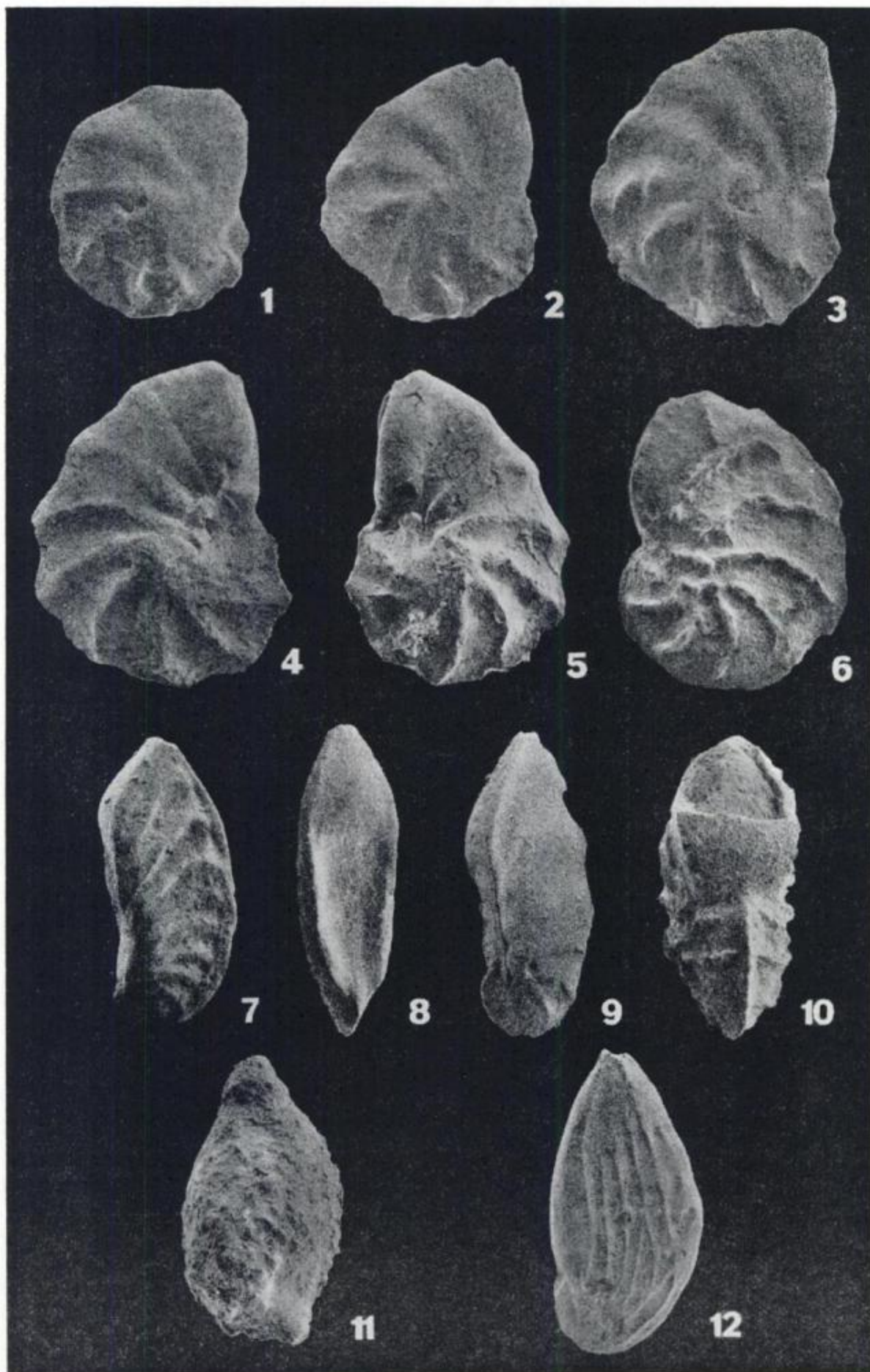
(Lám. 4, figs. 7-8)

1950. *Saracenaria pravoslavlevi* Fursenko y Polenova, p. 45, lám. 4, figs. 13-15.

Material: SP. 2-54: 9 ejemplares.

Dimensiones: alto: 0,95 mm, ancho: 0,40 mm, espesor: 0,32 mm.

Lám. IV. — 1, *Lenticulina* sp. A; (SCA.CSo. 39); x 60; 2, *Lenticulina* sp. A; (SCA.CSo. 39); x 60; 3, *Lenticulina* sp. A; (SCA.CSo. 39); x 60; 4, *Lenticulina* sp. A; (SCA.CSo. 93); x 60; 5, *Lenticulina* sp. A; (SCA.CSo. 39); x 60; 6, *Lenticulina* aff. *haesitans* Espitalié y Sigal; (SP.2); x 120; 7, *Saracenaria pravoslavlevi* Fursenko y Polenova; (SP. 2); x 50; 8, *Saracenaria pravoslavlevi* Fursenko y Polenova, vista apertural; (SP. 2); x 50; 9, *Saracenaria tsaramandrosoensis* Espitalié y Sigal; (SCA.CSo. 39); x 100; 10, *Lenticulina* aff. *haesitans* Espitalié y Sigal; vista apertural; (SP. 2); x 125; 11, *Ramulina aculeata* Wright; (SCA.CSo. 39); x 110; 12, *Vaginulina* sp.; (SCA.CSo. 39); x 110.



Observaciones: La cóncula elongada y fuertemente carenada dorsalmente, presenta suturas muy sobreelevadas, fusionadas en dos carenas continuas, que bordean la cara apertural ligeramente cóncava.

Los ejemplares estudiados muestran una notable similitud con *Saracenaria forticosta* Bettenstaedt (1952). Esta última especie se diferencia de *Saracenaria pravoslavlevi* Fursenko y Polenova por presentar una proyección de las suturas hacia la cara apertural, lo que determina carenas aperturales discontinuas e irregulares. Una probable relación entre *Saracenaria pravoslavlevi*, *Saracenaria forticosta* y *Saracenaria compacta* Espitalié y Sigal (1963) ha sido señalada por Espitalié y Sigal (*op. cit.*), pudiendo eventualmente resultar especies sinónimas.

Distribución: Volgiano (Portlandiano) inferior de Europa (Fursenko y Polenova, 1950); Kimmeridgiano - Hauteriviano - ?Barremiano, Madagascar (Espitalié y Sigal, 1963); Oxfordiano superior - Valanginiano, Chile (Sigal *et al.*, 1970); Valanginiano - Hauteriviano, Tierra del Fuego (Malumian y Masiuk, 1975); Valanginiano - Hauteriviano, Lago Fontana, Chubut (Masiuk y Nakayama, 1979).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 22.

Saracenaria tsaramandrosoensis Espitalié y Sigal, 1963
(Lám. 4, fig. 9)

1963. *Saracenaria tsaramandrosoensis* Espitalié y Sigal, p. 53, lám. 24, figs. 2-3.

Material: YPF. SCA.CSo. 39
1320,1-1320,6 mbbp: 1 ejemplar.

Dimensiones: alto: 0,47 mm, ancho: 0,20 mm, espesor: 0,15 mm.

Observaciones: Cóncula pequeña, elongada, caracterizada por un estadio inicial breve; cara apertural limitada por dos largas y finas carenas; suturas suavemente sobreelevadas, atenuadas hacia el borde oral.

Distribución: Kimmeridgiano - Valanginiano, cuenca de Majunga, Madagascar (Espitalié y Sigal, 1963); Valanginiano - Hauteriviano de Tierra del Fuego (Malumian y Masiuk, 1975); Valanginiano superior - Hauteriviano de Sudáfrica (Mc Lachlan *et al.*, 1976b).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 23.

Género **Vaginulina** d'Orbigny, 1826

Vaginulina sp.
(Lám. 4, fig. 12)

Material: YPF. SCA.CSo. 39
1320,1-1320,6 mbbp: 1 ejemplar.

Dimensiones: alto: 0,47 mm - ancho: 0,25 mm - espesor: 0,07 mm.

Descripción: Cóncula pequeña con breve enroscamiento inicial, luego desenroscada; 8 cámaras bajas y anchas que aumentan gradualmente de tamaño a medida que se van agregando, las últimas volcadas hacia la región ventral; suturas curvadas, al ras; superficie ornamentada por finas costillas en número de 8; abertura radiada hacia el ángulo periférico.

Observaciones: El ejemplar disponible es comparable con *Vaginulina complanata pers-triata* Tappan citada por Bartenstein (1956) para el Hauteriviano de Inglaterra y con *Vaginulina cataulaca* Loeblich y Tappan (1950) del Oxfordiano de América del Norte. La última especie se diferencia de la primera por ser un tercio menos alta y por sus cámaras no tan volcadas hacia la región ventral (Loeblich y Tappan, *op. cit.*).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 24.

Subfamilia LINGULININAE Loeblich y Tappan, 1961

Género **Lingulina** d'Orbigny, 1826

Lingulina bettenstaedti (Zedler, 1961)
(Lám. 2, fig. 4)

1961. *Fronicularia bettenstaedti* Zedler, p. 44-45, lám. 8, figs. 21-22.

Material: SP. 2-54: 1 ejemplar.

Observaciones: Cámaras numerosas (8), anchas y bajas; periferia débilmente lobulada; suturas arqueadas y levemente deprimidas; abertura paralela al sentido de la compresión.

Distribución: Hauteriviano superior del noroeste de Alemania (Zedler, 1961); Valanginiano superior de Sudáfrica (Mc Lachlan *et al.*, 1976a).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 25.

Familia **POLYMORPHINIDAE** d'Orbigny, 1839

Subfamilia **WEBBINELLINAE** Rhumbler, 1904

Género **Webbinella** Rhumbler, 1904

Webbinella subhemisphaerica Franke, 1936

(Lám. 5, fig. 3)

1936. *Webbinella subhemisphaerica* Franke, p. 11, lám. 1, fig. 4.

Material: SP. 2-54: 2 ejemplares.

Dimensiones: alto: 0,30 mm, ancho: 0,20 mm.

Observaciones: Cámaras iniciales dispuestas con arreglo polimórfico, última cámara circundante fija.

Si bien bajo el nombre genérico de *Webbinella* se han incluido formas de pared aglutinada, una revisión de la especie tipo, realizada por Loeblich y Tappan (1964), demostró que se trata de una forma fija, perteneciente a la Familia Polymorphinidae d'Orbigny (1839).

Distribución: La especie de Franke (1936) ha sido citada para el Valanginiano superior de Sudáfrica (Mc Lachlan *et al.*, 1976 a-b).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 26.

Género **Bullopora** Quenstedt, 1856

Bullopora tuberculata (Sollas, 1877)

(Lám. 5, fig. 1)

1877. *Webbina tuberculata* Sollas, p. 104, lám. 6, figs. 4-7, 9.

Material: SP. 2-54: 1 ejemplar.

Dimensiones: largo: 0,45 mm, ancho: 0,27 mm.

Observaciones: Cámara fija, fusiforme, con extremos estolonados; superficie ornamentada por tubérculos pequeños y poco numerosos, dispuestos irregularmente.

Distribución: Valanginiano superior del noroeste de Alemania (Bartenstein y Brand, 1951).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 27.

Bullopora sp.

(Lám. 5, fig. 2)

Material: SP. 2-54: 2 ejemplares.

Dimensiones: 1 cámara: alto: 0,37 mm, ancho: 0,32 mm.

Descripción: Cámaras hemiesféricas, de pared lisa, unidas uniserialmente, sin proyecciones estolonadas mediante.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 28.

Subfamilia **RAMULININAE** Brady, 1884

Género **Ramulina** Jones, 1875

Ramulina aculeata Wright, 1866

(Lám. 4, fig. 11)

1862. *Ramulina aculeata* Wright; Jefferies, p. 618, lám. 79, fig. 18.

Material: YPF. SCA.CSo. 39

1315,15-1315,50 mbbp: 1 ejemplar.

1320,1 -1320,6 mbbp: 5 ejemplares.

Dimensiones: alto: 0,45 mm, ancho: 0,25 mm.

Observaciones: Cónchula globular alargada, con estolones en ambos extremos; superficie rugosa.

Distribución: Hauteriviano - Albiano del noroeste de Europa (Bartenstein, 1965; Bartenstein y Kaefer, 1973); Albiano de Rumania (Neagu, 1965); Aptiano superior de Trinidad (Bartenstein *et al.*, 1966); Turo-niano bajo de la cuenca de París (Jefferies, 1962).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 29.

Familia **GLANDULINIDAE** Reuss, 1860

Subfamilia **GLANDULININAE** Reuss, 1860

Género **Tristix** Macfadyen, 1941

Tristix acutangulus (Reuss, 1862)

(Lám. 5, figs. 4-5)

1862. *Rhabdogonium acutangulum* Reuss, p. 55, lám. 4, fig. 14a-b.

Material: SP. 2-54: 2 ejemplares.

YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 1 ejemplar.

Dimensiones: alto: 0,67 mm, ancho: 0,25 mm.

Observaciones: Especie caracterizada por una cóncula de caras cóncavas y aristas agudas. El número de cámaras es variable (3-10) y su tamaño puede aumentar gradualmente, como en el caso de los ejemplares hallados en Springhill, o bien, el crecimiento puede ser irregular, con disminución del tamaño de cámaras intermedias o finales.

Distribución: Valanginiano - Hauteriviano de Europa (Ten Dam, 1948; Bartenstein y Brand, 1951; Bartenstein, 1956; Zedler, 1961); Valanginiano superior de Sudáfrica (Mc Lachlan *et al.*, 1976 a-b); Hauteriviano de Neuquén (Musacchio, 1979).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 30.

Tristix insignis (Reuss, 1862)

(Lám. 5, figs. 6-7)

1862. *Rhabdogonium insigne* Reuss, p. 56, lám. 5, figs. 2 a-b.

Material: SP. 2-54: 1 ejemplar.

Dimensiones: alto: 0,27 mm, ancho: 0,12 mm.

Observaciones: La especie se diferencia de la anterior por presentar caras menos cón-

cavas, casi planas, aristas redondeadas y cámaras ligeramente globosas.

Distribución: Hauteriviano de Holanda (Ten Dam, 1948); Valanginiano superior del noroeste de Alemania (Bartenstein y Brand, 1951); Valanginiano superior de Sudáfrica (Mc Lachlan *et al.*, 1976 a-b).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 31.

Superfamilia **Robertinacea** Reuss, 1850

Familia **CERATOBULIMINIDAE** Cushman, 1927

Subfamilia **CERATOBULIMININAE** Cushman, 1927

Género **Conorboides** Hofker in Thalman, 1952

Conorboides sp.

(Lám. 5, figs. 8-9)

Material: YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 7 ejemplares.

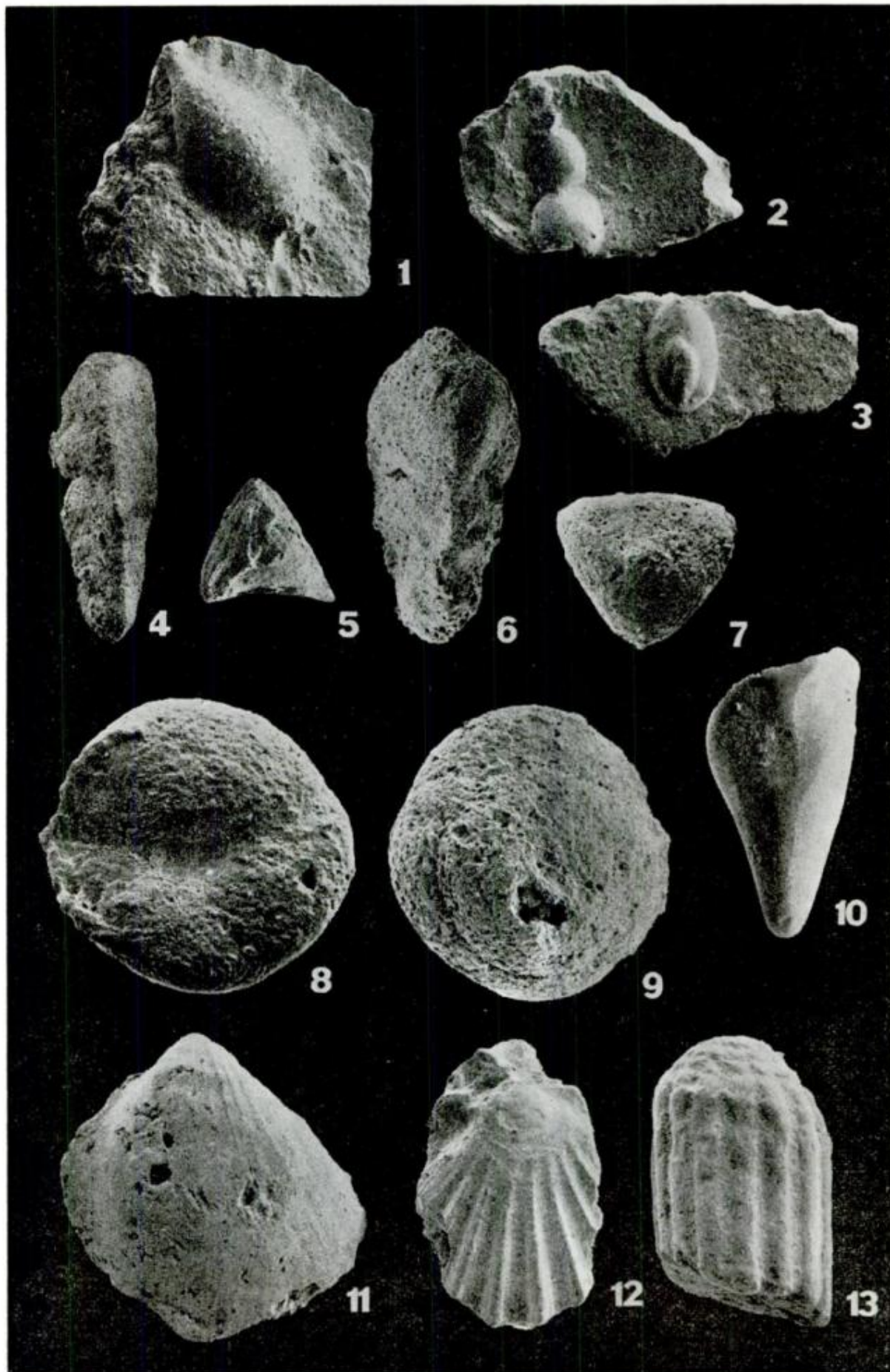
Dimensiones: alto: 0,27 mm, ancho: 0,32 mm.

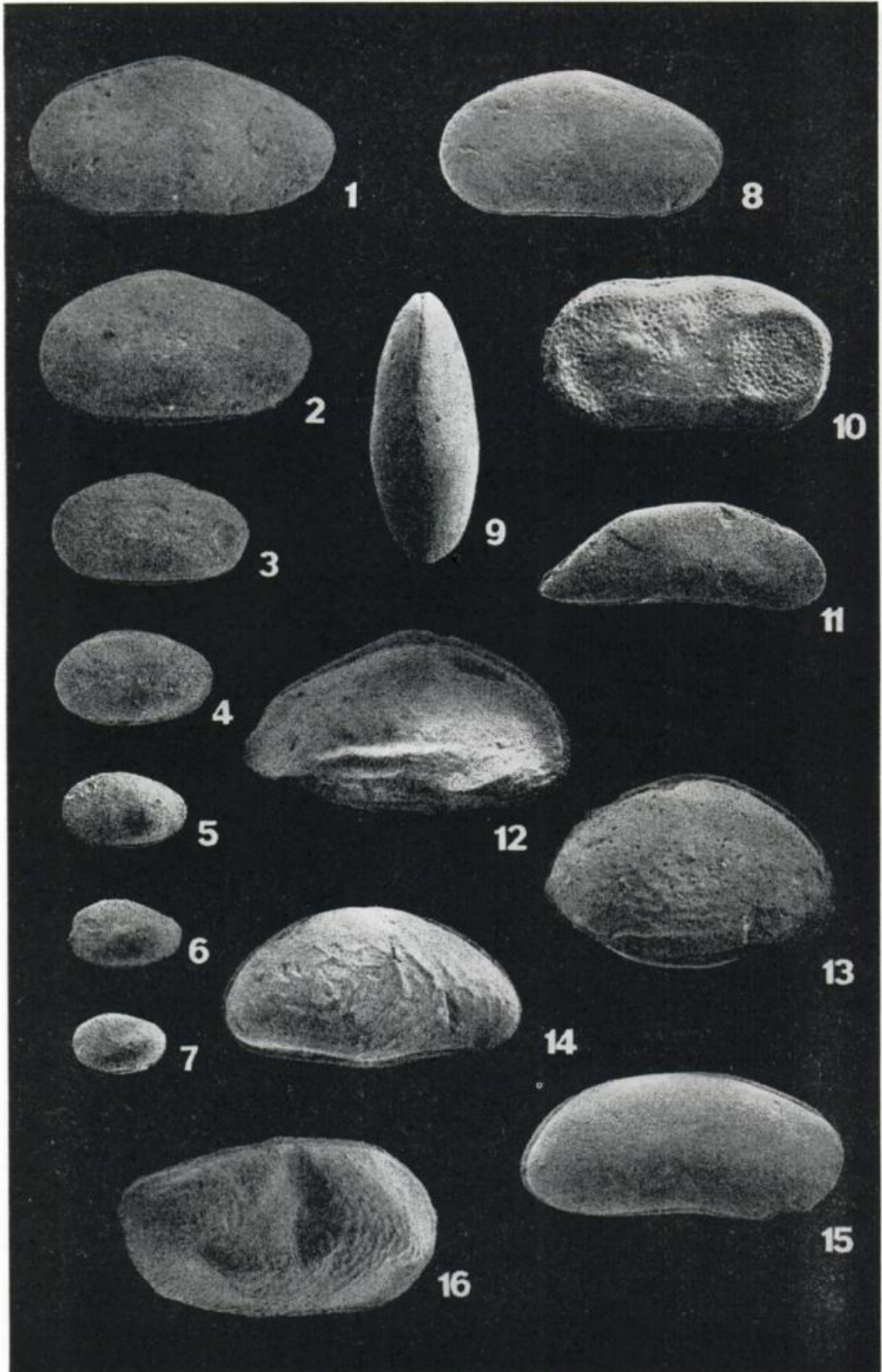
Descripción: Cóncula cónica de trocoespira baja; periferia redondeada, muy levemente lobulada; lado ventral ligeramente cóncavo, con 4 cámaras, las últimas más globosas; lado espiral convexo; abertura en ranura interiomarginal umbilical (el labio apertural solo se ha conservado en uno de los ejemplares estudiados); suturas umbilicales radiales, espirales arqueadas, ambas suavemente deprimidas.

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 32.

Lám. V — 1, *Bullopore tuberculata* (Sollas); (SP. 2); x 75; 2, *Bullopore* sp.; (SP. 2); x 30; 3, *Webbinella subhemisphaerica* Franke; (SP. 2); x 50; 4, *Tristix acutangulus* (Reuss); (SP. 2); x 70; 5, *Tristix acutangulus* (Reuss), vista apertural; (SP. 2); x 75; 6, *Tristix insignis* (Reuss); (SP. 2); x 200; 7, *Tristix insignis* (Reuss) vista apertural; (SP. 2); x 200; 8, *Conorboides* sp., vista umbilical; (SCA.CSo. 39); x 225; 9, *Conorboides* sp., vista espiral; (SCA.CSo. 39); x 225; 10, Diente indet., (SCA.CSo. 39); x 75; 11, *Entolium* (E.) cf. *argentinum* (Stanton); (SCA.CSo. 39); x 20; 12, *Chlamys* (*Aequipecten*) *octoplicoides* (Hertlein); (SCA.CSo. 39); x 15; 13, Espina de equinoideo; (SCA.CSo. 39); x 90.

Lám. VI. — 1, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli; (SCA.CSo. 39); x 45; 2, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli; (SCA.CSo. 39); x 40; 3, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli; (SCA.CSo. 39); x 45; 4, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli, vista dorsal; (SCA.CSo. 39); x 40; 5, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli; (SCA.CSo. 39); x 45; 6, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli; (SCA.CSo. 93); x 45; 7, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli; (SCA.CSo. 39); x 45; 8, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli; (SCA.CSo. 39); x 45; 9, *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli; (SCA.CSo. 39); x 45; 10, *Cytherelloidea* A; (SCA.CSo. 39); x 55; 11, *Paracypris* A; (SCA.CSo. 39); x 60; 12, *Progonocythere* A; (SCA.CSo. 39); x 60; 13, *Majungaella* A; (SCA.CSo. 39); x 60; 14, *Rostrocytheridea* ? sp.; (SCA.CSo. 39); x 60; 15, *Bythocypris* ? sp.; (SCA.CSo. 39); x 75; 16, *Paranotocythere* ? sp.; (SCA.CSo. 39); x 60.





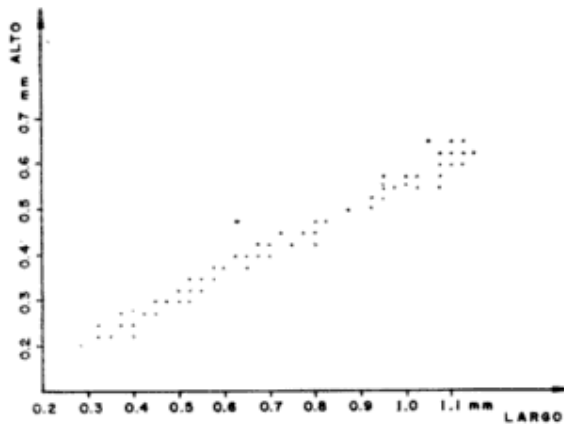


Fig. 8. — Distribución de tamaño de la especie *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli en SCA. CSo. 39 (Cañadón Salto).

1976. *Cytherella algoaensis* Brenner y Oertli, p. 485-6, lám. 1, figs. 14-16; lám. 2, figs. 1-8; lám. 7, fig. 23.

Clase CRUSTACEA Pennant, 1777

Subclase OSTRACODA Latreille, 1806

Orden **PODOCOPIDA** Muller, 1894

Suborden **PLATYCOPA** Sars, 1866

Familia **CYTHERELLIDAE** Sars, 1866

Género **Cytherella** Jones, 1849

Cytherella algoaensis Brenner y Oertli, 1976
(Lám. 6, figs. 1-9)

Material: YPF. SCA.CSo. 39

1320,1-1320,6 mbbp: 107 ejemplares.

Observaciones: Margen pósterodorsal truncado, recto y fuertemente inclinado; valva derecha mayor que valva izquierda; borde anterior redondeado; superficie lisa.

Distribución: Berriasiano? - Valanginiano de Sudáfrica (Brenner y Oertli, 1976; Mc Lachlan *et al.*, 1976 a-b). La extinción filogenética de esta especie se considera representativa del límite Valanginiano - Hauteriviano en la cuenca de Algoa y áreas adyacentes (Brenner y Oertli, *op. cit.*).

Repositorio: YPF. Lab. Geol. SP. n° 32.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a las autoridades de Yacimientos Petrolíferos Fiscales y en particular al Dr. G. A. Chebli por la autorización concedida para publicar el presente trabajo; a los doctores N. Malumián, V. Masiuk y A. C. Riccardi por la lectura crítica del manuscrito; al Dr. H. Bartenstein por las sugerencias epistolares recibidas y al Sr. G. Garbino por las fotografías de microscopio electrónico de barrido obtenidas.

Lista de trabajos citados en el texto

- Aubert, J. y H. Bartenstein, 1976. *Lenticulina (L.) nodosa, additional observations in the worldwide Lower Cretaceous*. Bull. Centre Rech. Pau-SNPA, 10 (1): 1-33.
- Barnard, T., 1950. *Foraminifera of the Lower Lias of the Dorset coast*. Geol. Soc. Lond., Quart. Jour., 105(3): 347-391.
- Bartenstein, H., 1956. *Zur Mikrofauna des englischen Hauterive*, Senck. leth., 37 (5/6): 509-533.
- 1962. *Neue Foraminiferen aus Unterkreide und Oberkeuper NW-Deutschlands und der Schweiz*. Senck. leth. 43: 135-149.
- 1965. *Taxionomische Revision und Nomenklator aus Franz E. Hecht*. Standart-Gliederung der Nordwest-deutschen Unterkreide nach Foraminiferen (1938). Teil 4: Alb. Senck. leth., 46 (4/6): 327-366.
- 1974. *Lenticulina (Lenticulina) nodosa (Reuss, 1863) and its subspecies-worldwide index foraminifera in the Lower Cretaceous*. Eclog. Geol. Helv., 67: 539-562.
- 1976. *Practical applicability of a zontion with bentonic foraminifera in the worldwide Lower Cretaceous*. Geol. Mijnbow., 55 (1/2): 83-86.
- Bartenstein, H. y F. Bettenstaedt, 1962. *Leitfossilien der Mikropaläontologie*. Marine Unterkreide (Boreal und Tethys): 225-297, lám. 33-41. Borntraeger Ed.
- Bartenstein, H., Bettenstaedt, F. y H. Bolli, 1957. *Die foraminiferen der Unterkreide von Trinidad, B.W.I., Erster Teil: Cucho und Toco Formation*. Eclog. Geol. Helv., 50: 5-87.
- 1966. *Die foraminiferen der Unterkreide von Trinidad, W.I., Zweiter Teil: Maridale Formation (Tiplokalität)*. Eclog. Geol. Helv., 59 (1): 129-177.

- Bartenstein, H., Bettenstaedt, F. y T. Kovatcheva, 1971. *Foraminiferen des bulgarischen Barrême*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 139 (2): 125-162.
- Bartenstein, H. y H. Bolli, 1977. *The foraminifera in the Lower Cretaceous of Trinidad, W.I. Part 4: Cucho Formation, upper part; Leupoldina protuberans Zone*. Eclog. Geol. Helv., 70 (2): 543-573.
- Bartenstein, H. y E. Brand, 1937. *Mikro-paläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwest-deutschen Lias und Doggers*. Abh. senck. naturf. Ges., 439: 1-224.
- 1951. *Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwest-deutschen Valendis*. Abh. senck. naturf. Ges., (485): 239-337.
- Bartenstein, H. y M. Kaefer, 1973. *Die Unterkreide von Helgoland und ihre mikropaläontologische Gliederung*. Senck. leth., (2/4): 207-251.
- Besairie, H., 1930. *Reserches Geologiques á Madagascar*. Toulouse (Imp. Basuyau y Cie).
- Bettenstaedt, F., 1952. *Stratigraphisch wichtige Foraminiferen aus dem Barrême vorwiegend Nordwest-Deutschlands*. Senck., 33 (4/6): 263-295.
- Bianchi, J. L., 1967. *Informe preliminar acerca de los perfiles estratigráficos realizados en el sector occidental de la Cuenca Austral durante las campañas 1964/65 y 1965/66*. YPF., Bs. As., informe inédito.
- Boranelli, G. y J. J. Nágera, 1921. *Observaciones geológicas en las inmediaciones del Lago San Martín (Territorio de Santa Cruz)*. Dir. Gral. Minas, Bs. As., Bol. 27 B: 1-39.
- Brenner, P. y H. Oertli, 1976. *Lower cretaceous ostracodes (Valanginian to Hauterivian) from the Sundays River Formation, Algoa Basin, South Africa*. Bull. Centre Rech. Pau-SNPA, 10 (2): 471-533.
- Espitalie, J. y J. Sigal, 1963. *Contribution à l'étude des foraminifères (Micropaléontologie-Microstratigraphie) du Jurassique supérieur et du Néocomien du Bassin de Majunga (Madagascar)*. Anns. Géol. de Madagascar, (32): 9-100.
- Favre, F., 1908. *Die Ammoniten der unteren Kreide Patagoniens*. J. Jb. Miner. Geol. Paläont., Stuttgart, Beil. B. B., 25: 601-647, lám. 32-37.
- Feruglio, E., 1938. *El Cretácico del Lago San Martín y de las regiones adyacentes*. Physis, Rev. Soc. Arg. Cs. Nat., Bs. As., 12 (44): 293-342.
- Flores, M. A., N. Malumián, V. Masiuk, y J. C. Riggi, 1973. *Estratigrafía cretácica del subsuelo de Tierra del Fuego*. Asoc. Geol. Arg. Rev., 28 (4): 407-437.
- Franke, A., 1936. *Die foraminiferen des deutschen Lias*. Preuss. Geol. Landesanst., Abb. 169: 1-138.
- Frenguelli, J., 1935. *Ptylophyllum hislopi (Oldman) en los "Mayer River Beds" del Lago San Martín*. Notas del Museo de la Plata, Paleont., 1 (3).
- Fursenko, A. y E. Polenova, 1950. *Foraminiferes du Volgien inferieur de la région d'Emba*. Trans. Inst. Geol. Rech. Petrol., n.s., 49:45.
- Gumbel, C. W., 1862. *Die Streitberger Schwamlager und ihre Foraminiferen Einschlüsse*. Ver. Vaterl. Natur. Württemberg, Jahresh., 18 (2): 192-238.
- Jefferies, R.P.S., 1962. *The Palaeoecology of the Actinocamax plenus subzone (lowest Turonian) in the Anglo-Paris basin*. Paleont., 4 (4): 609-647.
- Jendryka-Fuglewicz, B., 1975. *Evolution of the Jurassic and Cretaceous smooth-walled Lenticulina (Foraminiferida) of Poland*. Act. Paleont. Pol., 20 (2): 99-189.
- Haupt, O., 1907. *Beiträge zur Fauna des oberen alm und der unterenkreide in der argentinischen Cordillere*. N. Jb. Miner. Geol. Paläont., Stuttgart, Beil. B, B, 23: 187-236.
- Hertlein, L. G., 1931. *Changes of nomenclature of some recent fossil Pectinidae from Japan, Porto Rico, South America, New Zeland and California*. J. Paleont., 5 (4): 367-369.
- Khan, M. H., 1962. *Lower Cretaceous index foraminifera from northwestern Germany and England*. Micropal., 8 (3): 385-390.
- Loeblich, A. y H. Tappan, 1950. *North American Jurassic foraminifera: I. The type Redwater Shale (Oxfordian) of South Dakota*. J. Paleont., 24 (1): 39-60.
- Malumián, N. y V. Masiuk, 1975. *Foraminíferos de la Formación Pampa Rincón (Cretácico inferior), Tierra del Fuego, Argentina*. Rev. Esp. Micropal., 7 (3): 579-600.
- Marinelli, R., 1980. *Distribución de los campos productores de hidrocarburos en el área de plataforma de Cuenca Austral: su relación con antiguas líneas de costa*. YPF., Bs. As., inf. inéd.
- Marinelli, R. y O. Di Persia, 1980. *Reconstrucción paleoambiental y paleogeográfica de la Formación Springhill en un sector del área de plataforma de Cuenca Austral*. Provincia de Santa Cruz. YPF., Bs. As., inf. inéd.
- Masiuk, V. y C. Nakayama, 1979. *Sedimentitas marinas mesozoicas del Lago Fontana. Su importancia*. Séptimo Congr. Geol. Arg. Act., 2: 361-378.
- Masiuk V. y D. Ronchi, 1980. *Correlación de pozos de la cuenca Austral*. YPF., Bs. As., inf. inéd.
- McLachlan, I. R.; P. W. Brenner, e I. K. McMillan, 1976b. *The stratigraphy of the cretaceous Brenton Formation and the PB-A/v well, near Knysna, Cape Province*. Trans. Geol. Soc. S. Afr., 79 (3): 341-370.
- McLachlan, I. R., McMillan, I. K. y P. W. Brenner, 1976a. *Micropaleontological study of the cretaceous beds at Mbotyi and Mngazana, Transkei, South Africa*. Trans. Geol. Soc. S. Afr., 79 (3): 321-340.

- Musacchio, E., 1979. Datos paleobiogeográficos de algunas asociaciones de foraminíferos, ostrácodos y carofitas del Jurásico medio y el Cretácico inferior de Argentina. "Ameghiniana", Rev. Asoc. Paleont. Arg., 16 (3/4): 247-271.
- Natland, M. L., E. González, A. Cañón, y M. Ernst, 1974. A system of stages for correlation of Magallanes Basin sediments. Part I: Geology and paleontology of Magallanes Basin. Part II: Magallanes Basin foraminifera. Geol. Soc. Am., mem. i39.
- Neagu, T., 1965. Albian foraminifera of the Rumanian Plain. Micropal., 11 (1): 1-38.
- Nulló, F. E., C. Proserpio y G. Blasco, 1981. El Cretácico de Cuenca Austral en el lago San Martín y Río Turbio. Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico: cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, Bs. As., 1: 181-220.
- Nulló, F. E., Proserpio, C. y V. A. Ramos, 1978. Estratigrafía y tectónica de la vertiente este del hielo continental patagónico, Argentina-Chile. Séptimo Cong. Geol. Arg., Act., 1: 455-470.
- Orbigny, A. d', 1826. Tableau methodique de la classe des Cephalopodes. Annl. Sc. Nat. Paris, sr. 1,7: 245-314.
- Orbigny, A. d', 1850. Prodrome de paleontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnes. Paris, V, Masson, 1, 392 p.
- Piatnizky, A., 1938. Observaciones geológicas en el oeste de Santa Cruz (Patagonia). Bol. Inf. Petrol., Bs. As., 165: 45-95.
- Reuss, A. E., 1860. Die Foraminiferen der westphälischen Kreideformation. Sber. math. naturwiss. Kl. K. Akad. Wiss., 46, 100 p.
- Reuss, A. E., 1862. Die Foraminiferen des nordeutschen Hilsund Gault. Sber. math. naturwiss. Kl. K. Akad. Wiss., 40: 147.
- Riccardi, A. C., 1971. Estratigrafía en el oriente de la Bahía de la Lancha, lago San Martín, Santa Cruz, Argentina. Rev. Mus. La Plata, N. S. 7 (Geol. 61): 245-318.
- 1976. Paleontología y edad de la Formación Springhill. Primer Congr. Geol. Chileno, Act., 1: C41-C56.
- 1977. Berriasian invertebrate fauna from the Springhill Formation of Southern Patagonia. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 155 (2): 216-252.
- 1982. Informe paleontológico realizado sobre muestras correspondientes a las profundidades 1320-1320,6 m del pozo YPF.SC.CSo-39. YPF. Lab. Geol., informe inédito.
- Riggi, E. A., 1933. Nota geológica sobre el borde sur del lago San Martín, (Territorio de Santa Cruz). Rev. Min., Morón, 6: 19-22.
- 1977. La Formación Springhill en el subsuelo de Tierra del Fuego. Asoc. Geol. Arg. Rev., 32 (3): 176-189.
- Robles, D. E., 1978. La relación lateral entre la Formación Springhill y las pelitas basales de la Formación Lago San Martín. YPF., Bs. As., inf. inéd.
- 1980. Croquis isopáquicos parciales y totales del ciclo Springhill. YPF., Bs. As., inf. inéd.
- Roemer, F. A., 1839. Die Versteinerungen des norddeutschen Oolithen-Gebirges. Ein Nachtrag. Hofbuchhandl., :1-59.
- 1841. Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. Hofbuchhandl.
- Sigal, J., Grekoff, N., Singh, N., Cañón, A. y M. Ernst, 1970 Sur l'âge et les affinités "gondwanien-nes" de microfaunes (Foraminifères et Ostracodes) malgaches, indiennes et chiliennes au sommet du Jurassique et a la base du Crétacé. C. R. Acad. Sc. Paris, s.D. 271: 24-27.
- Sollas, W. J., 1877. On the perforate character of the genus Webbina with a notice of two new species, W. laevis and W. tuberculata, from the Cambridge Greensand. Geol. Mag., n.s., dec. 2,4: 104.
- Stanton, T. W., 1901. The marine Cretaceous invertebrates. Princeton Univ. Rep., Princet.,: 3-42.
- Tate, R., 1867. On some secondary fossils from South Africa. Q. J. Geol. Soc., London, 23 (91): 139-175.
- Ten Dam, A., 1946. Arenaceous foraminifera and Lagenidae from the Neocomian (Lower Cretaceous) of the Netherlands. J. Paleont., 20: 570-577.
- 1948. Foraminifera from the Middle Neocomian of the Netherlands. J. Paleont., 22 (2): 175-192.
- Turic, M. A., 1971. Geología de la comarca del lago San Martín entre las estancias La Lila y Los Cerros (Dep. Lago Argentino, Provincia de Santa Cruz). YPF., Bs. As., inf. inéd.
- Uhlig, V., 1902. Über die Cephalopoden Fauna der Teschner und Grodischter Schichten. Denks. Akad. Wiss. Wien, 72: 1-87.
- Zedler, B., 1961. Stratigraphische Verarbeitung und Phylogenie von Foraminiferen des nordwestdeutschen Oberhauterive. Paläont. Z., 35 (1/2): 28-61.

Recibido: 14 de octubre, 1982.

Aceptado: 19 de diciembre, 1983.

ANA A. KIELBOWICZ

DIANA I. RONCHI

NESTOR H. STACH

Yacimientos Petrolíferos Fiscales

Laboratorio Geológico

Av. Calchaquí Km. 23,5

1888 - Florencio Varela

DISTRITO MINERO EL QUEMADO, DEPTOS. LA POMA Y CACHI, PROVINCIA DE SALTA II. GEOLOGIA DE SUS PEGMATITAS

MIGUEL ANGEL GALLISKI

Resumen

Se describe la geología de las pegmatitas del distrito minero El Quemado ubicado en el tramo septentrional de la Sierra de Cachi, Provincia de Salta, República Argentina, entre los 24° 40' - 25° 07' lat. S. y los 66° 10' - 66° 30' long. O. La mineralización está representada por pegmatitas plumasíticas, muchas de ellas complejas, portadoras de elementos raros como Nb-Ta-Li-Be, o Bi-U, las cuales están espacial y temporalmente relacionadas con intrusivos trondhjemiticos que pocas veces ofician de rocas de caja, constituida, más comúnmente, por esquistos moteados. Los cuerpos son tabulares, con longitudes de cientos de metros y potencias entre 4 y 30 m, rumbos dominantes al NO e inclinaciones altas con predominio al SO. El mecanismo de emplazamiento fue mayoritariamente forzado, pocas veces permisivo, acompañado por silicificación y turmalinización limitadas de la roca de caja. La estructura zonal nunca falta y es bastante parecida en todas las pegmatitas, con zonas de borde y externas de Cz-Pl-Mo, intermedias de Cz-Pl-Mi-Mo y núcleos de Cz; dos pulsos de reemplazo principales son distinguibles: el primero sódico y el segundo lítico.

Los minerales identificados son: cuarzo, plagioclasa, microlino, espodumeno, moscovita, biotita, lepidolita, clorita, chorlo, elbaíta, berilo, fluorita, blenda, molibdenita, bismuto, bismutina, calcopirita, emplectita, annivita, klaprothita, covelina, bismutita, uraninita, niobita, tantalita, tapiolita, casiterita, hermatita, ilmenita, magnetita, rutilo, gahnita, siderita, circón, granate, actinolita, estilbita, apatita, trifilina, litiofilita, triplita, heterosita, rockbridgeita, clinostrengita, eosforita, autunita, gummita, mangano-melanos, limonita, ixiolita, microlita, montebrasita, arrojadita, leucosofita, alluaudita, laueíta, mitridatita, brasilianita y fairfieldita.

La génesis pegmatítica se adjudica a la cristalización fraccionada, en cámaras semi o completamente cerradas, de fluidos pegmatógenos enriquecidos en volátiles, provenientes de los diferenciados remanentes de la cristalización del magma trondhjemitico, que han sido intruidos por un proceso polipulsatorio en las rocas de caja. La zonación regional permitió distinguir tres niveles evolutivos diferentes que comprenden: pegmatitas comparativamente ricas en potasio cerca de los intrusivos, con sodio dominante en posiciones intermedias y cuerpos ricos en litio en los límites externos alcanzados por la mineralización. Dos dataciones K/Ar (Galliski, 1983a) confirman que las pegmatitas pertenecen al ciclo metalogénico Precámbrico-Paleozoico inferior.

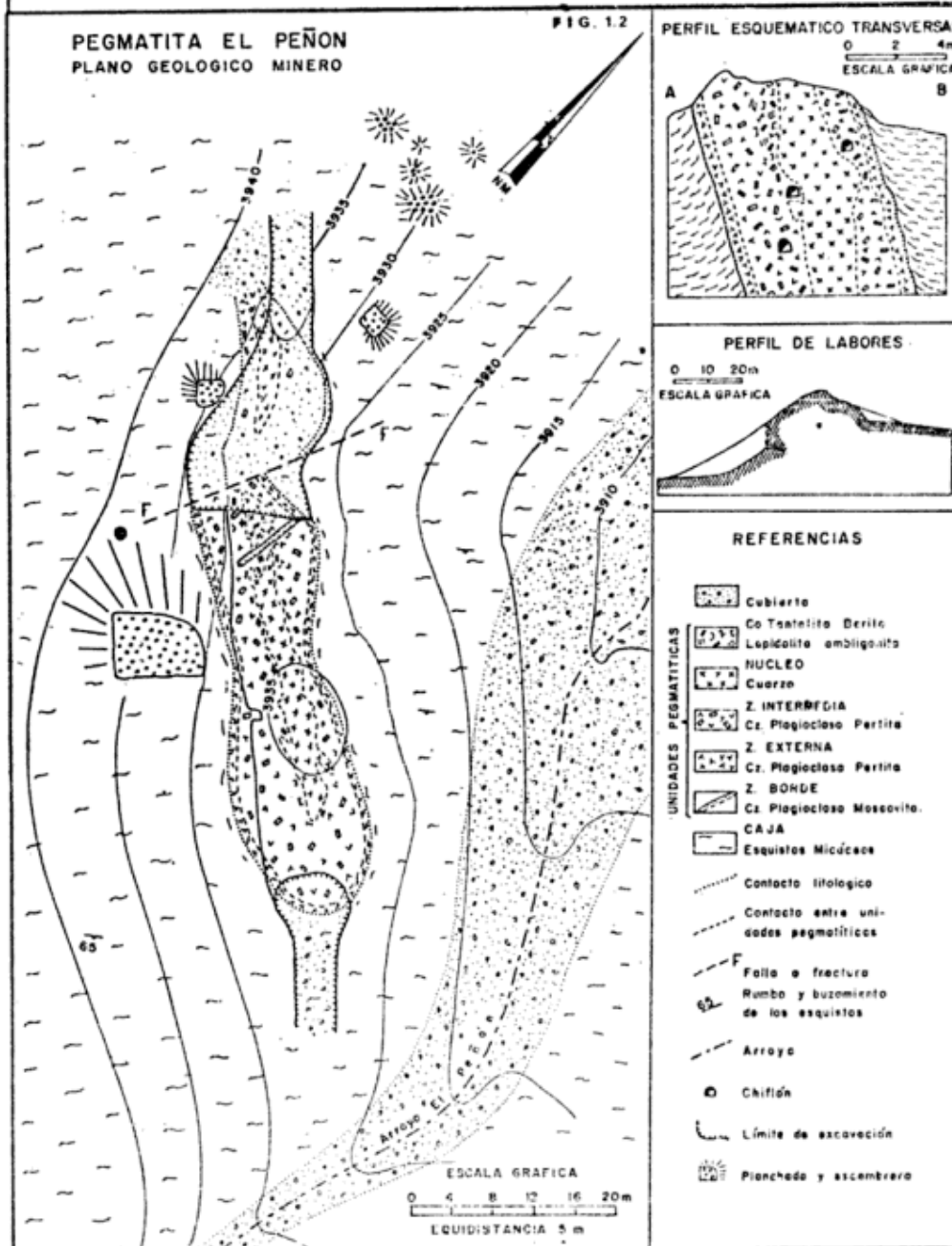
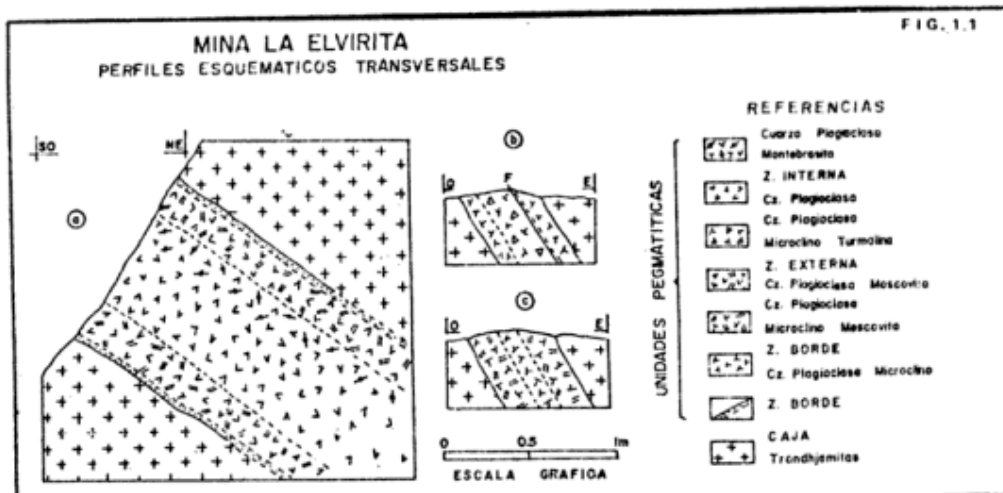
El distrito constituye al presente la acumulación de Nb y Ta más importante de la Argentina y tiene además interesantes concentraciones de Li.

Abstract

This work describes the pegmatites' geology of the El Quemado mining district, situated in the septentrional lap of the Sierra de Cachi, Salta Province, Argentine, between 24° 40' - 25° 07' lat. S. and 66° 10' - 66° 30' long. W. The zoned and complex pegmatites have an interesting rare elements mineralization of Nb-Ta-Li-Be as well as of Bi and U. The bodies are tabular, several hundred meters long and 4 to 30 meters wide, with NW trends and a SW predominant dips. The pegmatites are space-time related with trondhjemitic intrusives, and they have either these or spotted schists as wall rock. The pegmatites' emplacement has been forced, in a few cases permissive, with limited silicification and tourmalinization of the wall rock. The structural units of pegmatites vary from 3 to 7 with similar, marked zonation that comprise: border zones of Qz-Pl-Mu, external zones of Qz-Pl-Mu, intermediate zones of Qz-Pl-Mi-Mu and Qz cores. They have occasionally Mi-Qz, Qz-Pl-Sp or Qz-Sp zones. Two different replacement stages have been observed, the first sodic, the second one lithic.

The identified minerals are quartz, plagioclase, microcline, spodumene, muscovite, biotite, lepidolite, chlorite, schorl, elbaite, beryl, fluorite, sphalerite, molibdenite, bismuth, bismuthinite, chalcopyrite, emplectite, annivite, klaprothite, covellite, bismuthite, uraninite, niobite, tantalite, tapiolite, cassiterite, hematite, ilmenite, magnetite, rutile, galmite, siderite, zircon, garnet, actinolite, stilbite, apatite, triphylite, lithiophilite, thiplite, heterosite, rockbridgeite, phosphosiderite, eosphorite, autunite, gummita, manganese oxides, limonite, ixiolite, microlite, montebrasite, arrojadite, leucophosphate, alluaudite laueite, mitridatite, brasilianite, and fairfieldite.

The pegmatitic genesis is ascribed to fractional crystallization in closed or almost closed chambers of volatile-rich pegmatogenic fluids, which are differentiated remnants of trondhjemitic magmas and have been polypulsatorily intruded in the country rocks. The pegmatites have a zoned arrangement with potassium rich bodies near the intrusive, which change to sodium rich bodies in the intermediate positions, and end with lithium associations in the outermost levels of the mineralization. Two K/Ar datings (Galliski, 1983a) confirm that the pegmatites belong to the Precambrian-Lower Paleozoic metallogenetic cycle.



Introducción

En un trabajo previo (Galliski, 1983a) se describió el basamento del distrito minero El Quemado, que abarca el tramo septentrional de la sierra de Cachi. En el presente, se dan a conocer los resultados del estudio de sus pegmatitas de elementos raros, otrora primeras productoras de columbita en Argentina.

El conocimiento de la existencia de minerales de Nb-Ta y Bi en la sierra de Cachi se remonta a los primeros años de la década de 1940. A fines de 1942 la Compañía Minera Anzotena inicia la explotación de tantalita y bismuto aluvionales en el paraje Tres Tetos y, progresivamente, extiende las actividades de beneficio a la mineralización primaria contenida en las pegmatitas de la comarca. Durante el transcurso de los años 1943-44, la empresa recupera alrededor de diez toneladas de concentrados de tantalita y cinco toneladas de concentrados de bismuto. Por esa época mantiene cinco campamentos, que corresponden a otros tantos sectores mineralizados, a los que denomina Campamento Central (Santa Elena), El Quemado, Tres Tetos, San Miguel y Peñas Blancas. A mediados de 1945 ya había cesado la actividad extractiva y el distrito permaneció inactivo hasta el año 1957 en que una efímera incursión empresaria, de cuyo desempeño no se han encontrado más que antecedentes verbales, intenta reactivarlo sin obtener éxito.

Los antecedentes específicos se reducen a los trabajos de Palacio y Devito (1947) y Turner (1964). Información mineralógica adicional se consigna en Ahlfeld y Angelelli (1948), Angelelli (1950) y Linares y Toubes (1961). Angelelli *et al.* (1970) incluyen a las pegmatitas del distrito El Quemado en el ciclo metalogenético Precámbrico-Paleozoico inferior. La limitada disponibilidad de estudios, el fugaz periodo de apogeo y el tiempo transcurrido desde que tuvo lugar, fueron los factores de incidencia negativa en la interesante perspectiva potencial del distrito y condicionaron su inmerecido olvido.

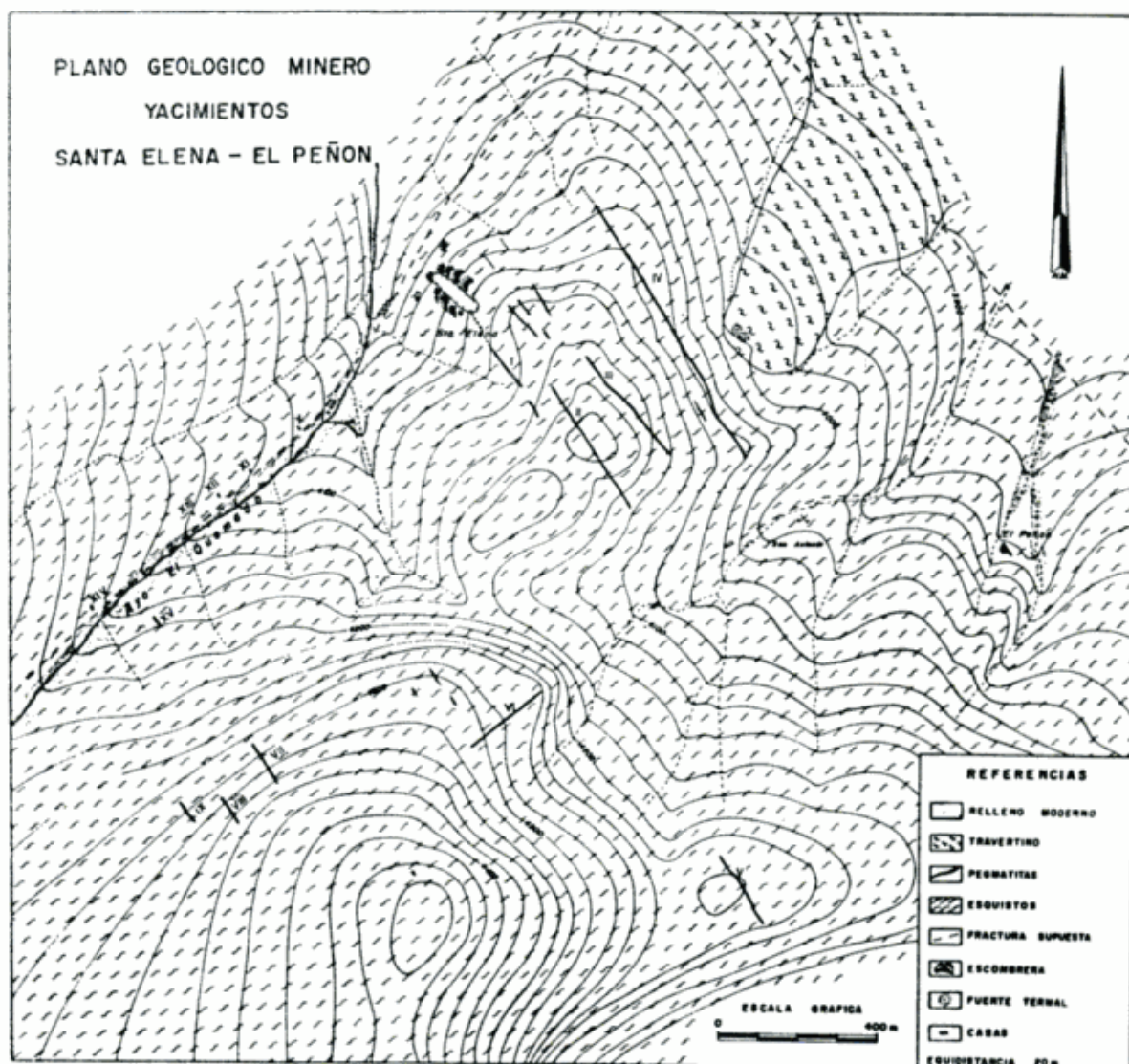
En el desarrollo del estudio se reconocieron más de 30 pegmatitas, de las cuales doce presentan laboreos que sólo en cinco casos tienen carácter de trabajos de explotación; el resto se reduce a simples destapes exploratorios. Desde el punto de vista gequímico constituyen pegmatitas plumasíticas, zonales, muchas de ellas complejas (en

el sentido de Landes, 1933) y portadoras de mineralización de Nb, Ta, Li, Be, Bi y U.

Ubicación, dimensiones, formas y posición

Las pegmatitas de El Quemado se ubican en la sierra de Cachi, a alturas comprendidas entre 3800 y 4700 metros sobre el nivel del mar. La distribución de los cuerpos estudiados guarda una estrecha relación espacial con los intrusivos de la Formación Cachi, a los cuales se asocian conformando agrupaciones que permiten distinguir cuatro sectores mineralizados denominados: Aguas Calientes, Santa Elena-El Quemado, Tres Tetos y El Morado-Peñas Blancas. En el mapa base del distrito (Galliski, 1983a) se individualizan estos sectores con los nombres de las pegmatitas que a ellos pertenecen y la información se completa en los respectivos planos de las áreas con mayor densidad de intrusivos filonianos diferenciados (figs. 2 y 4.2). Del análisis del cuadro I, donde se encuentran tabulados todos los datos referidos al apartado considerado, se desprende que las dimensiones de las pegmatitas muestran variaciones considerables. Las longitudes oscilan entre dos rangos: aproximadamente el 55 % de los diques tienen corridas inferiores a los 100 m y el 25 % superior a 200 m, con un valor máximo para la pegmatita Santa Elena IV de 800 m. Solamente el 10 % de los cuerpos tiene valores comprendidos entre 100 y 200 m y es posible que este porcentaje disminuya, pues varias unidades consideradas individualmente pertenecen a una misma corrida con breves discontinuidades de los afloramientos cuya persistencia prácticamente garantiza su conexión. La potencia mínima registrada en una pegmatita zonal es de 0,1 m y la máxima 40 m. Los espesores medios fluctúan entre menos de 2m para el 24 % de los filones, de 2 a 4 m el 26 % y entre 4 y 8 m el 40 %, con el 7 % restante que presenta potencias superiores a 8 m. La relación longitud/espesor manifiesta una marcada concentración bimodal con distribución de los cuerpos en proporciones equivalentes entre valores inferiores y superiores a 20. Dentro de cada grupo los picos máximos se presentan entre 0-10 (40 %) y 20-50 (35 %). Dos pegmatitas alcanzan los valores extremos de 100.

La ausencia de labores subterráneas de magnitud impide comprobar la extensión de



los filones en profundidad, aunque una aproximación valedera puede obtenerse a partir del desnivel que existe a lo largo de corridas ininterrumpidas. Basándonos en esta consideración, la profundida mínima de la mineralización en la pegmatita Santa Elena labor central y el filón I, que la continúa, es de 100 m. Otras estimaciones fundamentadas en criterios convencionales menos precisos pero igualmente válidos, como el de tomar 1/3 de la corrida comprobada como índice de la profundidad, arrojan guarismos que se elevan a 300 m.

La morfología de las pegmatitas manifiesta una definición por la geometría tabular sólo quebrada por un mínimo de cuerpos, en los que, debido a las irregularidades de los afloramientos, la misma no se observa

con claridad y hace suponer cierta tendencia a un diseño podiforme. En el resto de los filones, la invariabilidad de la potencia y la ausencia de plegamientos post-emplazamiento configuran, a la escala del mapeo, cuerpos tabulares casi perfectos, con escasas desviaciones producidas por ensanchamientos locales poco notables.

Los rumbos de las pegmatitas son marcadamente similares. La gran mayoría de las alineaciones están comprendidas entre $N20^{\circ}$ a 50° , con un promedio de $N45^{\circ}$. Las excepciones ocurren en el sector de Aguas Calientes, donde los rumbos predominantes son meridionales, y en dos diques del sector Santa Elena-El Quemado, que tienen arrumbamientos orientados al este. Los buzamientos medidos muestran poca varia-

CUADRO I. — Parámetros espaciales de las Pegmatitas.

Nº	Pegmatita	Altura s/n/m	Longitud m	Espesor (m)			L/E	Forma	Posición		Relación caja
				Máx.	Med.	Mín.			Rumbo	Inclinación	
1	La Elvirita "a"	4040	40	1,10			36	Tabular	N20° W	45° SE	—
2	La Elvirita "b"	4100	∞	0,4	0,1		8	Tabular	N-S	45° E	—
3	La Elvirita "c"	4120	40	0,4			100	Tabular	N-S	45° E	—
4	A. Calientes	4000	270	25			10	Tabular	N-S	75° W	Discordante
5	Anzotana "a"	4200	?	7			?	Tabular?	N45° W?	70° SW?	Discordante?
6	Anzotana "b"	4210	80	3			26	Tabular	N10° E	15° W	Subconcordante
7	Santa Elena C.	4060	200	30?	6		7	Tabular	N40-45° W	70-80° SW	Discordante
8	Santa Elena I	4110	180	6	3		30	Tabular	N40-45° W	70-80° SW	"
9	Santa Elena II	4150	370	4			90	Tabular	N40-45° W	70-80° SW	"
10	Santa Elena III	4140	320	4			80	Tabular	N40-45° W	70-80° SW	"
11	Santa Elena IV	4060	800	12	6		100	Tabular	N35-45° W	70° SW	"
12	Santa Elena V	4240	200	5			40	Tabular	N45° W	70-80° SW	"
13	Santa Elena VI	4280	225	5			45	Tabular	N45° E	65°-70° NW	Concordante
14	Santa Elena VII	4300	120	5			24	Tabular	N45° W	85° SW	Discordante
15	Santa Elena VIII	4320	∞	4			20	Tabular	N45° W	90°	"
16	Santa Elena IX	4300	∞	2			30	Tabular	N40° W	85° NE	"
17	Santa Elena X	4080	10	2			5	Tabular	∞ N40-45° W	70° SW	"
18	Santa Elena XI	4100	10	0,8	0,4		10	Tabular	∞ N20° W	65° SW	"
19	Santa Elena XII	4110	10?	1,1			9	Tabular	∞ N20° W	65° SW	"
20	Santa Elena XIII	4120	?	6			?	Podiforme	N40° W?	80-85° SW?	"
21	Santa Elena XIV	4170	10	7			1	Tabular	?	?	"
22	Santa Elena XV	4180	∞	3			13	Tabular	N40° W	60-70° SW	"
23	El Peñón	3920	60	10	4		9	∞ Tabular	N40-45° W	65° SW	"
24	El Quemado	4685	> 40	10?			8	Tabular?	N40-45° W	70° NE?	"
25	Tres Tetas "a"	3890	100?	5			20	Podiforme	N45-50° W	60-70° NE	—
26	Tres Tetas "b"	3895	50	3			13	Tabular	N45-50° W	75-80° NE	—
27	Tres Tetas "c"	3900	50	3			13	Tabular	N45-50° W	90°-90° NE	—
28	El Morado	4650	60	8			8	Tabular	N45° W	55-60° SW	Discordante
29	Peñas Blancas	4000	∞	3			16	Tabular	N40-45° W	75° NE	"
30	Corral Bayo	∞-4800	∞-300	8			∞-40	Tabular	N20° W	45° SW	"

ción a lo largo de las corridas; excepto algunos filones del sector Aguas Calientes, que tienen inclinaciones medias de 45°, la mayoría presenta inclinaciones superiores a 65° y, por término medio, entre 70° y 80° con sentidos predominantes hacia el sudoeste, que en contadas ocasiones es inverso (noreste), como en la pegmatita Tres Tetas.

Estructura interna y petrografía

Desde la excelente síntesis efectuada sobre el estudio de las pegmatitas por Cameron *et al.*, (1949), se afianzó el criterio propuesto en el trabajo mencionado de sistematizar las descripciones discriminando entre las distintas unidades estructurales que conforman las pegmatitas. En el presente estudio se utiliza, con ligeras modificaciones, la nomenclatura y granometría propuestas por estos autores.

Sector Aguas Calientes

Comprende cuatro pegmatitas de diferentes dimensiones que se disponen marginando el plutón homónimo. Tres de ellas se agrupan con el nombre de Mina La Elvirita y la restante constituye un potente filón denominado Aguas Calientes. Además de estos diques mayores, existen en el sector algunas manifestaciones menores constituidas por vetas de cuarzo lechoso de 5 a 10 cm de espesor, encajadas en diaclasas de los esquistos de la aureola de contacto del stock y mineralizadas con hematita, ilmenita, magnetita y rutilo.

MINA LA ELVIRITA

Es un prospecto de discreta relevancia que comprende tres diques pegmatíticos zonados ubicados en el límite noroeste del stock Aguas Calientes.

Dique "a". Está constituido por tres zonas: de borde, externa y núcleo. La zona de borde es de grano fino y se compone de cuarzo, plagioclasa (An 8-10) y moscovita, con chorlo y biotita cloritizada como accesorios. La zona externa es de grano mediano y está compuesta por cuarzo, plagioclasa (An 8-10), moscovita, escasa apatita y láminas diseminadas de columbita. El núcleo está constituido por albita de grano fino y cuarzo de grano mediano subordinado. En el contacto superior con la zona externa tiene montebrasita, circón, bismutina, bismu-

to, columbita, trafilina y microlita. La pegmatita ha sido destapada mediante un socavón y explorada con dos chiflones de 5 y 3 m de largo, que en la actualidad están parcialmente aterrados. En profundidad es perceptible un ligero incremento de la potencia.

Diques 'b' y 'c'. Son similares y presentan sólo dos zonas: de borde e interna. La zona de borde es de grano fino y está compuesta por cuarzo, plagioclasa y microclino, con turmalina y apatita como accesorios. La zona interna es de grano fino a mediano y tiene idéntica mineralogía que la de borde. El accesorio más conspicuo es elbaíta verde en agregados prismáticos radiales de hasta 10 cm de diámetro. Ambos diques fueron reconocidos con rajos de reducidas dimensiones.

Pegmatita Aguas Calientes

La pegmatita tiene una marcada estructura zonal simétrica, en la que se han reconocido varias unidades notables por la constancia de sus dimensiones y composición. Zona de borde: tiene entre 0,03 y 0,09 m de espesor y grano fino. Está esencialmente constituida por cuarzo, plagioclasa (An 15-20) y moscovita, con chorlo, apatita y minerales opacos como accesorios. Zona externa: alcanza de 1 a 1,5 m de potencia y es de grano fino. Su composición incluye cuarzo, plagioclasa (An 8-15) y microclino pertítico; apatita, moscovita y escasa columbita en cristales de dimensiones milimétricas son los accesorios. La zona intermedia es de grano mediano, textura porfírica y espesor de 1,5 a 2 m. Está constituida por fenocristales de microclino, englobados por una matriz de cuarzo, plagioclasa, moscovita y tiene espodumeno y montebrasita como accesorios. Zona interna: tiene 6 y 10 m de potencia y textura porfírica con fenocristales prismáticos de microclino de 0,6-0,8 m de largo contenidos en una matriz de grano fino constituida por cuarzo, albita, espodumeno y montebrasita. El núcleo tiene unos 2 m de espesor, grano fino y una composición que incluye a cuarzo, espodumeno y montebrasita como esenciales con moscovita dispersa y escasa albita de accesorios.

Las unidades de reemplazo se reducen a escasas lentes de tamaño centimétrico contenidas en la zona intermedia. Son de grano fino y color amarillo parduzco. Microscópicamente se observa que están compuestas por cuarzo, albita, mica, montebrasita, circón,

apatita y cristales no identificados que semejan microlita.

Sector Santa Elena - El Quemado

Al mismo pertenecen los cuerpos de Anzotana, El Peñón, El Quemado y 15 diques que afloran en un área reducida (fig. 2), parcialmente comprendidos en las pertenencias de la mina Santa Elena. Además de las pegmatitas visibles en el plano del sector, existen varios filones de menor tamaño, muchos de ellos zonados y otros compuestos únicamente por cuarzo lechoso estéril.

MINA ANZOTANA O EL BOLSÓN

Comprende dos pegmatitas aisladas que asoman en el faldeo norte de la quebrada del río Salado. La pegmatita 'a' está expuesta en un corte vertical, supuestamente perpendicular al rumbo, cuyo grado de exposición no permite evaluar con certeza forma y posición. En apariencia se trata de un cuerpo lenticular a tabular del cual sólo aflora la parte superior donde las zonas exteriores cierran completamente las unidades internas.

La zona de borde tiene entre 0,05 y 0,08 m de espesor, es de grano fino y se compone de plagioclasa (An 8-10), cuarzo y moscovita. Como accesorios yacen apatita, montebrasita y columbita en finas laminillas. Zona externa: en su granometría muestra textura gradada con aumento del tamaño de los minerales hacia la base. Con un espesor total de 1,10 a 1,30 m, contiene plagioclasa (An 8-12), cuarzo y moscovita más algunos cristales de microclino en la parte inferior y columbita irregularmente distribuida en laminillas muy finas. Zona intermedia: es de grano grueso y está compuesta por plagioclasa, cuarzo y moscovita con escasas láminas de columbita. La zona interna se encuentra en contacto tectónico con las zonas externa e intermedia y es de grano mediano. Está compuesta por cuarzo, albita, moscovita y microclino. Montebrasita, berilo y columbita son los accesorios más conspicuos.

La pegmatita ha sido destapada por medio de un socavón y tiene un chiflón aterrado de rumbo N450 y 6 m de largo.

La pegmatita 'b' se encuentra situada aproximadamente a 100 m al sudoeste de la anterior. La zona de borde tiene espesor de 0,05 a 0,08 m, es de grano fino y está constituida por cuarzo, plagioclasa y moscovita. La zona externa alcanza 0,6 m, es de grano

mediano a fino y de composición semejante a la anterior. La zona interna desarrolla hasta 1,5 m de potencia, es de grano mediano y está compuesta por cuarzo, plagioclasa, moscovita, turmalina verde y escaso microlino. Accesorios menores son berilo en primas cortas y columbita muy escasa.

Pegmatita El Peñón

La zona de borde de esta pegmatita tiene 0,05 m de espesor, es de grano fino y está compuesta por cuarzo, plagioclasa (An 14-18) y moscovita, con apatita y chorlo como accesorios. La zona externa es de grano mediano y la integran cuarzo, plagioclasa (An 8-10), microclino y moscovita. Por un aumento paulatino en la granometría pasa a la zona intermedia que es de grano mediano y composición similar a la anterior. Los minerales accesorios se concentran en el tercio interior e incluyen: berilo, turmalina, uraninita, montebrasita, columbita, ixiolita, bismutina, etc. El núcleo está constituido por cuarzo lechoso macizo de grano grueso, anhedral, con disposición axial irregular y frecuentes protuberancias e invaginaciones. En el contacto con la zona interna generalmente contiene berilo y bismutina como accesorios.

Las unidades de relleno alcanzan muy poco desarrollo. Están limitadas a varias venas de 10 cm de espesor, constituidas por moscovita de grano fino y muy poco cuarzo subordinado, que con recorrido irregular atraviesan la zona intermedia.

Las unidades de reemplazo constituyen volumétricamente no más del 1-2 % de la pegmatita, pero presentan especial interés por su variedad en especies minerales. Se desarrollan con formas irregulares flanqueando el núcleo, en especial del lado SO. Están esencialmente constituidas por plagioclasa (An 0-2), cuarzo y moscovita de grano fino. Se reconocen fácilmente por estar coloreadas de tonos amarillos, castaños y negros y por los accesorios minerales representados por niobita, tantalita, microlita, tapiolita, montebrasita, apatita, turmalina, trifilina, litiofilita, etc.

La pegmatita ha sido trabajada mediante dos rajos; en el frente del septentrional tiene tres estocadas efectuadas en unidades de reemplazo y en la parte interna de la zona intermedia. El aluvión de la quebrada que contornea el lado oriental del filón ha sido someramente laboreado.

Pegmatita Santa Elena labor principal

Es la pegmatita que ha sido más trabajada. Cuenta con un rajo que la destapa completamente y del cual se ha removido considerable material. Los laboreos han sido escalonados y sobre el margen noreste existen algunos chiflones de reconocimiento. La estructura interna consiste en: Zona de borde: es de grano fino y alcanza un espesor de 0,05 m. Está bastante silicificada y se la observa solamente en el ángulo este de la pegmatita. Esencialmente se compone de cuarzo, plagioclasa, moscovita y tiene como accesorios turmalina, apatita y muy poco microclino. Se separa fácilmente de la caja y de la zona externa por planos de disyunción netos.

Zona externa: tiene potencia variable entre 1 - 3 m y es de grano grueso. Está esencialmente constituida por cuarzo, plagioclasa y moscovita. Hacia la parte interna la plagioclasa forma cristales anhedros de hasta 20-30 cm e interviene en la composición microclino de color rosado a blanco o gris en grandes cristales. Los accesorios se concentran en la parte interna. Están representados por montebrasita y escasas láminas de columbita.

Zona intermedia: es de grano mediano a grueso y se compone de plagioclasa, cuarzo y moscovita. La plagioclasa es blanca, tabular, de composición An 6-12; el cuarzo gris, anhedro y la moscovita verdosa. Como accesorios lleva turmalina azul escasa, cristales prismáticos de berilo de 5-6 cm de largo y láminas milimétricas de columbita.

Núcleo: aparece irregularmente en posición más bien central. Está compuesto por cuarzo macizo de grano muy grueso y color lechoso a grisáceo. Como accesorios lleva bismuto irregularmente distribuido y sus oxidados que lo colorean en tonos verdosos y azules. Se han identificado tres unidades de reemplazo:

Unidad de reemplazo 1: es sódica, de grano mediano y ocurre al comienzo de la pegmatita (perfil AB, fig. 3.2), dispuesta entre el núcleo y la roca de caja. Está constituida por clevelandita y cuarzo, con moscovita, gahnita, berilo, indicolita, niobita, circón y muy escasa microlita como accesorios. La textura es muy particular; consiste en soles con un núcleo redondeado de cuarzo-moscovita rodeado por un anillo rico en accesorios: gahnita, moscovita, berilo, niobita y una corona externa de láminas de

clevelandita dispuestas radialmente. Estas unidades están contenidas en una matriz de grano fino a mediano, en partes compuesta de cuarzo y moscovita. El diámetro de los soles es de 20 cm en promedio. La unidad es rica en laminillas de niobita de tamaño 0,5 x 0,3 x 0,1 cm, que tienen buen desarrollo de formas cristalográficas. Las relaciones de esta unidad con el resto de las que integran la pegmatita son muy confusas, pues no se observan contactos netos. Además, tiene una mineralogía esencial muy similar a la de la zona intermedia, sin exceptuar la ausencia de microclino, por lo que podría tratarse de esa zona. Sin embargo, la textura particular, la riqueza en Na y en componentes accesorios, inducen a considerarla como una unidad de reemplazo sódica.

Unidad de reemplazo 2: es de grano muy fino, volumétricamente poco importante y está constituida esencialmente por moscovita, plagioclasa y cuarzo, con abundantes accesorios como indicolita, trifulina, microlita, montebrasita, apatita. En general tiene colores amarillos a castaños y se encuentra algo alterada. Se la ha ubicado preferentemente del lado sudoeste de la pegmatita, en superficies demasiado pequeñas para mapearlas. Reemplaza selectivamente a los componentes de la zona externa, dejando a veces grandes cristales de feldespato corroídos.

Unidad de reemplazo 3: tiene un gran desarrollo; ocurre en todo el flanco noreste de la pegmatita, constituyendo los sectores descubiertos más grandes. Está constituida por espodumeno, plagioclasa y cuarzo; como accesorios tiene montebrasita —a veces en cristales gigantescos (0,8 m), elbaíta diseminada irregularmente y poca lepidolita. Es difícil precisar las características mineralógicas del espodumeno, porque se encuentra totalmente alterado en un material deleznable de color rosado. Asimismo, la plagioclasa y el cuarzo que contiene la unidad parecen ser remanentes corroídos y parcialmente reemplazados de una zona preexistente, más que componentes primarios de la unidad de reemplazo. Se presume entonces que la composición mineralógica primaria de la unidad de reemplazo lítica era espodumeno, clevelandita, con cuarzo y montebrasita como accesorios principales. Obviamente, la alteración notable que actualmente tiene no puede ser el producto del intemperismo, que no afecta en ese grado otros reemplazos líticos de pegmatitas aledañas, sino que representa una fase pós-

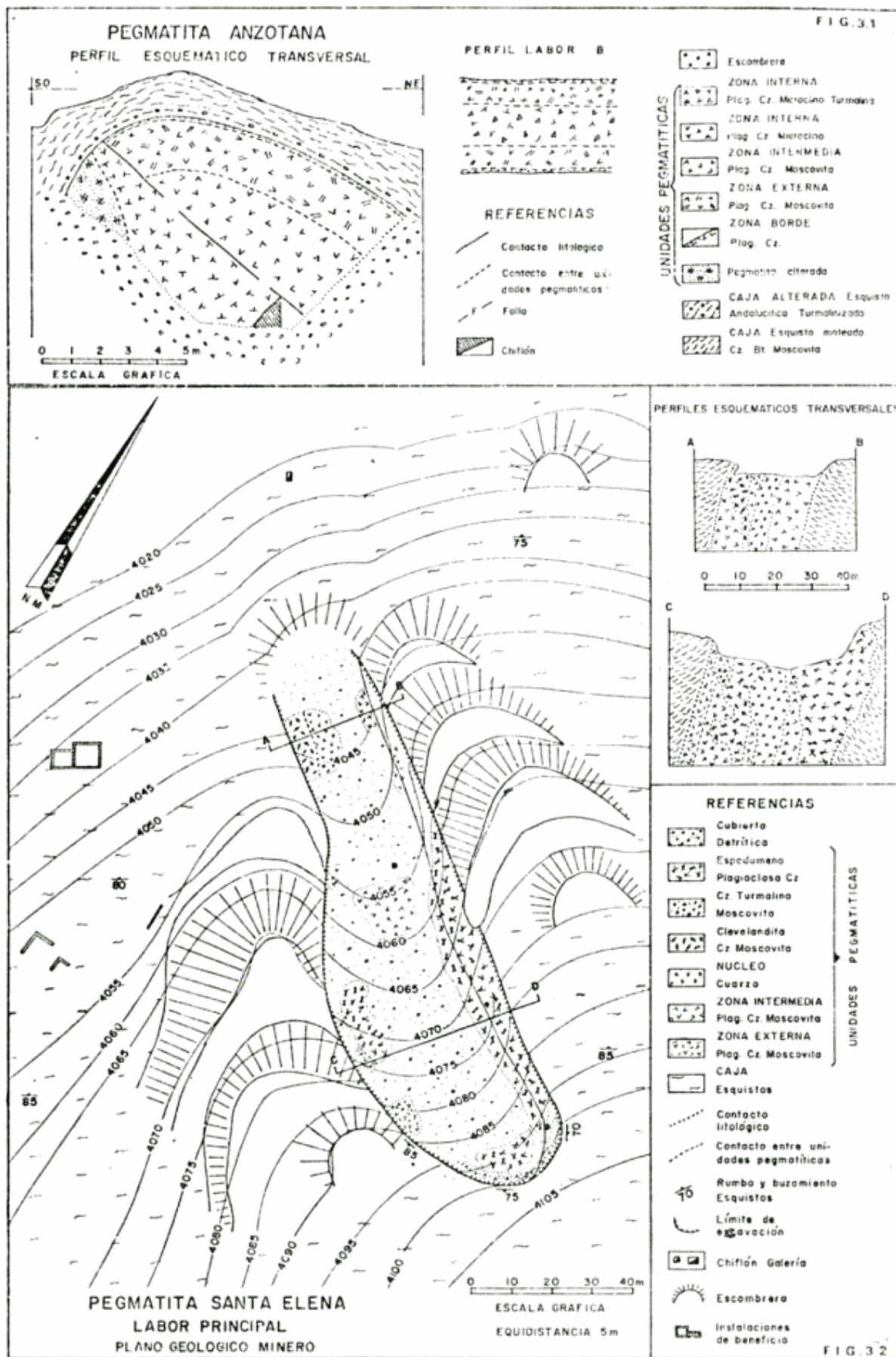


Figura 3

tuma que caolinizó prácticamente toda la unidad con alteración preferencial del espodumeno.

La secuencia temporal de los pulsos de reemplazo no es fácil de discernir porque sus relaciones están muy enmarcadas por la cubierta de derrubios. No obstante, basándose en la evolución teórica de un proceso de diferenciación pegmatítica, parecería que no existen mayores dudas en considerar que el orden de los mismos ha sido: 1) reemplazo sódico, 2) reemplazo moscovítico-turmalínico-microlítico, 3) reemplazo lítico, 4) reemplazo argílico.

Pegmatita Santa Elena I

Se encuentra en la misma corrida que la anterior, por lo que evidentemente es su continuación. No obstante, el cuidadoso examen efectuado entre los dos afloramientos permitió comprobar que existen soluciones de continuidad entre ellas, lo cual no implica que en profundidad ambos cuerpos estén desconectados.

La zona de borde tiene entre 0,03 y 0,08 m de espesor, es de grano fino y está constituida por cuarzo, plagioclasa y moscovita. La zona externa es de grano mediano, alcanza 0,8 m de potencia y tiene textura porfírica constituida por fenocristales de microclino de 0,2 a 0,3 m de largo, contenidos en una matriz de cuarzo, plagioclasa y moscovita. La zona intermedia tiene 1,5 m de espesor, grano mediano a grueso y está compuesta por plagioclasa, cuarzo, moscovita y microclino con elbaíta, berilo y columbita como accesorios. El núcleo de cuarzo es muy irregular y está corroído y enmascarado por el reemplazo lítico.

La unidad de reemplazo tiene un desarrollo espectacular. Se caracteriza por su grano fino a mediano y está compuesta por lepidolita, espodumeno, clevelandita y cuarzo con elbaíta, montebasita, columbita, trifilina y circón como accesorios principales. Se sobreimpone irregularmente a todas las zonas, a las que reemplaza selectivamente absorbiendo por lo general la mayoría de los minerales y dejando sólo al cuarzo sin asimilar; su aparición se encuadra dentro de los límites del dique, no extendiéndose a la roca de campo adyacente.

La pegmatita sólo ha sido destapada ligeramente en su extremo NO, que es donde se concentra el reemplazo lítico. Hacia el extre-

mo SE de la corrida desaparece la lepidolita y adquiere una fisonomía y zonación similares a los demás cuerpos del sector.

Pegmatita Santa Elena IV

Es un potente y extenso dique con una zonación simétrica bien desarrollada pero difícil de precisar debido a la avanzada meteorización de las exposiciones, ya que la única labor con que cuenta, un cortaveta de unos 20 m, fue interrumpido cuando precisamente comenzaba a cortarla. La zona de borde tiene entre 0,03 y 0,05 m de potencia, grano fino y está constituida por plagioclasa, cuarzo y moscovita. La zona externa alcanza hasta 1 m de espesor y está compuesta por plagioclasa, cuarzo, moscovita y microclino, con granometría mediana a fina. Está bien separada de la zona intermedia, que alcanza 1 a 1,5 m de potencia, es de grano fino y tiene una composición de plagioclasa (An 4-10), cuarzo, microclino y espodumeno. La zona interna tiene aproximadamente 1 m de ancho y está constituida por cuarzo, espodumeno y microclino. El núcleo tiene posición central, potencia de hasta 1 m, grano fino y composición de cuarzo y espodumeno.

La pegmatita mantiene constante su composición a lo largo de cientos de metros y en general no acarrea muchos minerales accesorios, que se reducen a montebasita, laminillas milimétricas de columbita, circón y poco berilo.

Pegmatitas Santa Elena II, III y V a XV

Todas estas pegmatitas tienen, con ligeras variantes, una zonación parecida por lo que se las considera en conjunto. Las zonas de borde son de grano fino, no sobrepasan 0,10 m de potencia y están compuestas por cuarzo, plagioclasa y moscovita. En las zonas externas aumenta el espesor y granometría mientras que se mantiene idéntica mineralogía que en la anterior, si se exceptúa una pequeña participación de microclino en algunos diques. Las zonas intermedias son volumétricamente las más significativas y tienen textura porfírica con megacrístales de microclino sujetos en una matriz de composición similar a la de las zonas anteriormente descriptas. Los núcleos están constituidos por cuarzo lechoso.

Los minerales accesorios están representados por chorlo, apatita, columbita en lámi-

nas milimétricas, berilo y muy escasos bismuto y bismutina. Por lo general ocurren con mayor abundancia en la parte interna de la zona intermedia.

Los diques X, XIV y XV son los únicos que presentan algunos destapes exploratorios.

Pegmatita El Quemado

Presenta una zonación bien manifiesta y en total se identificaron seis unidades.

La zona de borde alcanza 0,05 m de espesor, es de grano fino y se separa de la externa por un plano de disyunción. Está constituida por plagioclasa (An 6-8) y cuarzo como minerales esenciales, con moscovita, apatita, montebrazita, epidoto, columbita y trifilina alterada como accesorios. Aparentemente está ligeramente hidrotermalizada, con introducción de sílice y fosfatos. En la zona externa la potencia varía de 2 a 3 m, el grano es mediano y la composición se integra con cuarzo, plagioclasa (An 4-8) y moscovita. Los accesorios son tantalita en cristales tabulares de 2-3 cm de máxima dimensión, apatita en pequeños prismas y cosforita en nódulos de pequeño diámetro. La zona intermedia tiene una posición casi central. Es de grano muy grueso y está compuesta por albita, cuarzo y moscovita, con tantalita de accesorio. Sobre su lado izquierdo ocurre un pequeño sector constituido casi íntegramente por cuarzo. Las relaciones y su posición asimétrica no permiten asegurar que se trate del núcleo de la pegmatita, pero como tal se lo grafica basándose en las similitudes con otras pegmatitas del sector Santa Elena.

Las unidades de remplazo son dos y están bien representadas; ambas se ubican en el flanco NE de la pegmatita. La primera está constituida por espodumeno y cuarzo y tiene como accesorios montebrazita en nódulos de 7 a 10 cm de diámetro y poca moscovita rosada. La otra unidad se distribuye irregularmente, sin contactos netos, entre la de espodumeno y la zona externa. Es de grano fino y está compuesta por moscovita con muy poca albita y cuarzo con abundantes accesorios representados por microlita, circón, bismutina y bismuto.

La pegmatita ha sido destapada y según las referencias (Turner, 1964) tiene una galería de 10 m de longitud que en la actualidad no se observa.

Sector Tres Tetras

Está ubicado en el extremo sur del stock homónimo, en el contacto entre la trondhjemitita y la aureola metamórfica que la circunda. El sector se encuentra inyectado por varios filones de longitudes que superan los 50 m y potencias de 3-4 m. La mayoría de ellos carecen de importancia y todas las manifestaciones se encuadran legalmente dentro de las pertenencias comprendidas por la Mina Tres Tetras, que ha sido una de las más productivas del distrito. La suave morfología del sector ha favorecido la meteorización de las pegmatitas y trondhjemitas, produciendo un rico aluvión que se extiende más de 300 m a lo largo de la quebrada que atraviesa el sector, hasta su desembocadura en el río de las Conchas.

La pegmatita principal, que presenta mayor laboreo, tiene una marcada zonación expuesta completamente en su parte más diferenciada, a la altura de la labor 'a' (fig. 4.2). Hacia un extremo (labores 'b' y 'c') las zonas se cierran de tal manera que el núcleo de cuarzo desaparece y su lugar es ocupado por la zona interna de microclino-cuarzo.

La zona de borde tiene un espesor de 0,05 m, granometría fina y composición de plagioclasa, cuarzo, moscovita y microclino con chorlo y apatita como accesorios. En la zona externa la potencia varía de 0,15 a 0,5 m, el grano es mediano y la composición similar a la anterior. La textura varía de granuda, en la mayoría de las exposiciones, a porfírica en la labor 'b', donde megacristales cuneiformes de microclino se disponen perpendicularmente al contacto interzonal con el ápice orientado hacia afuera, contenidos en una matriz de cuarzo, plagioclasa y moscovita de granometría mediana.

La zona intermedia, en las labores 'b' y 'c', tiene de 1 a 2 m de espesor y grano grueso a mediano. Está compuesta por cristales de microclino, a veces de 1 m de longitud, plagioclasa y cuarzo, con moscovita de accesorio. En la labor 'a' la composición incluye plagioclasa, cuarzo y moscovita en asociaciones de grano mediano que tienen como accesorios columbita en láminas de 1 cm y pseudomorfos de gummita según uraninita.

La zona interna es de forma irregular, potencia variable y granometría gruesa. Está compuesta por microclino y cuarzo. En su borde interno ocasionalmente aparecen nódulos parcialmente alterados, de hasta 0,8 m de diámetro, constituidos por triplita con

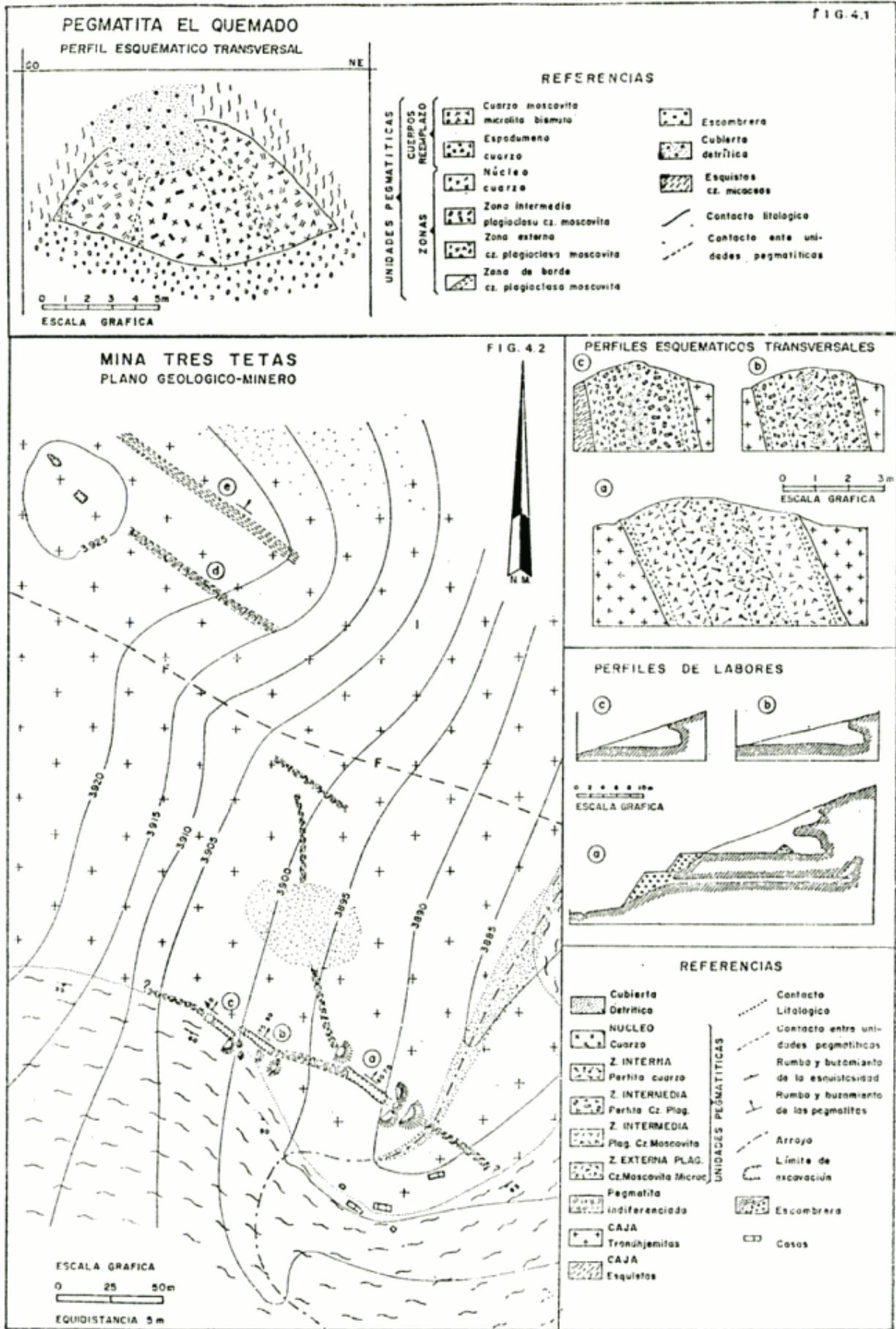


Figura 4

columbita, uraninita y apatita como accesorios. El núcleo tiene geometría irregular y está compuesto por cuarzo macizo lechoso.

Las unidades de relleno están representadas por lagunos cuerpos tabulares que atraviesan las zonas interna e intermedia y se componen de moscovita de grano fino, hematita, escaso cuarzo y chorlo. En el flanco NE de la labor 'a' se presentan sectores de grano fino atribuidos a unidades de reemplazo constituidas por albita, cuarzo, moscovita, abundante chorlo y circón. Los contactos de estas unidades son difusos y la coloración varía de amarillo a castaño. Donde mejor se observan es al tope de la galería inferior, lugar en que la zonación se complica considerablemente debido a la convergencia de otro dique pegmatítico de menores dimensiones.

Sector El Morado - Peñas Blancas

En el abra El Morado afloran un grupo de pegmatitas situadas donde convergen las quebradas de las Arcas y de Concho Chico. La zona se caracteriza por presentar una asociación de esquistos y hornfels nodulares intruidos por pequeños diferenciados de cúpula, de lo que se considera un plutón de mayores dimensiones aún cubierto. Los diferenciados son de naturaleza trondhjemitica, con variaciones locales de grano grueso a pegmatoidales, que incluyen microclino perítico, abundante moscovita, turmalina y granate, dispuestos en capas paralelas al contacto con la roca de caja. Las pegmatitas se emplazan sin excepción en los hornfels nodulares y ocurren en número superior a cinco. La estructura interna es similar en todas ellas y consiste en una zona de borde de 0,1 m de espesor, grano fino y composición integrada por cuarzo, moscovita, escasa plagioclasa y turmalina. La zona externa alcanza hasta 1,5 m de potencia, es de grano grueso a muy grueso y está compuesta por granito gráfico. Como accesorio lleva turmalina en cristales de 5 a 8 cm de largo.

La zona intermedia tiene de 1,5 a 2 m de potencia y esta formada por microclino en cristales de 20-30 cm de largo, asociados a cuarzo y escasa plagioclasa y moscovita. El trazado del núcleo es muy irregular, pero su posición es central con respecto a las anteriores unidades. Se compone de cuarzo lechoso de grano mediano.

Dentro de la zona intermedia, por lo general en contacto o cerca del núcleo, aparece una unidad de relleno como lentes irre-

gulares de 1-2 m constituidos por moscovita de grano fino, granate de color rosado en cristales idiomorfos o en agregados macizos, chorlo y muy poco cuarzo. Ninguna de las pegmatitas presenta laboreos y no se ha observado mineralización de columbita o de bismuto.

En el borde noroeste del stock Peñas Blancas, encajando en trondhjemitas o en metamorfitas de la caja, ocurren un conjunto de pegmatitas zonadas, simples, con corridas inferiores a 50 m, potencias de 1 a 4 m y con la posición espacial dominante en el distrito. La estructura interna comprende zonas de borde, externas, intermedias y núcleos con textura y mineralogía similar a muchas pegmatitas del sector Santa Elena. Los minerales accesorios son chorlo, berilo y escasos fosfatos como triplita o trifilina. No se observa presencia de niobiotantalatos y los cuerpos no están explorados.

Algo apartado de este sector, en el paraje llamado Corral Bayo, afloran esquistos y hornfels nodulares provocados por la intrusión de un plutón trondhjemitico, cuyos asomos son saltuarios y se encuentran parcialmente cubiertos por acarreo y nieve. Toda la zona muestra evidencias de pegmatización, con presencia de diques de espesores reducidos a discretos, entre los cuales resalta uno ubicado en el faldeo del filo de la Sierra de Cachi. Tiene una zonación gruesa que comprende zonas de borde, externa intermedia y núcleo, con características similares a la existente en El Morado. La mineralogía de accesorios es muy simple: lleva chorlo en prismas simples y abundante granate. No hay presencia comprobada de mineralización en elementos raros y no existen laboreos.

Composición modal

Las pegmatitas son las rocas que posiblemente planteen los mayores problemas para obtener información confiable del porcentaje en volumen de sus componentes minerales y para realizar análisis químicos de su composición global. La causa de estos inconvenientes radica en su granometría extremadamente gruesa, comparada con la mayoría de las rocas comunes y las brucas variaciones texturales y mineralógicas. Si bien en superficies expuestas puede aplicarse una variante megamétrica del análisis modal por conteo de puntos (Jahns, 1953), esta posibilidad se vuelve remota pues los escasos la-

boreos, la irregularidad de las superficies y la gran cantidad de tiempo que demanda, reducen considerablemente su utilidad. En la práctica, el único recurso viable para aplicar a un gran número de cuerpos consiste en estimar visualmente los modos. La exactitud del método parece a priori, muy reducida; sin embargo, cierta experiencia en petrografía, donde es habitual ese tipo de apreciaciones, disminuye considerablemente los errores. Esta forma de obtener la composición de las pegmatitas ha sido usada por Staatz y Trites (1955) y Thurston (1955), entre otros.

En el cuadro II están tabulados los porcentajes volumétricos estimados de cada unidad pegmatítica con sus respectivas composiciones minerales, para lo cual sólo se tomaron en cuenta los minerales esenciales o accesorios mayores, de tal forma que en las zonas participan cuarzo, plagioclasa, moscovita, microclino y eventualmente espodumeno, y en las unidades de relleno y/o reemplazo se especifican las especies que las integran. En base al volumen ocupado por cada unidad y a su composición mineral se

calculó la composición total de cada pegmatita, desechando las unidades cuyo volumen fuera inferior al 5 %. Los datos obtenidos fueron volcados en diagramas triangulares en función de cuarzo, plagioclasa, microclino + moscovita y espodumeno, previo recálculo a 100 %, con el objeto de visualizar las relaciones y variaciones que existen entre los distintos cuerpos y de estos con las rocas parentales que los originaron.

En la figura 5a están representadas las composiciones globales de las pegmatitas en función de cuarzo, microclino + moscovita y plagioclasa. Comparando ese diagrama con el de cuarzo, feldespatos potásico, plagioclasa de las trondhjemitas de la Fm Cachi (fig. 5b) y descontando los posibles efectos de no contabilizar en este último a moscovita, se observa un notorio incremento de feldespato potásico y en menor grado de cuarzo.

Las figuras 5c, 5d y 5e muestran el gráfico de los valores correspondientes a las zonas externas, intermedias y núcleos. Las zonas externas son más pobres en cuarzo que las pegmatitas en conjunto, pero su rango es el mismo que el de las trondhjemitas,

CUADRO II. — Composición Modal de las pegmatitas.

N°	Pegmatita	Caja	Alteración	Z. Norte (N)				Z. Externa (E)				Z. Intermedia (I)				Z. Interna (I)				Módulo (M)				U. Relleno	U. Reemplazo	Composición de la pegmatita										
				V	Cz	Pl	Mo	Mi	Es	V	Cz	Pl	Mo	Mi	Es	V	Cz	Pl	Mo	Mi	Es	V	Cz			Pl	Mo	Mi	Es	V	Cz	Pl	Mo	Mi	Es	
1	La Elvirita "A"	Trondhjemita	Caolinitización	2	30	40	30	18	20	30	10	-	-	-	-	-	-	-	-	80	40	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,9	54,9	4,2	-	-
2	La Elvirita "B"	"	Turmalinitización	5	30	50	20	-	-	-	-	-	-	-	-	95	30	30	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	31	-	39	-
3	La Elvirita "C"	"	Caolinitización	75	30	50	20	-	-	-	-	-	-	-	-	25	20	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,5	47,5	-	25	-
4	A. Gallineros	Esquistos	Silicificación	<1	35	40	25	10	25	35	5	17	25	35	20	63	25	25	10	30	20	20	50	-	-	-	-	-	-	25,55	25,6	4,15	19,5	25,2		
5	Anastasia "A"	"	"	1	15	80	5	25	30	45	25	30	40	50	10	44	40	30	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37,25	40,25	18,1	4,4	-
6	Anastasia "B"	"	Silicificación	2	30	45	25	48	35	50	15	-	-	-	-	50	30	50	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,4	49,9	12,7	5	-
7	Santa Elena C.	"	Turmalinitización	1	30	45	25	15	30	45	20	5	10	50	10	10	100	-	-	-	-	-	-	-	-	45	Fe30-60	-	-	-	-	23,8	40,2	6,25	3,25	27
8	Santa Elena I.	"	Turmalinitización	1	30	45	15	20	25	30	15	45	20	30	10	40	-	-	-	10	100	-	-	-	-	25	La60Ca25	-	-	-	-	24,3	23,7	7,65	24,1	21,25
9	Santa Elena II.	"	Silicificación	1	45	35	20	30	35	45	20	44	30	50	5	15	-	-	-	25	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47,65	35,85	8,4	8,1	-
10	Santa Elena III.	"	"	1	40	35	25	30	35	50	15	50	30	55	5	10	-	-	-	19	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,9	42,85	7,25	5	-
11	Santa Elena IV.	"	"	1	30	50	20	20	30	40	15	15	30	35	20	15	30	40	15	25	19	70	-	-	30	-	-	-	-	-	-	46,6	15	3,2	13,5	27,7
12	Santa Elena V.	"	"	<5	40	40	20	-	-	-	-	70	30	40	10	20	-	-	-	25	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	30	8	14	-
13	Santa Elena VI.	"	" + Turmalinitz.	<1	40	30	30	35	30	60	15	5	30	30	15	25	-	-	-	14	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,9	32,8	13,05	14,25	-
14	Santa Elena VII.	"	"	2	40	40	20	20	30	60	10	60	30	40	10	20	-	-	-	18	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,8	34,8	8,4	12	-
15	Santa Elena VIII.	"	"	2	40	40	20	20	30	60	10	60	30	40	10	20	-	-	-	18	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,8	34,8	8,4	12	-
16	Santa Elena IX.	"	"	2	40	40	20	20	30	60	10	60	30	40	10	20	-	-	-	18	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,8	34,8	8,4	12	-
17	Santa Elena X.	"	"	2	40	45	15	70	35	45	20	-	-	-	-	-	-	-	-	28	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,3	37,4	14,3	-	-
18	Santa Elena XI.	"	"	-	-	-	-	80	30	50	20	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	40	16	-	-
19	Santa Elena XII.	"	"	-	-	-	-	80	30	45	15	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	36	8	12	-
20	Santa Elena XIII.	"	"	<1	50	40	10	30	40	40	15	60	30	50	10	10	-	-	-	9	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,5	42,4	10,4	7,5	-
21	Santa Elena XIV.	"	"	2	30	45	25	15	15	50	15	60	30	40	15	-	-	-	-	20	25	100	-	-	-	<2	Ca20Na40	-	-	-	-	46,85	37,4	8,75	12	-
22	Santa Elena XV.	"	Silicificación	<2	40	45	15	20	35	45	15	60	30	40	10	30	-	-	-	20	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,1	33	9	18,9	-
23	El Paño	"	Turmalinitización	<1	20	10	10	10	30	40	10	20	30	45	10	15	-	-	-	35	100	-	-	-	-	<1	Na85	Ca10	2	P150Na30	Ca20	34,85	29,15	6,25	10,25	-
24	El Quemado	"	Silicificación	<1	45	45	10	45	45	40	25	30	15	80	5	-	-	-	-	<2	100	-	-	-	-	20	Fe150Na30	-	-	-	-	35,2	42,45	10,35	-	10*
25	Tres Texas "A"	Trondhjemita	Turmalinitización	<2	35	45	15	20	30	40	15	35	30	60	10	-	-	-	-	35	60	40	-	-	-	<5	Na	Tu	-	-	-	40,6	29,9	11,8	38,7	-
26	Tres Texas "B"	" + Esquistos	"	<2	30	40	15	15	35	30	15	40	30	40	10	10	-	-	-	50	30	70	-	-	-	<2	Na	-	-	-	-	30,4	17,2	8,1	44	-
27	Tres Texas "C"	Esquistos	"	1	30	30	20	20	25	35	20	20	30	10	60	-	-	-	-	8	100	-	-	-	-	1	Na	-	-	-	-	34,3	14,3	4,2	46,2	-
28	El Morado	"	Turmalinitización	1	40	40	20	40	70	30	-	50	10	5	80	-	-	-	-	10	100	-	-	-	-	1	Na	Gr	Tu	-	-	43,4	14,9	2,7	40	-
29	Peñas Blancas	Esq. + Tron.	Silicificación	1	30	40	30	30	25	60	15	50	30	30	15	25	-	-	-	20	80	20	-	-	-	1	Na	-	-	-	-	38,8	33,4	12,3	16,5	-
30	Cerro Alto	Esquistos	"	1	40	35	25	30	30	5	60	50	10	5	80	-	-	-	-	19	100	-	-	-	-	2	Na	Gr	-	-	-	33,4	4,35	4,25	58	-

Referencias: V = volumen; Cz = cuarzo; Pl = plagioclasa; Mo = moscovita; Mi = microclino; Es = espodumeno; Mt = montebrazita; Tu = turmalina; Gr = granate; Le = lepidolita; Cl = cleveandita; Po_n = fosfatos.

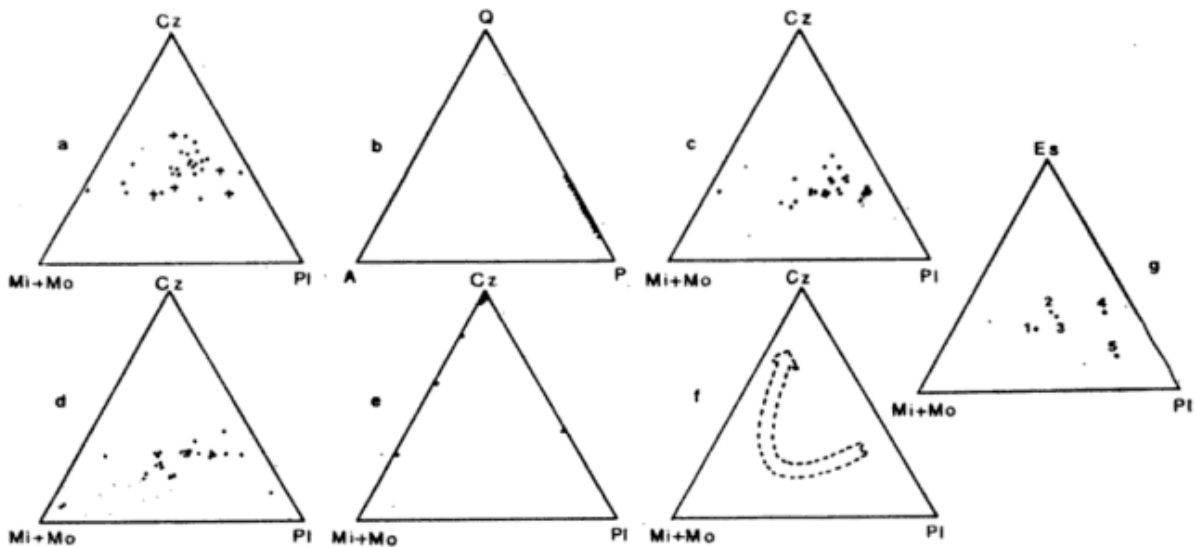


Fig. 5. — Cz = Q = Cuarzo, Mo = moscovita, Mi = microclino, Pl = P = plagioclasa, A = feld. potásico, Es = espodumeno; + con espodumeno, 1 = Santa Elena I, 2 = Santa Elena IV; 3 = Aguas Calientes, 4 = Santa Elena central, 5 = El Quemado.

mientras que en las zonas intermedias la cerrada agrupación del diagrama anterior se dispersa debido a un incremento diferencial en el contenido de microclino + moscovita y a un apenas perceptible decrecimiento de cuarzo. Los núcleos son, con pocas excepciones, monominerálicos y están constituidos por cuarzo. La figura 5f representa el curso evolutivo aproximado de la cristalización de una pegmatita segregada durante los primeros estadios de diferenciación del magma pegmatógeno, es decir, cuando aún no tiene incidencia el enriquecimiento posterior en sodio y litio.

El diagrama 5g muestra la composición global de las pegmatitas para los porcentajes de espodumeno (o lepidolita), microclino + moscovita y plagioclasa recalculados a 100. Se observa que los cuerpos Aguas Calientes y Santa Elena IV son muy similares, algo diferente Santa Elena I y bastante distintos Santa Elena labor central y El Quemado. Sobre la interpretación de estos hechos se volverá más adelante.

Emplazamiento y alteración de la caja

El emplazamiento de las pegmatitas ha sido un tema tratado en forma lateral en la mayoría de las investigaciones, que en su gran parte han acentuado el énfasis en la estructura interna o mineralogía. Chadwick, en 1958, efectúa un intento de sistematizar los distintos mecanismos de emplazamiento para las pegmatitas y desarrolla criterios pa-

ra caracterizar cada uno de ellos. En nuestro país ese esquema fue adoptado con éxito por Rinaldi (1968), cuando estudió las pegmatitas uraníferas de las Sierras de Comechingones, Córdoba. En el presente estudio se decidió utilizar un enfoque similar al de los autores mencionados y se procedió a efectuar la observación, en el terreno, de los distintos criterios que apoyan uno u otro mecanismo, sintetizando los caracteres de las pegmatitas investigadas en el cuadro III, tratando que la observación individual de cada cuerpo fuera lo más objetiva posible. Recién cuando se tuvo toda la información consignada se practicó un análisis global, favoreciendo las pautas más coherentes, que luego fueron controladas a la luz de las impresiones subjetivas en uno de los últimos viajes de campaña.

En todas las pegmatitas investigadas el mecanismo ha sido el desplazamiento de la roca de caja, puesto en evidencia por criterios inconfundibles como foliación de la roca de campo paralela al contacto, a veces provocada porque los pliegues de arrastre flexionan los esquistos disponiéndolos de ese modo, u otras porque los mismos desarrollan un clivaje de transposición secundario que adquiere esa posición. Las dos posibilidades que el mecanismo con desplazamiento contempla son: emplazamiento forzado y emplazamiento permisivo. La diferencia entre ambos estriba en que para el primero el desplazamiento es provocado por la intrusión de la pegmatita, mientras que en el segun-

CUADRO III. — Mecanismo de emplazamiento de las pegmatitas.

PEGMATITAS CRITERIOS	La Elvirita "a"	La Elvirita "b"	La Elvirita "c"	A. Collantes	Anzotana "a"	Anzotana "b"	Sta. Elena I.	Sta. Elena II.	Sta. Elena III.	Sta. Elena IIII.	Sta. Elena IV.	Sta. Elena V.	Sta. Elena VI.	Sta. Elena VII.	Sta. Elena VIII.	Sta. Elena IX.	Sta. Elena X.	Sta. Elena XI.	Sta. Elena XII.	Sta. Elena XIII.	Sta. Elena XIV.	Sta. Elena XV.	Sta. Elena XVI.	El Ferón	El Quemado	Tres Tetás "a"	Tres Tetás "b"	Tres Tetás "c"	El Morado	Peñas Blancas	Corral Bayo					
DESPLAZAMIENTO																																				
a) Ausencia de unidades en la roca de caja.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
b) Fuiliación de la roca de caja paralela al contacto.	-	-	-	X	X	O	X	O	X	X	X	X	X	O	O	O	O	-	-	-	O	O	X	X	-	-	O	X	O	X	X	X				
c) Pliegues de arrastre, flexuras, en la roca de caja.	-	-	-	X	-	-	X	O	X	X	X	X	X	-	O	O	O	-	-	-	O	O	X	O	-	-	O	X	-	X	-	X				
SIN DESPLAZAMIENTO																																				
a) Reemplazo de la roca de caja por la pegmatita.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
b) Reemplazo.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
c) Contacto irregular, cortan sin perturbar la fuiliación de la caja.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
d) La composición de la pegmatita se relaciona con la roca de caja.	O	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O	O	-	O	-		
FORZADO																																				
a) Forma de la pegmatita (irregular)	-	-	-	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O	O	O	O	-	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
b) Los pliegues de arrastre sugieren introducción según una dirección	-	-	-	X	-	-	X	X	O	O	X	O	-	O	O	O	-	-	-	-	-	X	O	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X	-		
c) La pegmatita presionó hacia afuera a roca de caja.	-	O	O	X	O	O	X	X	X	X	X	X	O	X	X	X	O	O	O	O	O	O	X	O	-	-	O	X	O	X	X	X	X	X		
PERMISIVO																																				
a) Las pegmatitas siguen las líneas de tensiones regionales.	-	-	-	X	?	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O	O	?	X	X	X	O	O	O	X	X	X		
MOVILIDAD																																				
a) Xenolitos de la roca de caja desorientados.	-	-	-	O	O	-	O	-	-	-	O	O	-	O	-	-	-	-	-	-	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
b) Xenolitos de la roca de caja orientados.	-	-	-	-	-	-	O	O	O	O	X	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
c) Zonación interna.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
SIN MOVILIDAD																																				
a) Relictos de la fábrica de una roca preexistente.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
b) Fuiliación del cuerpo paralela a la de la caja a través del contacto discordante.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
APORTE																																				
a) Enriquecimiento de la roca de caja en constituyentes pegmatíticos.	-	-	-	O	O	O	O	-	-	-	-	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
REFERENCIAS : - No observado ; X Presente ; O Presente sólo en parte *																																				

do la pegmatita rellena una cavidad preexistente. Desde el momento que sólo se observa el resultado de los fenómenos es difícil distinguir entre uno y otro proceso; no obstante, la magnitud de la deformación producida ayuda a diferenciarlos. En las pegmatitas de El Quemado es obvio que el control de la mineralización es estructural. Los diques están encajados en su gran mayoría en fracturas perpendiculares al rumbo de los esquistos, que constituyen típicas diaclasas de extensión. En los casos menos frecuentes, en que la roca de caja es una plutonita, también las pegmatitas son tabulares y rellenan aberturas paralelas al sistema dominante de diaclasas. A pesar de que el control de las intrusiones lo ejercen líneas de tensiones regionales, criterio que favorece un emplazamiento permisivo, éste prevalece so-

lamente donde la roca de campo es más competente, como las trondhjemitas (por ejemplo los diques de La Elvirita), mientras que en presencia de esquistos los criterios de emplazamiento forzado se acentúan sustancialmente, comprobándose señas inconfundibles de que las pegmatitas presionaron hacia afuera las paredes de roca de caja (verbigracia, pegmatitas del sector Santa Elena).

Contrastando las evidencias que apoyan una introducción móvil de los fluidos mineralizantes con las opuestas, se hace palpable por criterios tales como la zonación interna y la presencia de xenolitos de la roca de caja, orientados o no, que la movilidad del material fue omnipresente durante el emplazamiento de las pegmatitas. En ciertas ocasiones (labor central de la mina Santa Elena) hasta es posible inferir, basándose:

en corrugaciones, la dirección aproximada en que se movía el magma pegmatítico o, por lo menos, la dirección en la que ejerció el esfuerzo, que casi siempre es oblicuo a la vertical.

Un carácter expuesto con sobresaliente claridad por algunas de las pegmatitas de El Quemado es la existencia de estructuras que denotan sin ambigüedad la naturaleza polipulsatoria del proceso genético. El ejemplo más acabado ocurre en la pegmatita Santa Elena III, donde puede observarse que un dique de 2 m de potencia, que tiene zonas de borde, externa y núcleo, ha sido reactivado con formación de otra secuencia similar que utiliza por caja el núcleo y parte de la zona externa del primero. También se manifiesta en la notable posición asimétrica que guarda la unidad de reemplazo lítica de la labor central de la mina Santa Elena, ubicada entre la roca de caja y las zonas de la pegmatita.

Los efectos exomórficos de alteración causados por la intrusión de las pegmatitas son de intensidad reducida y alcanzan, a lo sumo, 1 m de extensión, aunque generalmente sólo son conspicuos en los 10 cm adyacentes al contacto. El más difundido de todos es la turmalinización, que afecta indiscriminadamente a la roca de campo, sea esquisto o trondhjemitita. Consiste en la introducción de chorlo negro a azul oscuro, de hábito prismático largo en cristales de 1 a 3 cm de longitud, que habitualmente se disponen en forma concordante con las estructuras de la roca de caja. En orden de importancia le sigue la silicificación, que abarca una extensión menor, por término medio 5 a 8 cm, o menos, y afecta solamente a los esquistos. Cuando las trondhjemitas constituyen la caja es común cierta caolinización o moscovitización y, en ocasiones, la cloritización de la biotita. Un caso único lo constituye la pegmatita Anzotana, donde una estrecha faja silicificada presenta blastesis de andalucita poikilítica debida, más que a un efecto de alteración, al metamorfismo térmico producido por el magma trondhjemitico.

Mineralogía y paragénesis

Las pegmatitas de El Quemado son particularmente interesantes por la cantidad de especies que presentan. Se han reconocido unos sesenta minerales, varios de los cuales fueron oportunamente citados por primera vez para Argentina (Galliski, 1981).

Durante el estudio de los minerales se han utilizado: un microscopio petrográfico/minerográfico, platina universal de 4 ejes, platina uniáxica, líquidos de inmersión Cargille y luz de sodio, microrrefractómetro Jolley-Leitz, balanza de Berman y goniómetro óptico Stoe. La identidad de la gran mayoría de las especies se ha comprobado además, midiendo los espaciados reticulares obtenidos a partir de diagramas de polvo, realizados con cámara Debye-Scherrer o goniómetro.

El cuadro IV resume las ocurrencias de los minerales catalogados en esenciales, comunes, restringidos y raros, según su abundancia en los distintos cuerpos. Para considerar un mineral como esencial se colocó como límite inferior un 10 % en volumen, mientras que uno común puede contribuir en cantidad apreciable a la composición de la pegmatita (moscovita) o, en su defecto, tener amplia distribución como accesorio menor (apatita).

CUARZO

Volumétricamente es, junto con plagioclasa, el principal componente de las pegmatitas, participando en forma esencial en todas las unidades. El tamaño del grano varía de fino a muy grueso, tiene casi siempre hábito macizo y brillo variable de graso a vítreo.

Es muy raro encontrar especímenes que tengan formas cristalográficas bien desarrolladas y los pocos ubicados ocurren en la pegmatita El Peñón y en algunas venillas aledañas a la mina Tres Tetas. La asociación que presentan es simple, con predominancia de prisma y bipirámite hexagonal o trigonal. El color varía desde blanco lechoso a gris con tonos ahumados, cuando se asocia con minerales radiactivos; como rodado se encontró el único fragmento de color rosado, que es además transparente a diferencia del resto, siempre traslúcido. No existen caracteres físicos que permitan distinguir entre los cuarzos correspondientes a distintas unidades pegmatíticas, si se exceptúa la granometría, siempre más gruesa en los núcleos.

PLAGIOCLASA

Ocurre en todas las pegmatitas investigadas como componente esencial, predominando en las zonas de borde, externa e intermedia sobre los demás minerales. Generalmen-

CUADRO IV. — *Minerales de las pegmatitas de El Quemado.*

PERMATITAS MINERALES	La Elvirita "a"	La Elvirita "b"	La Elvirita "c"	A. Calientes	Anzotana "a"	Anzotana "b"	El Peñón	Sta. Elena C.	Sta. Elena I	Sta. Elena II	Sta. Elena III	Sta. Elena IV	Sta. Elena V	Sta. Elena VI	Sta. Elena VII	Sta. Elena VIII	Sta. Elena IX	Sta. Elena X	Sta. Elena XI	Sta. Elena XII	Sta. Elena XIII	Sta. Elena XIV	Sta. Elena XV	El Quemado	Tres Tetas "a"	Tres Tetas "b"	Tres Tetas "c"	Peñas Blancas	El Morado	Corral Boyo
	cuarzo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
plagioclasa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
microclino	x	x	x	x	o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
espodumeno	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
moscovita	o	*	*	o	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	x	x	o	x	o	o	o	x	x	o	x	
biotita	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
lepidolita							*	*	x																					
clorita	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
chorlo	o	o	*	*	*	*	+	*	o	*	*	*	*	+	*	+	+	*	*	+	+	*	*	*	*	*	*	*	*	
elbaíta	o	+	+	+	+	+	+	+	o	*	*	*	*	+	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
berilo	*	+	+	+	*	*	o	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
fluorita																														
blenda	+																													
molibdenita																														
molibdenita																														
bismuto	+						+	*																						
bismutina	*						o	*																						
calcoopirita																														
emplectita																														
annivita																														
klaprothita																														
covelina																														
bismutita	*						o	*																						
uraninita	+						*	*	+																					
niobita	o		+	*	+	o	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
tantalita																														
tapiolita																														
ixiolita																														
casitepita																														
microlita	*						+	*																						
hematita	+			*			+	+																						
ilmenita	+			*			+	+																						
magnetita				+				+																						
rutilo				*				*																						
gahnita								*																						
siderita								*																						
circón	o	+	+	+	*		+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
granate								*																						
actinolita								+																						
estilbita																														
apatita	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
trifilina	*			+			*	+	+																					
litiofilita								*	+																					
montebrasita	o		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+																	
triplita								+																						
arrojadita								*																						
alluaudita								*																						
heterosita								+																						
rockbridgeita								*	+																					
clinostrengita								+																						
leucosofita																														
laueita								+																						
mitridatita								*																						
brasilianita								+																						
fairfieldita								+																						
eosforita								*																						
autunita	*		+	*	o	*	*	*	+										*				*	o	*	*	*	*	*	
torbernita								+																						
gummita	+			+			+	+	+																					
manganomelano	*	*	*	*	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
limonita	*	*	*	*	o	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

REFERENCIAS x : esencial ; o : común ; * : restringido ; + : raro

te es de grano fino, que grada a mediano hacia la parte interna de algunos cuerpos, subhedra, tabular y de color blanco a gris blanquecino a veces con máculas irregulares negras de manganomelano o pátinas más continuas, verdes, de posible mitridatita. Al

microscopio revela maclado polisintético según la ley de albita y alteración reducida de tipo caolínico sólo significativa en algunos sectores de ciertas pegmatitas que evidencian hidrotermalismo. La composición varía entre oligoclasa y albita; la plagioclasa

más cálcica se presenta en las zonas de borde y externa con un contenido máximo de 20 % de An, que paulatinamente decrece hasta 6 % en las zonas intermedias. En las unidades de reemplazo predomina la albíta (0-2 % An), que en raras ocasiones forma drusas con superficies tapizadas por cristales idiomorfos hialinos con gran variedad de formas.

La labor central y el filón I de la Mina Santa Elena contienen, en las unidades de reemplazo, albíta laminar muy fina, variedad descrita comúnmente bajo el nombre de clevelandita. En la unidad de reemplazo albítica la clevelandita ocurre en láminas muy finas de color blanco tiza y pocos centímetros de longitud, asociada con cuarzo, moscovita, etc., en texturas radiales, mientras que en las unidades líticas las láminas alcanzan mayor longitud, están a veces flexionadas y son incoloras y transparentes en estado fresco o dan un agregado friable de color rosado constituido por espodumeno y albíta alterados. En el cuerpo X la clevelandita se dispone radialmente formando soles aislados de color blancoamarillento, inmersos en una matriz más fina compuesta por cuarzo, plagioclasa y moscovita.

MICROCLINO

Las pegmatitas de El Quemado lo contienen como el constituyente esencial menos abundante que forma parte de las zonas externas, intermedias o internas en distinto grado de importancia; raramente aparece como accesorio en la zona de borde.

En la mayoría de los filones comienza a hacerse presente, como individuos aislados, en el tercio más interno de la zona externa, aumenta progresivamente su participación en la zona intermedia y alcanza su mayor desarrollo en las adyacencias del núcleo, donde llega a componer cubiertas monominerálicas (Tres Tetas). Generalmente los cristales son euhedros a subhedros con formas cristalográficas groseras y mal definidas, el hábito es prismático elongado según [100] y las secciones transversales son cuadradas o rómbicas. El tamaño de los individuos oscila entre mediano y grueso, hasta muy grueso en ciertas ocasiones, como en la pegmatita Aguas Calientes donde los fenocristales tienen 1 m de largo por 0,20 m de ancho y se disponen transversalmente al contacto interzonal. En todos los casos los cristales están englobados por una mesostasis

de grano más fino compuesta por plagioclasa, cuarzo y moscovita. El color del microclino, que va de blanco grisáceo a rosado y su hábito columnar, permiten diferenciarlo macroscópicamente de la plagioclasa. Visto al microscopio presenta siempre maclado polisintético según las leyes de albíta y periclina combinadas, tiene también desmezclas peritéticas de albíta maclada de acuerdo a su ley, que constituyen aproximadamente no más del 10 % en volumen. Las alteraciones más frecuentes son sericitización y caolinización, esta última mucho más acentuada; también se ha observado en especímenes de la pegmatita El Peñón, que lo atraviesan venillas irregulares milimétricas de eosforita.

ESPODUMENO

Las presentaciones del piroxeno de litio, que sólo ocurre en cinco pegmatitas, son distintas. En Aguas Calientes y Santa Elena IV el espodumeno se encuentra muy difundido en las zonas intermedias, internas y núcleos, en cristales tabulares de 1 a 2 cm de largo, de color blanco, que se asocian con cuarzo, albíta, montebrasita y raramente microclino. En Santa Elena y El Quemado ocurre en unidades de reemplazo constituidas además por cuarzo, albíta, montebrasita y lepidolita. Los cristales más grandes tienen como máximo 15 x 5 x 1,5 cm, son de color blanco cuando están frescos, pero comúnmente en el Quemado tienen capas externas con tonos rosados o gris verdosos. La morfología y el hábito del espodumeno son invariables, siempre tienen a {100} y m {110}, son elongados según [001] dirección en la que tienen frecuentes estrías y aplanados paralelamente a {100}. Los extremos basales de los cristales terminan en truncaduras irregulares. Es notable el clivaje prismático B {110} y algunos especímenes también tienen partición {100}. La raya es blanca, la fractura irregular a astillosa y el brillo vítreo que grada a satinado sobre las superficies de exfoliación. Son comunes los intercrecimientos con cuarzo que en El Quemado, por ejemplo, tienen formas geométricas con tablas de espodumeno constituyendo lados de triángulos cuyos interiores están rellenos por cuarzo. Al microscopio es subhedro, incoloro, biáxico (+) con dispersión $r < v$ y tiene con frecuencia macclas simples con (100) como plano. Otras propiedades determinadas figuran a continuación:

Pegmatitas	Color	G	α	β	γ	E° Z_{Ac}	Ng-Np
Aguas Calientes	blanco	2,978	1,658	1,667	1,677	23°	0,019
Santa Elena I	blanco grisáceo	2,999	1,659	1,663	1,676	24°	0,017
El Quemado	blanco rosado	3,056	1,657	1,665	1,676	25°	0,019

La alteración del espodumeno tiene un desarrollo distinto. En la pegmatita Aguas Calientes está prácticamente fresco, aun en las muestras superficiales; en cambio el espodumeno similar de Santa Elena IV está medianamente meteorizado. En cortes delgados de la unidad de reemplazo lítica de Santa Elena I se han visto coronas microscópicas alrededor de los cristales de espodumeno, que tienen índices de refracción menores que éste y mayores que la albita presente como mátrix. Se interpreta, aunque fue imposible comprobar el supuesto, que las coronas consisten en una mezcla de albita y eucryptita, una de las alteraciones hidrotermales más corrientes que presenta el espodumeno. En la pegmatita El Quemado los cristales tienen comúnmente periferias de color rosado o gris verdoso compuestas por mica de grano fino y albita, agregado que se designa generalmente como cimatolita. El espodumeno de la labor central de la mina Santa Elena está completamente transformado en un material rosado, deleznable, de apariencia arcillosa, que no fue identificado con precisión pero podría tratarse de caolinita-montmorillonita. Su formación se atribuye a una alteración hidrotermal argílica póstuma.

MOSCOVITA

Es un mineral ampliamente distribuido y se presenta en todas las pegmatitas estudiadas como accesorio mayor. Por lo general alcanza su máximo desarrollo en las zonas externa e intermedia, pero nunca falta en las de borde y participa además en la composición de algunas unidades de reemplazo. La moscovita de las distintas zonas se presenta en libros no muy grandes, como máximo de 10 x 5 x 4 cm, es de color verde cuando está fresca y se vuelve plateada expuesta a la intemperie. Los agregados generalmente se encuentran diseminados en toda la zona donde ocurren; sólo en los contactos con otras unidades se observa cierta tendencia a una disposición transversal a la superficie de discontinuidad.

La moscovita de las unidades de reemplazo es siempre de grano fino: 2 - 5 mm de diámetro y tiene mayor tendencia al idiomorfismo que la anterior. Los agregados que forma son disgregables, su color varía entre blanco, verdoso, plateado, amarillo, rojizo o lila, este último caso cuando se encuentra parcialmente metamictizada en el contacto con minerales radiactivos. Además de las dos presentaciones descritas, también ocurre en agregados monominerálicos afaníticos, variedad que suele conocerse con el nombre de oncosina (Quensel, 1956). Los pocos individuos que tienen formas cristalográficas bien desarrolladas aparecen asociados a eosforita y albita en la pegmatita El Peñón.

BIOTITA

A diferencia de lo que ocurre en otros distritos pegmatíticos, en El Quemado la biotita es muy rara como integrante de las pegmatitas. Se presenta en la zona de borde de la pegmatita La Elvirita y en la misma unidad de la pegmatita Tres Tetas. En ambos casos las laminillas son de pequeño tamaño y están parcialmente cloritizadas.

LEPIDOLITA

El término lepidolita se utiliza en sentido general para designar las micas aluminosas ricas en litio, cuya composición puede referirse a dos términos con este elemento: polilitionita y trilitionita, y un tercero carente de él: moscovita (Foster, 1960). Es bien conocida además, la variedad de politipos en que se presenta (Levinson, 1953), aun en una misma muestra aparentemente homogénea (Ross *et al.*, 1966).

En El Quemado la lepidolita ocurre en las pegmatitas El Peñón y Santa Elena en la labor central y en el dique I. En El Peñón se encuentra en poca cantidad dentro de una unidad de reemplazo de contorno irregular cerca del núcleo. Se asocia con albita, cuarzo y escasa montebrazita, es de color rosado y si bien sus parámetros ópticos se asemejan más a moscovita, el color y diagrama de rayos X coinciden con lepidolita. En

la labor central de la mina Santa Elena ocurre en agregados muy finos de color lila a rosado o como cristales escasos asociados a espodumeno y cuarzo. La mayor difusión la alcanza en la pegmatita Santa Elena I, donde constituye una unidad de reemplazo lítica asociada con espodumeno, montebrasita, albita, elbaíta, cuarzo y berilo, de la cual se han desprendido abundantes bloques de unos 0,5 m de diámetro, que están compuestos por lepidolita prácticamente pura y se encuentran dispersos como rodados en las cercanías. El tamaño de grano oscila desde muy fino hasta individuos que tienen 1 cm de diámetro por 5 ó 6 cm de largo. El contorno es casi siempre pseudo-hexagonal, tiene clivaje MB $\{001\}$, raya blanca, brillo vítreo que se torna nacarado sobre $\{001\}$ y es sumamente tenaz. Las presentaciones son variables y van desde agregados macizos hasta reemplazos de núcleos de cristales prismáticos de verdelita. En muchas ocasiones las láminas de lepidolita están curvadas, formando placas hexagonales cóncavas. Los colores más difundidos son rosado, lila, gris con tinte rosa, hasta morado en la superficie de las muestras meteorizadas.

Se han determinado algunas propiedades físicas de las distintas variedades y se obtuvieron diagramas de rayos X, que permitieron identificar los politipos $2M_2$ y $1M$. Al microscopio la lepidolita es siempre transparente, incolora en las secciones basales, a veces tiene extinción ondulada: en otras, se percibe que las placas están constituidas por varias laminillas de menor tamaño con contactos irregulares. En ciertos casos se observan maclas compuestas por dos o tres individuos. Las inclusiones se reducen a apatita acicular. En los valores consignados a continuación, la apreciación de los índices es de 0,001 y los 2V fueron medidos con platina universal; el carácter óptico es biáxico y el signo negativo, la dispersión $r > v$ moderada.

CLORITA

Si bien la clorita es un mineral muy difundido en las metamorfitas de bajo grado del basamento de la Sierra de Cachi, está mal representada en las pegmatitas. Sólo se determinó pennina como producto de alteración de biotita en cortes delgados de la zona de borde de La Elvirita.

CHORLO

La turmalina negra está ampliamente desarrollada como accesorio en las pegmatitas donde, por lo general, se presenta en las zonas de borde y externa. Es casi una regla que alcanza mayor significado en los filones menos diferenciados, con ausencia de reemplazos líticos. Se asocia con cuarzo, plagioclasa, moscovita y fosfatos. El hábito es siempre prismático con individuos que alcanzan hasta 10 cm de largo por 2 ó 3 cm de sección, aunque generalmente son más pequeños. En base a medidas realizadas con goniómetro de contacto se han identificado las formas $m \{10\bar{1}0\}$ a veces terminada por $o \{02\bar{2}1\}$ y $r \{10\bar{1}1\}$. El color varía de negro a azul muy oscuro, casi negro; el brillo es vítreo, tiene partición basal, fractura concoide, dureza 7, o apenas mayor, y raya blanca grisácea. Al microscopio es uniáxica (—), pleocroica con O: azul muy oscuro a castaño azulado y E: incoloro. Sobre un ejemplar del sector Peñas Blancas se determinaron los índices de refracción $\omega = 1,653$ y $\varepsilon = 1,628$. El peso específico dio 3,496.

ELBAÍTA

La turmalina de litio es relativamente abundante en algunas de las pegmatitas estudiadas y alcanza su mayor difusión en la unidad de reemplazo lítico de Santa Elena I. Se presenta asociada a lepidolita, cuarzo, espodumeno y albita, en todas sus variedades.

Procedencia	Color	G	β	γ	2V
El Peñón	rosado claro	2,805	1,589	1,593	47°
Santa Elena I	gris rosado	2,835	1,568	1,571	37° (2)
Santa Elena I	gris rosado	2,833	1,560	1,563	34° (1)
Santa Elena I	rosado violáceo	2,838	1,566	1,568	34° (1)
Santa Elena I	rosado lila	2,848	1,566	1,569	31° (1)

Elbaítas	G	ϵ	ω	Ng-Np	E	O
Acroíta	3,004	1,618	1,636	0,018	incoloro	incoloro
Rubelita	3,006	1,620	1,638	0,018	„	rosa muy pálido
Verdelita	3,060	1,618	1,638	0,020	„	verde pasto claro
Verdelita-indicolita	3,109	1,622	1,643	0,021	„	azul verdoso muy claro
Indicolita	3,142	1,622	1,644	0,022	„	azul muy claro

des con predominancia de indicolita y verdelita sobre rubelita y acroíta. El hábito generalizado es prismático, muy comúnmente radial, con agregados formados por cristales de 10 cm de largo, que tienen frecuentes estrías paralelas a [0001]. Las formas cristalográficas son bastante groseras y casi siempre están presentes m {10 $\bar{1}$ 0} y a {11 $\bar{2}$ 0}, que otorgan el conspicuo contorno triangular redondeado a las secciones basales, por lo común incompletas, a excepción de un cristal de rubelita que ostenta c [0001]. La elbaíta azul y la verde son las más abundantes; predomina la primera que suele pasar hacia afuera a tonalidades verde azuladas y verdosas. La verdelita también ocurre como capa externa de gruesos cristales prismáticos cuyos núcleos, originalmente de rubelita, están parcialmente reemplazados por lepidolita rosada o por cuarzo. Además recubre, en capas delgadas, finos prismas de 2-3 cm de largo por 0,2-0,3 cm de diámetro de acroíta. Aparte de estas presentaciones con zonaciones concéntricas también ocurren individuos que tienen variaciones cromáticas a lo largo del eje c. Bajo el microscopio todas las variedades son uniáxicas (—), transparentes y tienen las siguientes propiedades, determinadas sobre especímenes procedentes de la pegmatita Santa Elena 1:

BERILO

Constituye un accesorio frecuente de las pegmatitas, pero la granometría raras veces pasa de mediana. Ocurre con preferencia en las zonas intermedias, internas o en las uni-

dades de reemplazo. Como muestra fueron estudiadas cuatro presentaciones, tres de ellas diferentes. En la labor central de la mina Santa Elena y en la pegmatita Anzotana 'a' se halla en cristales prismáticos cortos de 3 a 6 cm de diámetro por otros tantos de longitud, que a veces presentan las formas m {10 $\bar{1}$ 0} y e {0001}. Las estrías paralelas a [0001] son comunes y la asociación incluye cuarzo, albita, moscovita y los demás minerales accesorios de la unidad de reemplazo de Santa Elena. El color es blanco, con un ligero tono verde manzana. Al igual que los otros berilos estudiados, tiene brillo vítreo, raya blanca grisácea, fractura irregular y tenacidad poco marcada. La dureza está comprendida entre la del cuarzo y la del topacio. En la pegmatita El Peñón el berilo se presenta en dos formas: como cristales prismáticos, subhedros, de color blanco, surcados de estriaciones paralelas a [0001] y como cristales hexagonales cónicos de 8 cm de diámetro y 10 cm de largo como máximo, de color amarillo miel a castaño claro. El berilo blanco se asocia con cuarzo y ocurre pegado al núcleo de la pegmatita, mientras que el amarillo ocurre en la parte interna de la zona intermedia y forma unos notables intercrecimientos con albita de grano fino, escaso cuarzo y moscovita, similares a los descritos por Johnston (1945). Estos cristales son ocasionalmente reemplazados por un agregado fino de color castaño claro, constituido por moscovita, albita y cuarzo. Bajo el microscopio todos los berilos son transparentes, incoloros, uniáxicos (—) y la mayoría tiene mul-

Pegmatita	Color	G	ϵ	ω	Ng-Np
Anzotana 'a'	blanco verdoso	2,719	1,578	1,584	0,006
Santa Elena	blanco verdoso	2,703	1,574	1,580	0,006
El Peñón	blanco	2,715	1,577	1,584	0,007
El Peñón	amarillo	2,712	1,574	1,580	0,006

itud de inclusiones líquidas y gaseosas de hábito acicular, paralelas al eje 'c'.

La comparación de los parámetros obtenidos con las curvas de variación de índices de refracción, birrefringencia y peso específico ofrecidas por Deer et al. (1962) y con los valores tabulados para las distintas variedades en Vlasov (1966) muestra que los berilos estudiados, y posiblemente la mayoría de los que ocurren en las pegmatitas, corresponden a variedades ricas en álcalis. Si además se extrapolan conclusiones basándose en las paragénesis presentes, muy probablemente se trata de especímenes ricos en Na y, en menor grado, en Li.

FLUORITA

La fluorita ocurre en la superficie de un fragmento extraído de un nódulo de triplita de la pegmatita Tres Tetas. Se presenta en escasos agregados de 2 a 3 mm de diámetro formados por cristales ligeramente violáceos. Al microscopio, en grano suelto, es completamente isótropa, tiene clivaje MB $\{111\}$ y un índice de refracción de 1,435 (1).

BLENDA

Esta especie fue determinada sobre una muestra provista por el dueño de la mina La Elvirita. El mineral se presenta en un agregado macizo, asociado a moscovita, escaso cuarzo con muy poca turmalina incluida y laminillas de plagioclasa. Tiene clivaje MB $\{110\}$, color gris muy oscuro casi negro, brillo adamantino y es isótropa con índice de refracción muy superior a 2. Según las referencias solamente se encontró un nódulo pequeño en la zona intermedia de la pegmatita denominada 'a'.

MOLIBDENITA

Fue localizada en la pegmatita Santa Elena XV. Se presenta en láminas de 2 cm de diámetro y 3-4 mm de espesor, habitualmente incluida en cuarzo del núcleo. La cantidad es bastante exigua y la observación microscópica permitió comprobar que no se asocia con otros sulfuros.

BISMUTO

El bismuto es un accesorio generalmente presente en poca cantidad en las pegmatitas investigadas. Habitualmente se asocia con bismutina en unidades de reemplazo o en el cuarzo macizo del núcleo. Como inclu-

siones de pocas micras de diámetro suele acompañar en ocasiones a tantalita o ixiolita. La pegmatita que lo contiene en mayor cantidad es El Quemado, donde según referencias se han encontrado nódulos de hasta 6 kg. Actualmente en los frentes aterrados del cuerpo se presenta en granos anhedros de 1-2 cm contenidos en cuarzo y moscovita de grano fino, pertenecientes a la unidad de reemplazo que acarrea además microlita y bismutina. En muestra de mano tiene color blanco con un leve tinte rosado cuando estuvo a la intemperie, que en superficie fresca pasa al blanco puro. En secciones pulidas se observa que es anhedro, globular, tiene alta reflectividad, fuerte anisotropía y muestra típicas maclas lamelares. La paragénesis comprende: bismutina, calcopirita, emplectita, annivita, klaprohtita, bismutina y microlita.

BISMUTINA

Es un sulfuro de amplia difusión, aunque en pocas ocasiones se presenta en concentraciones primarias destacables. Por lo general ocurre en las zonas intermedias, núcleos o mejor aún en unidades de reemplazo, donde se asocia con bismuto, microlita, sulfosales de Bi y Cu, en ganga de cuarzo y moscovita, y alterada casi siempre en bismutita. Los cristales son de hábito prismático de hasta 10 cm de largo por 2 cm de diámetro, de contorno redondeado. Tiene clivaje MB $\{010\}$ casi siempre visible, color gris, brillo metálico si está fresca, rápidamente cubierto por una patina gris pizarra con ocasionales reflejos abigarrados. Al microscopio tiene hábito tabular, clivaje visible y acentuado por fracturas radiogénicas, pleocroísmo y fuerte anisotropía. Son frecuentes las inclusiones de bismuto, microlita y ocasionales las de calcopirita. Como nódulos muy alterados se concentra en los aluviones de Tres Tetas y El Peñón.

CALCOPIRITA

El mineral se presenta en cantidad muy pequeña en la pegmatita El Quemado. Un par de granos de 1 mm se hallaron en la zona intermedia, incluidos en cuarzo y levemente alterados. Acompaña también al bismuto y bismutina como inclusiones no mayores de 20 micras, de color amarillo, prácticamente isótropas, que reúnen todas las propiedades ópticas conocidas para la especie.

EMPLECTITA — $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$

Esta sulfosal fue identificada en cortes pulidos de bismuto procedente de la unidad de reemplazo de la pegmatita El Quemado. Se presenta en granos anhedros menores de 4 mm, que forman intercrecimientos irregulares con bismutina. Tiene pleocroísmo débil a distintivo, de gris amarillento a gris verdoso y anisotropía de gris claro a pardo violáceo oscuro. Al lado de bismutina tiene tonos más oscuros y mayor dureza de pulido. Incluye granos de microlita que ha generado fracturas radiogénicas y ha sido parcialmente reemplazada por bismuto. Contiene además annivita.

ANNIVITA

El cobre gris bismutífero se detectó en las secciones pulidas estudiadas, donde se presenta incluido en emplectita como cristales equidimensionales aislados no mayores de 15 micras, de color gris pardo claro e isotropos o, más frecuentemente, en frisos poli-granulares dispuestos entre emplectita y bismutina, con respecto a las cuales tiene mayor dureza relativa.

KLAPROTHITA — $\text{Cu}_6\text{Bi}_4\text{S}_9$

A pesar de que la validez de esta especie ha sido cuestionada por Nuffield (1947a) entre otros, quien la asigna a emplectita, Ramdohr (1969) y Ramdohr y Strunz (1978) continúan considerando que sus propiedades son muy distintivas y diferentes de las demás sulfosales de bismuto conocidas. En la pegmatita El Quemado ocurre como un grano anhedro de 0,2 mm de diámetro contenido en bismuto. Presenta en sección pulida un pleocroísmo distintivo a fuerte, de gris verdoso claro a oscuro y posee mayor dureza de pulido que bismutina y emplectita y menor reflectividad. La anisotropía es semejante a la observada en emplectita. Las características del pleocroísmo y anisotropía permiten descartar a wittichenita. Forma intercrecimientos de tipo mirmekítico con bismutina en calidad de huésped. Las propiedades ópticas y la asociación mineral en que ocurre permiten asignar el mineral con reservas a klaprothita.

COVELINA

Es un producto de alteración muy escaso de emplectita, cuyas superficies expues-

tas bordea en películas muy delgadas. Presenta al microscopio sus propiedades ópticas características inconfundibles.

BISMUTITA

Es un producto de alteración común de bismutina y bismuto. Se lo encuentra en todas las presentaciones de los minerales primarios mencionados, especialmente en el material aluvional de la mina Tres Tetas. El color varía de gris a verde claro o blanco amarillento, y en ocasiones tiene un ligero tinte azulado; raramente es negra. Gran parte del material es criptocristalino; de lo contrario forma masas compactas o granos translúcidos de brillo graso. No son raros los cristales prismáticos de bismutita con pseudomorfismo según bismutina.

URANINITA

Se la localizó en El Peñón, Santa Elena, Tres Tetas y La Elvirita. Casi siempre ocurre en la zona intermedia asociada a microclino, plagioclasa y moscovita, o vinculada a fosfatos primarios y mineralización de tantalio. Los cristales, si están presentes, tienen la forma a $\{100\}$; también forma granos redondeados macizos de color negro y brillo píceo. La alteración está siempre bastante avanzada bajo la forma de productos amarillos (gummita) o pátinas de autunita. La celda elemental de una uraninita de la pegmatita San Miguel Abad, fue determinada por Linares y Toubes (1961), dando un valor de 5,461 Å.

COLUMBITA

De acuerdo con Ramdohr y Strunz (1978) y Strunz (1978), se utiliza el término para designar la serie isomorfa rómbica que se extiende entre niobita $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$ y tantalita $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6$.

Son muy pocas las pegmatitas de los sectores Aguas Calientes, Santa Elena y Tres Tetas, en las que, buscando con detenimiento, no se encuentra columbita en cristales muy pequeños. Las descripciones que prosiguen se refieren a presentaciones más importantes, con material de buenas dimensiones para su estudio. De los hallazgos conocidos de nódulos de varios kilogramos de peso que se citan en la bibliografía, no se pudo recuperar ninguno pues los expuestos han sido totalmente extraídos.

NIOBITA

Fue reconocida en las pegmatitas La Elvirita, Santa Elena, El Peñón y Tres Tetas. En La Elvirita ocurre como inclusiones tabulares de 2 x 1 x 0,2 cm, contenidas en montebrasita o plagioclasa en el colgante de la zona central. En las demás pegmatitas se asocia con albita, cuarzo y moscovita en las zonas intermedias, donde se distribuye irregularmente. Dos presentaciones merecen particular interés por la concentración que registran. En un nódulo de triplita de Tres Tetas la niobita está bastante difundida en asociación con uraninita, circón, microclino y minerales secundarios. La unidad de reemplazo albitica de la labor principal de Santa Elena también la contiene densamente diseminada en finas laminillas que no superan 0,5 cm de máxima dimensión, coexistiendo con albita, cuarzo, moscovita, berilo, gahnita. Los cristales rara vez superan cuatro centímetros de largo y, por lo común, alcanzan 1 ó 2 cm. El hábito más frecuente en el material recogido in situ es tabular, elongado según [c] y aplanado paralelamente a {010}. En el material eluvial, por el contrario, predominan los individuos tabulares gruesos e incluso prismáticos, con sección rectangular o elipsoidal. Los cristales son generalmente subhedros, con buen desarrollo de formas en la zona [001] y truncamiento basal, aunque una cuidadosa búsqueda puede verse gratificada con cristales euhedrales, predominando los de pequeño tamaño. Las medidas goniométricas de individuos con distinta procedencia permitieron identificar, siguiendo a Dana, las siguientes formas cristalográficas: a {100}; b {010}; g {130}; k {011}; u {111}; m {110}. La facies más difundida asocia a b (siempre presente) y g, siendo raras las caras ajenas a la zona del eje c. Las maclas simples con (201) como plano se visualizan en ocasiones y son omnipresentes las finas estriaciones paralelas a {001} sobre {010}. a veces acompañadas por otro sistema oblicuo que podría corresponder a un maclado polisintético (véase fig. 6a (Santa Elena) y 6b (Tres Tetas)].

La niobita es de color negro con brillo metálico a submetálico y es bastante frágil. Presenta clivaje B {101}, que no es fácil de ver, fractura irregular y raya color castaño muy oscuro, casi negro. No presenta radiactividad, salvo en algunas muestras aisladas donde la coexistencia con uraninita sugiere una contaminación superficial con produc-

tos de alteración del UO₂. Al microscopio bajo luz reflejada e inmersión en aceite, presenta buen pulido y tiene baja reflectividad, color gris, virtual ausencia de pleocroísmo y anisotropía y escasos reflejos internos. Las inclusiones son muy escasas y se reducen a granos redondeados no mayores de 20-30 micras de tapiolita.

La determinación del contenido en Ta₂O₅ fue indirecta y se basó en la medición del peso específico y la aplicación del gráfico de Kuznetzov (1945).

Mineral	Procedencia	G	% Ta ₂ O ₅
Niobita	La Elvirita	5,787	20
	Tres Tetas	5,693	16
	Tres Tetas	5,734	17
	Tres Tetas	5,749	18
	Tres Tetas	5,812	22
	Santa Elena	6,017	29
	Tres Tetas	6,045	31
Tantalita	El Peñón	6,345	42
	El Quemado	6,684	54
	El Peñón	6,839	60
	El Quemado	7,022	64
	Santa Elena	7,123	68

TANTALITA

Fue identificada en las pegmatitas El Peñón, El Quemado y Santa Elena. En El Peñón ocurre en pequeños cristales prismáticos con sección elipsoidal asociados con albita, cuarzo, moscovita y poco uraninita en la zona intermedia. En la escombrera de la labor principal de Santa Elena se halló un cristal de sección cuadrangular de 2 x 2 cm incluido en montebrasita. La zona intermedia de El Quemado, y en parte la unidad lítica, también la contiene en individuos de 1 x 1 cm, tabulares gruesos, generalmente subhedros con {010} visible, que se asocian con plagioclasa, cuarzo y moscovita. En un ejemplar idiomorfo de 2,5 x 2,5 x 0,8 cm fueron identificadas las formas: a {100}; b {010}; k {011}; u {111} y n {211} reunidas en una asociación paralela (véase fig. 6c). Los cristales tienen casi siempre fina estriación paralela a [c] sobre {010} y clivaje B {010}. El color de la tantalita es castaño oscuro a castaño rojizo, pero algunos cristales intemperizados presentan una ligera pátina iridiscente, es traslúcida en bordes delgados y la raya es castaña. La tenacidad es mayor que en niobita y el ejemplar de Santa Elena aparentemente está zonado, pues tiene capas

superpuestas de distinta tonalidad, separadas por un neto plano de discontinuidad física.

TAPIOLITA — (Fe, Mn) (Ta, Nb)₂O₆

Se encontró un cristal de hábito equidimensional y 1 cm de diámetro en los desmontes de la labor central de la mina Santa Elena. Tiene las formas cristalográficas a {010}, p {113} y n {230} (véase fig. 6d). El cristal presenta la macla simple de contacto (101) (b), visible claramente como entalladura que rodea su perímetro. Además se observan sobre una de las caras de 'a', estriás paralelas que divergen a partir del plano de macla y que corresponden a la macla (013) polisintética.

El cristal de tapiolita se encontró suelto y sólo tiene asociado un poco de cuarzo en un extremo fracturado. Es de color negro y tiene brillo submetálico, raya de color castaño muy oscuro, casi negro, y fractura subconcooidal. En los bordes acunados de fragmentos pequeños es ligeramente traslúcida. El peso específico arrojó un promedio de 7,822; no es radiactiva y tampoco magnética.

Además de este hallazgo, el mineral fue encontrado en la pegmatita El Peñón, en un grano anhedro asociado con microlita e incluido en cuarzo. También ocurre en cortes pulidos de niobita de la mina Tres Tetas y de tantalita de la mina Santa Elena. Se presenta como inclusiones irregulares o redondeadas, nunca mayores de 30 micras, generalmente dispersas y poco abundantes, que no tienen apariencia de exsoluciones o de intercrecimientos. Tienen una dureza de pulido igual o ligeramente mayor que columbita, son más claros que niobita y fuertemente pleocroicos, de gris crema claro a gris azulado. Son muy anisótropos, de gris pizarra a gris verdoso y tienen reflejos internos pardos poco abundantes. La cantidad de material no permitió, en esta presentación, efectuar un difractograma; no obstante, las propiedades descritas y la paragénesis coinciden exactamente con la especie reseñada, salvo que las maclas polisintéticas (013) bastante comunes que presenta la tapiolita no se observan en las inclusiones referidas.

IXIOLITA — (Ta, Nb, Sn, Mn, Fe)₂O₆

Se presenta en nódulos de 2-3 cm de diámetro en la parte interna de la zona intermedia de la pegmatita El Peñón, asociada con moscovita de grano fino, albita y cuar-

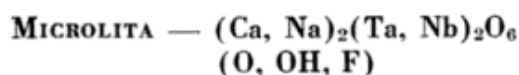
zo. En un nódulo pequeño ocurren algunos cristales de 1-2 mm de largo, con formas cristalográficas bien definidas pero de superficies imperfectas para dar reflexiones en la mensura goniométrica. No obstante, se intentó reconocer por lo menos la asociación y se nombraron las formas más sobresalientes conforme a la orientación de la ixiolita de Kimito, Finlandia, estudiada por Nordenskiöld (1857). En la figura 6e se muestra el hábito de los cristales y las formas posibles: m {110}; p {111} y x {hkl} no conocida. Menos comunes pero más sencillos son algunos cristales prismáticos a ligeramente tabulares, que tienen buen desarrollo de a {100} y b {010}. La ixiolita maciza y los cristales presentan un notable desarrollo de estriaciones que impidieron la goniometría y que se manifiestan sobre los planos de clivaje B {010}. Estas estriaciones se interpretan, debido a su posición sobre {110}, como consecuencia del fino maclado {103} conocido para esta especie.

Los nódulos y cristales de ixiolita son de color negro, con lustre submetálico a adamantino. Los bordes delgados de las esquirlas son traslúcidos, con tonos rojizos. La raya es castaño muy oscuro y el peso específico de 7,47. La fractura es concoide y tiene leve radiactividad. Al microscopio con luz reflejada e inmersión en aceite es de color gris, homogénea, no tiene birreflectancia ni anisotropía y la reflectividad es baja, aproximadamente como la de tantalita. La característica más notable son los abundantes reflejos internos, que varían de amarillo a anaranjados. La atraviesan delgadas fracturas y tiene inclusiones muy espaciadas, no mayores de 5 micras de bismuto nativo anhedro y de cristales euhedros de aproximadamente 30 micras, determinados como casiterita.

El diagrama de polvo del material estudiado coincide perfectamente con ixiolita. Sin embargo, en ausencia de análisis químico y en previsión de que se tratara de una columbita desordenada, que da difractograma similar, se aplicó el criterio de los autores que redefinieron la especie (Nickel *et al.*, 1963) para confirmar su identidad. El método consiste en obtener un difractograma del mineral calentado a 800°C durante 2 horas y dejado enfriar lentamente. La columbita desordenada después de este tratamiento presenta dos picos a 5,3 y 7,1 Å que no se encontraron en el difractograma del mineral estudiado, circunstancia que avala la identificación.

CASITERITA

Ocurre como inclusiones euédrias espaciadas no mayores de 30 micras, de contornos rómbicos o hexagonales contenidas en ixiolita. Al microscopio, en corte pulido e inmersión en aceite, es de color gris más oscuro que ixiolita con tinte castaño, tiene dureza de pulido apenas mayor, presenta anisotropía y escasos reflejos internos amarillos, propiedades que coinciden con casiterita. El tamaño de las inclusiones no permitió confirmar su identidad roentgenográficamente, por lo cual se las clasifica de esta manera con reservas.



La microlita fue hallada en las pegmatitas El Peñón, La Elvirita, Santa Elena y El Quemado. En todos los casos el mineral está metamictizado y, para obtener diagramas de rayos X, hubo que proceder a su recristalización por el método habitual utilizado en estos casos (Lima de Faría, 1964), que consiste en calentarlo durante una hora a 700°C.

La presentación de microlita en las distintas pegmatitas es variable. En El Peñón ocurre en muy poca cantidad en granos anhedros castaños oscuros de brillo resinoso, que se asocian con tapiolita y generalmente están incluidos en cuarzo. En La Elvirita se presenta como inclusiones euédrias de 0,4 cm contenidas en bismutina y rodeadas de circón. Los cristales tienen desarrollo de $o \{111\}$ y son de color negro con reflejos pardo oscuros. En la misma pegmatita ocurre en el colgante de la zona intermedia en cristales de hasta 1cm de diámetro que tienen las formas $o \{111\}$, $a \{100\}$ y $d \{110\}$, son de color pardo oscuros, tienen brillo resinoso y están parcialmente craquelados. Se asocia con albita, cuarzo, moscovita, bismutina y circón. En la labor central de la mina Santa Elena la microlita ocurre en una unidad de reemplazo muy pequeña, de grano fino, asociada a albita, moscovita, cuarzo, turmalina, apatita y escasa columbita. Los cristales son anhedros, no mayores de 0,5 cm y de color pardo oscuro.

Los mejores ejemplares de microlita estudiados proceden de la pegmatita El Quemado, donde se presentan en una unidad de reemplazo diseminados profusamente formando motas oscuras de hasta 0,8 cm, ro-

deados de moscovita con un halo de tonalidad violácea, efecto macroscópico visible de la metamictización radiactiva. Los cristales aislados difícilmente sobrepasan 0,5 cm de diámetro y son euédros con $o \{111\}$ dominante, a menudo facetada por $d \{110\}$. El color es negro con reflejos pardos, el brillo píceo a resinoso, la fractura subconcoide y la raya gris oscura con tinte verdoso. No se observan maclas y los granos sólo contienen algunas inclusiones de moscovita. El peso específico es de 6,65. Al microscopio es transparente en esquirlas delgadas, de color castaño con tonos verdosos en los bordes acunados, completamente isótropa y tiene un índice de refracción de 2,045 (5). Presenta ligera radiactividad. Los individuos de todas las presentaciones han sido controlados roentgenográficamente y el tamaño a_0 de la microlita de El Quemado es de 10,4171.

HEMATITA

La hematita se presenta en las inmediaciones de la pegmatita Aguas Calientes como tablas gruesas contenidas en venas cuarzosas que alcanzan 3 a 7 cm de potencia. En mucha menor cantidad fue hallada en La Elvirita 'a' y en la labor central de Santa Elena, en ambos casos asociada con columbita. Además se presenta en El Peñón y Tres Tetos junto a moscovita en granos anhedros de color rojo oscuro. En corte pulido e inmersión en aceite la hematita de Aguas Calientes es de color gris acero y tiene un levísimo pleocroísmo con E ligeramente más oscuro. A nicoles cruzados presenta anisotropía de color gris azulado claro a gris crema no muy notable. Con excepción de algunas tablas euédrias de hematita pura, el resto ocurre como grandes cristales carentes de maclas y con abundantes exsoluciones de ilmenita de dos tipos diferentes: a) como grandes 'llamas' de contornos festoneados; b) omnipresentes lentes delgados que se encadenan en rosario y están dispuestos paralelamente a (0001). Agujas diminutas de rutilo se hallan muy extendidas en asociaciones de epitaxia, donde el eje 'c' del rutilo es paralelo a $\{2241\}$. La hematita descripta corresponde a la llamada 'ilmenita blanca' por contener en solución sólida hasta un 10 % de $FeTiO_3$.

ILMENITA

Ocurre en granos anhedros irregulares incluidos en niobita de la pegmatita La Elvi-

rita 'a'. Más conspicua es la asociada a hematita, donde se presenta en las 'llamas' como agregados poligranulares que, vistos por reflexión e inmersión en aceite, son pleocroicos de castaño rosado algo violáceo a castaño más oscuro y anisótropos de gris castaño grisáceo. La dureza de pulido es inferior a hematita y contiene cristales prismáticos de rutilo.

MAGNETITA

Se identificó en cortes pulidos de la hematita de Aguas Calientes. Se presenta en cantidad muy reducida como granos subhedros de unas 100 micras de diámetro, que en inmersión en aceite tienen una dureza de pulido inferior a hematita, color gris, baja reflectividad y completa isotropía. Muy posiblemente estas pequeñas inclusiones de magnetita, sumadas a la ilmenita, son los factores causantes de la existencia de magnetismo en las muestras estudiadas.

RUTILO

Se presenta como inclusiones aciculares en la hematita e ilmenita de Aguas Calientes. Al microscopio con inmersión en aceite es de color pardo rojizo, oscuro al lado de hematita, con pleocroísmo y anisotropía característicos. Los cristales subhedros incluidos en ilmenita son de color gris claro y tinte celeste contrastados con ella. Tienen fuerte pleocroísmo y anisotropía distintiva con numerosos reflejos internos.

GAHNITA

La gahnita se presenta en granos generalmente equidimensionales euhedros a subhedros de 1 a 2 cm de diámetro, asociada con clevelandita, cuarzo, berilo y demás minerales de la unidad de reemplazo sódica de la labor principal de la mina Santa Elena. Las formas cristalográficas presentes son o $\{111\}$ facetada en ocasiones por $d\{110\}$. Presenta con relativa frecuencia partición según $\{111\}$ y a veces hábito laminar, lo que sin duda indica la existencia de maclado según la ley de la espinela. Es de color verde azulado profundo, transparente, de brillo vítreo y raya gris muy clara a blanca. Los cristales generalmente están craquelados, lo que anula su posible uso como piedra semipreciosa. La fractura es concoide a irregular, el peso específico medido de 4,60 y la dureza variable entre 7,5 y 8. Al micros-

copio es incolora, límpida y transparente; presenta muy pocas inclusiones y un índice de refracción de 1,795 (5). El difractograma del mineral tiene buena coincidencia con el asignado a la gahnita. La celda cúbica muestra $a_0 = 8,1026 \text{ \AA}$.

SIDERITA

Se presenta en muy pequeña cantidad, contenida en nódulos de fosfatos completamente alterados y muy fragmentados cubiertos por óxidos de manganeso, que ocurren en las pegmatitas El Quemado y El Peñón. Tiene hábito macizo, color castaño claro y perfecto clivaje romboédrico. La determinación se basó en la medida de los índices de refracción, que dieron $\epsilon \sim 1,682$ y $\omega = 1,796$. Suele estar recubierta por una capa de limonita amarillo parduzca.

CIRCÓN

El circón es un mineral accesorio bastante distribuido y son contadas las pegmatitas en que no se lo ha observado, pero nunca se presenta en concentraciones interesantes. En las pegmatitas El Quemado y La Elvirita 'a' ocurre en cristales idiomorfos de hasta 0,8 cm de largo, de colores castaño a castaño claro. En el primer cuerpo mencionado la única forma cristalográfica es una bipirámide tetragonal que se confunde fácilmente con los octaedros de microlita a los cuales se asocia; se distingue gracias a su color más claro y es mucho menos abundante. En La Elvirita las formas presentes son varias, generalmente bipiramidales, con caras rugosas e imperfectas que impidieron la goniometría. Los cristales se asocian en el borde del núcleo con microlita, bismutina y montebrasita, contenidos en plagioclasa y cuarzo. La unidad de reemplazo sódica de la labor principal de la mina Santa Elena también contiene cristales de 1-2 mm de circón castaño verdoso, con asociación de prisma y bipirámide. Todo el material estudiado está, en mayor o menor grado, metamictizado.

Una mención especial merecen dos muestras, procedentes de La Elvirita 'a', de 4 cm de diámetro, que consisten en agregados paralelos de cristales bipiramidales de circón. La comparación con un mineral identificado por Brodtkorb M. (1978, com. pers.) como cirtolita, que procede de pegmatitas de la Provincia de Salta no ubicadas con precisión, demostró la notable similitud de há-

bito y facies cristalográfica que existe y hace suponer con bastante probabilidad que ambos materiales tengan la misma procedencia.

GRANATE

El granate se presenta como accesorio común en las pegmatitas del sector El Morado-Peñas Blancas y en Corral Bayo. Ocurre en cristales generalmente idiomorfos con desarrollo del dodecaedro rómbico, de hasta 2-3 cm de diámetro. Es de color castaño rosado, tiene brillo vítreo, fractura irregular y se asocia con moscovita y en menor proporción con cuarzo. En los desmontes de la labor central de la mina Santa Elena se halló un xenolito de roca de caja, que fue englobado por el magma pegmatítico y presenta una corona de reacción con formación de un mineral del grupo del granate. La paragénesis incluye cuarzo, actinolita, plagioclasa, biotita, epidoto, magnetita y elbaíta (verdelita), en una asociación de grano fino (2-3 mm). En un borde de la muestra se presenta una capa de 0,5 cm de espesor, formada por cristales equidimensionales de 2-4 mm de color amarillo muy claro, casi incoloro. Las formas cristalográficas presentes en dos o tres granos euhedros son $\{110\}$ dominante, facetada por $\{112\}$ muy subordinada. El mineral tiene brillo vítreo, fractura concoide a irregular y un peso específico de 3,495. Al microscopio es isótropo, con un índice de refracción igual a 1,737 (3). El parámetro a_0 determinado sobre la línea producida por 10 4 0 en un diagrama de polvo es 11,8204 Å. Con estos datos se lo clasificó de acuerdo a Skinner (1956) como hidrogrosularia (hbschita para Strunz, 1978).

ACTINOLITA

Ocurre en la misma paragénesis que la hidrogrosularia en fibras de color verde botella oscuro, biáxicas negativas y pleocroicas con Z = verde y X = amarillo casi incoloro.

ESTILBITA

En un plano de fractura de un rodado de esquisto del río Salado fue descubierto un mineral fibrorradiado de color blanco amarillento y brillo vítreo a nacarado, que posteriormente se halló en una presentación similar en los desmontes de la pegmatita Santa Elena X. El difractograma tiene algunos picos típicos de ceolitas y coincide en

líneas generales con el de estilbita sódica, al igual que sus propiedades ópticas, por lo cual se lo clasifica de esa manera con reservas. La génesis también es dudosa porque, aunque ocurre en los esquistos de la caja, no está asociado con ningún mineral pegmatítico y eventualmente podría vincularse a la actividad termal que existe a unos pocos cientos de metros y que quizás estuvo más extendida anteriormente.

APATITA

Este fosfato es un mineral común en todas las pegmatitas, donde se presenta como accesorio las más de las veces microscópico, sin llegar a formar grandes cristales o nódulos al estilo de otras paragénesis similares. Particularmente enriquecidas resultan las zonas de borde, que la contienen en agujas incluidas por los minerales esenciales. También tapiza drusas, que tienen eosforita, provenientes de El Peñón y El Quemado. En esta presentación los cristales son prismáticos largos con bases redondeadas y de color blanco. En Anzotana se asocia en pequeños prismas rosados con microclino y moscovita en la zona interna. La muestra más interesante proviene de El Peñón y consiste en un cristal de cuarzo de 8 cm de largo, procedente del borde del núcleo, que tiene una cara tapizada por finísimas laminillas de hematita, superficie sobre la cual descansan de canto tablas hexagonales hialinas de apatita. Los cristales tienen como máximo 1 mm de diámetro y domina bien desarrollada la forma $\{0001\}$, cerrada por varias bipirámides que, por su tamaño, semejan estrías. Al microscopio esta apatita es biáxica (—), con un 2V medido de 36° , $a = 1,636$ (1); $\beta = 1,638$ (1) y muestra en sección basal sectores periféricos irregulares con extinción desapareja.

TRIFILINA

Se encontró en varias pegmatitas en cantidades muy pequeñas, casi siempre como remanentes no alterados de concentraciones de pocos centímetros. El único cuerpo en que alcanza cierta significación es El Peñón, donde se presenta en la parte interna de la zona intermedia en asociación de borde de núcleo junto a moscovita, cuarzo y albita como minerales mayoritarios. Generalmente constituye nódulos no mayores de 5 cm de diámetro recubiertos por costras de manganomelano y bastante alterados en fosfatos se-

cundarios. Una vez limpia con C1H diluido tiene un color verde oscuro, brillo subresinoso y clivaje B en una dirección.

LITIOFILITA

El extremo rico en manganeso de la serie también se identificó en El Peñón, restringido al núcleo de algunos nódulos pequeños recubiertos exteriormente por óxidos de manganeso. En fractura fresca es de color amarillo miel a rosado salmón, tiene exfoliación B en una dirección y está atravesando por venillas muy delgadas de un fosfato rosado no identificado. Por alteración se cubre de una capa castaño rojiza. Es traslúcida y tiene lustre subresinoso.

MONTEBRASITA

En Santa Elena I, IV y Aguas Calientes la montebrasita se presenta como componente común en las zonas intermedias, internas, núcleos y en las unidades de reemplazo en cristales pequeños, anhédros, perfectamente identificables en sección delgada, que han cristalizado junto a otros componentes de las unidades. Más frecuente es la presencia en nódulos redondeados, que ocasionalmente muestran desarrollos cristalográficos gruesos con formas indeterminables, de hasta 0,8 m de diámetro. Se asocia, en las distintas paragénesis, preferencialmente con espodumeno, lepidolita, cuarzo, clevelandita, trifilina, litiofilita, bismuto, bismutina y columbita, en unidades de reemplazo o en zonas intermedias y especialmente en la asociación de borde de núcleo. El color es blanco con tonalidades lechosas, verdes o amarillentas en fractura fresca. A la intemperie se altera con rapidez y toma una coloración blanco tiza. El brillo es graso y presenta clivaje MB $\{100\}$, B $\{110\}$ e I $\{0\bar{1}1\}$ y $\{001\}$. Presenta siempre maclado polisintético en dos direcciones con (111) y $(\bar{1}\bar{1}1)$ como planos de composición. Sin disponibilidad para efectuar análisis químicos tuvo

que recurrirse a métodos indirectos para estimar el porcentaje de fluor y conocer que términos de la serie isomorfa ambligonita-montebrasita se presentaban. Un reciente trabajo de Cerná et al. (1973) revisa varias propiedades con la intención de comprobar que método indirecto es el más confiable para efectuar la distinción planteada. Tomando de base ese estudio se han determinado algunas propiedades, como el peso específico (G) y γ' : índice de refracción mayor de los fragmentos de clivaje de más alto color de interferencia y se han usado las curvas propuestas, obteniéndose un porcentaje máximo de fluor del 6 %, lo cual indica que todas las muestras estudiadas corresponden a montebrasita.

Con el afán de comparar estos métodos con los más efectivos propuestos en el trabajo mencionado, se efectuó un difractograma y se midió el 2Θ correspondiente a la reflexión (131) y separadamente las seis reflexiones entre 26° y 29° de 2Θ , aplicándose los correspondientes gráficos, obteniéndose una excelente correlación entre los valores alcanzados usando las distintas técnicas, especialmente con la que utiliza el índice γ' .

TRIPLITA

Fue reconocida en Tres Tetas Santa Elena y Peñas Blancas. En Tres Tetas se ubicó un nódulo de aproximadamente 0,8 m de dimensión mayor que se encuentra cerca del núcleo de la labor 'a'. Periféricamente el nódulo está rodeado por óxidos de manganeso, masas ocráceas de limonita o blanco verdosas constituidas por leucofosfita. Con la triplita más fresca se asocian abundante columbita, uraninita y sus productos de alteración, circón y apatita. El mineral tiene colores variables entre rosado salmón y castaño algo grisáceo, brillo resinoso, clivaje B $\{001\}$ e I $\{010\}$; es traslúcida y tiene un peso específico de 3,839.

En los desmontes de la labor central de

Pegmatita	Yacencia	G	% F según G	γ'	% F según γ	% F según rayos X
Santa Elena	U. reemplazo	3,006	3,01	1,628	3	6 picos
El Peñón	Z. intermedia	3,005	2,7	1,636	1,5	
Anzotana	U. reemplazo	3,002	2,3	1,637	1,2	1,3
El Quemado	U. reemplazo	2,985	0,5	1,641	0,5	
La Elvirita	Z. intermedia	3,036	6,0	1,634	2	1,4

la mina Santa Elena se encontró una muestra que contiene un mineral de color castaño anaranjado claro y brillo resinoso, asociado a moscovita, turmalina y cuarzo. Los cristales tienen unos 3 mm de diámetro, son redondeados y transparentes. Un diagrama de rayos X permitió identificarlos como tripilita, y al microscopio se determinaron las siguientes propiedades ópticas: X = castaño miel casi incoloro, Y = incoloro, Z = castaño claro, $\alpha = 1,662$ (1), $\beta 1,666$ (1), $\gamma = 1,684$ (1), bxa (+), 2V calculado = 51° , dispersión $r > v$ fuerte.

ARROJADITA — $\text{Na}_2 (\text{FeMn})_5 [\text{PO}_4]_4$

Se presenta en la parte interna de la zona intermedia de la pegmatita El Peñón, asociada con albita blanca de grano fino, cuarzo y mangamelanos. Ocurre en capas de 0,2 a 0,5 cm de espesor, separadas por delgados tabiques paralelos de albita. El mineral es de color verde botella intenso en fractura fresca y algo más claro en las superficies expuestas. No se observan formas cristalográficas y el hábito es macizo pero el material está muy craquelado y se desagrega con facilidad en láminas delgadas. Presenta brillo vítreo, raya blanca verdosa clara, clivaje B en una dirección $\{001\}$? y fractura irregular. La dureza es similar a apatita y es bastante frágil. Al microscopio es transparente, pleocroico y prácticamente carece de inclusiones. Las siguientes propiedades ópticas fueron obtenidas sobre material de color verde ligeramente más claro: X = verde claro, Y = verde con tenue matiz amarillo, Z = verde con tenue matiz castaño, $\alpha = 1,652$ (2), $\beta = 1,659$ (2), $\gamma = 1,664$ (2), (—), 2V calculando = 80° , dispersión $v > r$ fuerte.

Los difractogramas obtenidos tienen una aceptable correlación con los conocidos para la especie. Las propiedades ópticas también coinciden, aunque los valores de los índices de refracción son ligeramente más bajos que los adjudicados para arrojadita. Se considera que las leves diferencias observadas hay que atribuir las a variaciones en la compleja composición química del mineral.

ALLUAUDITA

Se presenta en la pegmatita El Peñón en dos asociaciones diferentes: como producto de alteración de trifilina-litiofilita, asociada a clinostrengita, mitridatita, siderita, cuarzo y albita, y en nódulos pequeños contenidos en cuarzo o feldespato de la zona intermedia.

Los resultados del estudio detallado de la ocurrencia se han dado a conocer en Galliski y Sureda (1982).

HETEROSITA — $(\text{FeMn})[\text{PO}_4]$

Esta especie se presenta en muy poca cantidad como un producto de alteración de la trifilina de El Peñón, asociada a alluaudita. Se desarrolla como pátinas de color castaño muy oscuro, prácticamente negro, que al ser lavadas con ClH diluido toman un tono rosado fuerte. Presenta clivaje B en una dirección, brillo satinado y es traslúcida. Las pátinas están constituidas por diminutas laminillas de unas 30 micras de largo en promedio, que vistas al microscopio tienen índices de refracción superiores a 1,830, carácter biáxico, 2V grande y acentuado pleocroísmo, con los característicos colores axiales que varían de rosado muy intenso a rojo púrpura.

ROCKBRIDGEÍTA — $(\text{FeMn}) \text{Fe}_4$ $[(\text{OH})_5/(\text{PO}_4)_3]$

Este fosfato ocurre en la pegmatita El Peñón, asociado con trifilina, escasa clinostrengita y óxidos de manganeso. Se presenta en agregados radiales constituidos por fibras de 1-2 mm de largo, de color castaño oscuro con un matiz verdoso. El mineral tiene clivaje MB y B en direcciones perpendiculares (posiblemente $\{100\}$ y $\{010\}$), lustre mate y baja dureza. Bajo el microscopio sólo es transparente en fragmentos muy delgados, es biáxico (+) y sus índices de refracción son superiores a 1,870. Tiene, además, fuerte pleocroísmo con X = castaño amarillento claro y Z = verde azulado muy oscuro. El diagrama de rayos X guarda una aceptable correlación con el conocido para rockbridgeíta; por otra parte su asociación con trifilina apunta hacia esa identidad en oposición al otro término de la serie isomorfa: frondelita. En la pegmatita Santa Elena 1 se encontraron, en cavidades de cuarzo lechoso, delgadas tablillas rectangulares casi opacas, de color negro con un ligero tono verde oliva oscuro, de unos 0,2 mm de largo, que ópticamente presentan las mismas características que la rockbridgeíta de El Peñón, por lo cual se considera que se trata de la misma especie.

CLINOSTRENGITA — $\text{Fe} [\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

La única pegmatita en la que se identificó este mineral es El Peñón. En ella se pre-

senta junto a trifulina, cuarzo y mangano-melano en poca cantidad. Ocurre en esferulitas de 1 mm de diámetro, de color rosado violáceo, construidas por fibras radiales de brillo ligeramente resinoso y color más claro. Los índices de refracción no se pudieron determinar debido al hábito, pero oscilan alrededor de 1,70. El diagrama de rayos X coincide con el correspondiente a esta especie, que es un producto bastante común de alteración de fosfatos primarios, sobre todo en Argentina (Kittl, 1954; Gay, 1968; Galliski, 1973).

LEUCOFOSFITA — K (Fe, Al)
[OH/(PO₄)₂]

La leucofosfita se presenta como producto de alteración de un nódulo de triplita aflorante en la pegmatita Tres Tetas. Por lo general constituye el núcleo de pequeños ovoides desagregados del nódulo mayor, que se encuentran totalmente rodeados por una masa negra, esponjosa, de óxidos de manganeso. La parte central de estos pequeños nódulos de 5 cm de diámetro consiste de un relleno poroso, tabicado, de material pulverulento, o de pequeñas esferulitas de 1 mm de máxima dimensión, de color gris verdoso claro.

Difractogramas efectuados sobre este material dieron resultados exactamente concordantes con los espaciados conocidos para la especie considerada. Analizando cuidadosamente las muestras fue posible localizar varias drusas reducidas con cristales de buen desarrollo pero de pequeño tamaño, que no sobrepasan las 40 micras. Los mismos, con iluminación artificial, tienen un hermoso color púrpura agrisado y brillo vítreo.

Al microscopio su tamaño no permitió precisar adecuadamente la orientación óptica completa para poder medir todos sus índices; sólo se determinó su carácter biáxico (+) y $\beta = 1,720$ (5), Y = castaño muy claro.

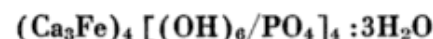
LAUEÍTA — MnFe₂ [OH/PO₄]₂ · 8H₂O

Se encuentra en pequeña cantidad, asociada con rockbridgeíta y mitridatita como productos de alteración en nódulos de trifulina de la pegmatita El Peñón. Más restringida se halla en algunas cavidades de cuarzo celular, que muestran indicios de haber contenido fosfatos primarios. Las mejores muestras proceden de los desmontes de la pegmatita.

El mineral se presenta en pequeñas drusas como agregados radiales de cristales de color castaño anaranjados, generalmente recubiertos por delgadas pátinas oscuras de óxidos de manganeso. Con menor frecuencia ocurren cristales aislados, perfectamente desarrollados, que tienen hábito tabular y dimensiones que no sobrepasan 1,5 mm. Las formas reconocidas en los individuos más grandes y perfectos se asocian en una facies idéntica a la de Hagendorf sud, Baviera, Alemania (Strunz, 1954) con a {100}, b {010} y c {001} dominantes y m {110}, M {110}, k {011} y f {011} subordinadas, en especial m, f y k, que en los cristales más pequeños apenas se visualizan. La laueíta (véase fig. 6f) presenta clivaje {010} B, ausencia de maclas, brillo vítreo, raya blanca amarillenta y fractura irregular. Los cristales son bastante frágiles. Las propiedades ópticas determinadas son: X = amarillo muy tenue casi incoloro, Y = amarillo, Z = castaño dorado, $\alpha = 1,607$ (3), $\beta = 1,640$ (3), $\gamma = 1,662$ (3), $\text{bxa}\delta$ (—), $2V$ calculando = 76°, dispersión $v > r$ fuerte a muy fuerte; orientación óptica: X a 0° φ y -87° θ , Y a +88° φ y +51° ρ , Z a -86° φ y +39° θ .

Al microscopio la laueíta presenta pocas inclusiones de minerales opacos y marcada zonación, con valores de ángulos de extinción variables, motivo por el cual se precisa que los utilizados para obtener la orientación óptica corresponden a la parte central de los cristales. Los datos roentgenográficos obtenidos para la laueíta estudiada tienen una excelente correlación con los de la localidad clásica.

MITRIDATITA



La mitridatita es un mineral muy ubicuo como producto tardío de alteración de fosfatos primarios de metales de transición en las pegmatitas (Moore, 1974). En el distrito minero El Quemado, la especie ocurre en la pegmatita El Peñón asociada con laueíta, alluaudita, clinostrengita y óxidos de manganeso como mineral secundario formado a partir de trifulinalitiofilita. Además se presenta en pátinas irregulares muy finas que recubren cuarzo y plagioclasa y los pigmentan superficialmente con un matiz verde sucio. El mejor material se halla asociado a los fosfatos mencionados en agregados coloidales de hábito mamelar, exteriormente te-

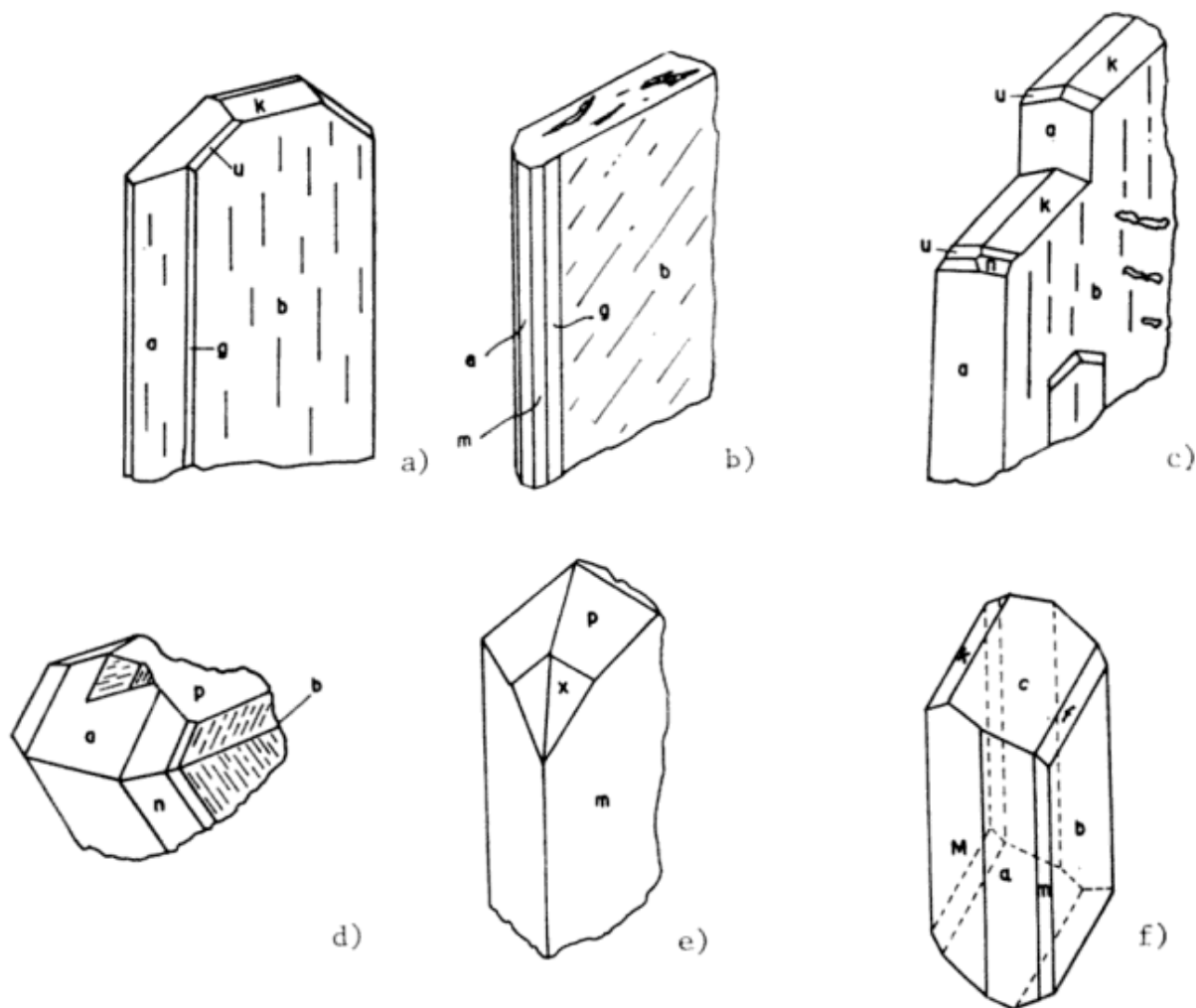


Fig. 6. — Hábitos cristalinios de minerales idiomorfos (véase explicación en el texto).

ñidos de negro por óxidos de manganeso y que en fractura fresca son de color verde oscuro sucio. Al microscopio es microcristalina de grano muy fino, tiene índices de refracción superiores a 1,75 y pleocroísmo en tonos castaños oscuros. Su difractograma tiene buena correspondencia con el conocido para la especie.

BRASILIANITA — $\text{NaAl}_3[(\text{OH})_2/\text{PO}_4]_2$

La brasilianita ocurre en cristales no mayores de 1,5 mm de longitud y habitualmente más reducidos, implantados sobre una cara prismática de un cristal imperfecto de cuarzo de 10 cm de largo, desarrollado en una cavidad ubicada próxima al núcleo, en la zona intermedia de la pegmatita El Peñón. Los cristales se presentan aislados o, con mayor frecuencia, en agregados divergentes que se asocian con pequeños cristales de cuarzo hialino y escasa albita. El hábito de la brasilianita es prismático elongado según $[100]$ con

secciones rómbicas; de acuerdo a Dana la facies de los cristales mejor desarrollados, que son los menos frecuentes, es muy similar con la brasilianita de Palermo # 1, New Hampshire, USA, con $n \{011\}$ y $g \{\bar{1}11\}$ siempre presentes y $m \{110\}$, o $\{111\}$ y $s \{211\}$ muy reducidas. Casi siempre ocurren crecimientos accesorios sobre n y g que imposibilitan la obtención de buenas reflexiones con goniómetro óptico. Los cristales tienen brillo vítreo a ligeramente graso y color amarillo muy tenue que se percibe con más facilidad en los agregados radiados que en los cristales aislados. El clivaje es B según $\{010\}$.

Al microscopio los cristales son transparentes e incoloros y sólo tienen algunas inclusiones pequeñísimas de minerales opacos y pocas inclusiones líquidas. Las propiedades ópticas obtenidas son: $\alpha = 1,602$ (1), $\beta = 1,608$ (1), $\gamma = 1,624$ (1), $B_x \alpha (+)$, $2V$ calculado = 64° , dispersión $v > r$ débil; orientación óptica: $Y = b$, $X \wedge c = -20^\circ$,

FAIRFIELDITA — $\text{Ca}_2\text{Mn}[\text{PO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Se encuentra en agregados laminares, sub-paralelos, que se presentan en lentes no mayores de 1 cm de diámetro incluidos en pequeños nódulos de trifilina-litiofilita y sus productos de alteración. Los nódulos ocurren contenidos en cuarzo, albita y moscovita de la zona intermedia de la pegmatita El Peñón.

La fairfieldita se presenta en laminillas de 1 a 3 mm de máxima longitud, muy semejantes a selenita. Tiene clivaje $\{001\}$ MB, $\{010\}$ B y $\{110\}$ I, además de marcadas estrías paralelas visibles sobre los planos de exfoliación $\{001\}$. Carece de maclas. La dureza medida es aproximadamente 3,5. El color de la fairfieldita varía de blanco amarillento, en el material ligeramente alterado, a completamente incoloro cuando es fresca. La raya es blanca, el brillo vítreo a nacarado sobre $\{001\}$ y es bastante frágil, con fractura irregular.

Al microscopio es completamente incolora y tiene las siguientes propiedades ópticas: $\alpha = 1,640$ (1), $\beta = 1,650$ (1), $\gamma = 1,660$ (1), bxa (+), 2V calculado = 90°, dispersión r > v moderada; orientación óptica: so-

bre # (001) Z \wedge # (010) = 35°, sobre # (010) Z \wedge # (001) = 7°.

EOSFORITA

La especie fue descrita por Márquez Zavalía (1980), quien la identificó sobre muestras coleccionadas por el autor. El mineral ocurre en las pegmatitas El Peñón, El Quemado y Anzotana, casi siempre en la zona intermedia, asociado con albita, moscovita y cuarzo. La morfología, propiedades físicas, composición química y diagrama de rayos X fueron dados a conocer por Márquez Zavalía y Galliski (1981).

AUTUNITA

Tiene amplia difusión en la mayoría de las pegmatitas, especialmente en las laboreadas, donde ocurre como pátinas o escamas muy delgadas de algunos mm² de superficie, que cubren cuarzo, plagioclasa y fosfatos. La abundancia de las pátinas aumenta en las adyacencias de inclusiones de uraninita, de cuya alteración derivan. Es de color verde claro a amarillo verdoso con fuerte fluorescencia verde brillante bajo luz ultravioleta.

CUADRO V. — Diagramas de rayos X.

Eplectita		Tapolita		Isiolita		Microlita		Arrojadita		Leucosofita		Leuquita		Nitridatita		Brasilianita		Fairfieldita			
L 01384		G 19		G 43		G 83		G 77		G 87 (asferulita)		G 87		G 78		G 77		G 29			
El Quemado		Santa Elena		El Peñón		El Quemado		El Peñón		Tres Torres		El Peñón		El Peñón		El Peñón		El Peñón			
Rad:Fe/ -0557,3		Rad:Cu/Ni-05114,6		Rad:Cu/Ni-05114,6		Rad:Cu/Ni-Gon.		Rad:Cu/Ni-05114,6		Rad:Cu/Ni-05114,6		Rad:Cu/Ni-05114,6		Rad:Cu/Ni-05114,6		Rad:Cu/Ni-05114,6		Rad:Cu/Ni-05114,6			
d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁	d A	1/1 ₁
7,28	6	4,195	5	3,550	4	6,03	40	7,79	3	7,405	20	5,96	100	8,84	10	5,83	5	6,39	10		
4,68	5	3,350	100	2,985	100	1,9	15	6,48	1	6,765	100	6,47	20	7,39	1	5,34	-1	5,08	2		
3,21	10	2,577	90	2,868	1	3,15	65	5,96	5	5,965	80	4,89	80	5,61	7	5,06	10	4,32	2		
3,05	10 B	2,370	35	2,571	7	3,01	100	5,58	3	4,790	15	4,21	15	4,44	2	4,67	1	4,32	3		
2,82	2	2,253	3	2,504	15	2,607	70	5,00	5	4,240	50	3,57	50 B	4,32	2	4,24	4	3,58	1		
2,572	1	2,074	2	2,381	7	2,481	10	4,62	3	4,055	10	3,68	10	3,44	1	3,81	4	3,42	-1		
2,325	9	1,746	80	2,27	1	2,386	10	4,27	2	3,780	10	3,45	5	3,34	4	3,46	-1	3,35	1		
2,24	3	1,678	35	2,102	10	2,006	45	3,29	3	3,650	5	3,25	90	3,19	3 B	3,34	9	3,20	10 B		
2,162	9	1,534	5	1,908	30	1,842	80	3,32	4	3,530	3	3,12	20	3,08	1	3,22	-1	3,05	10		
1,954	4	1,500	10	1,831	7	1,759	20	3,2	6	3,360	35	3,07	10	2,89	2 B	3,19	2	2,851	5		
1,848	8	1,410	10	1,773	35	1,645	5	3,05	10	3,220	1	2,862	60	2,889	8	2,98	7-	2,81	4		
1,798	7	1,398	10	1,743	35	1,587	10	2,807	6	3,045	60	2,60	25	2,799	9	2,88	7	2,649	8 B		
1,755	-1	1,288	3	1,724	45	1,571	90	2,784	8	2,970	20	2,472	30	2,591	2 B	2,81	-1	2,524	5		
1,656	7	1,212	10	1,551	20	1,502	30	2,72	9	2,900	35	2,401	30	2,444	1	2,738	7	2,449	8		
1,564	6	1,190	2	1,489	8	1,457	10	2,628	1	2,807	50	2,306	25	2,225	2 B	2,697	8	2,278	-1		
1,492	1	1,134	7	1,462	50	1,356	15	2,558	4	2,661	45	2,173	10	2,201	1	2,636	-1	2,239	-1		
1,468	1	1,119	5	1,440	1	1,302	40	2,503	2	2,581	5	2,050	10	2,066	1	2,546	-1	2,120	1		
1,441	N	1,079	7	1,378	10	1,194	50	2,359	4	2,524	5	2,016	15	1,978	2	2,467	5	2,105	2		
		1,076	7	1,312	5	1,165	20	2,314	1	2,490	1	1,96	10	1,829	3	2,429	3	2,047	3		
		1,061	4	1,277	1			2,276	-1	2,436	5	1,899	10	1,799	1	2,333	1	1,957	-1		
				1,246	10			2,216	1	2,371	3	1,854	10	1,772	1	2,295	2	1,93	4		
				1,221	5			2,157	-1	2,332	5	1,812	5	1,746	1	2,24	1	1,878	-1		
				1,194	10			2,122	-1	2,270	1	1,776	5	1,711	1	2,17	2	1,846	2		
				1,141	7			1,968	2	2,210	1	1,688	30	1,618	-3	2,118	2	1,825	2		
				1,128	1			1,918	3	2,146	8	1,641	30	1,579	-1	2,057	4	1,789	2		
				1,104	10			1,763	7	2,086	3	1,617	10	1,416	-1	2,013	3	1,719	3		
				1,072	3			1,713	-2	1,988	1	1,596	10	1,370	1	1,982	6	1,658	4		
								1,657	8	1,956	8	1,438	20			1,941	5	1,652	2		
								1,625	2	1,923	5					1,899	-1	1,619	-1		
								1,607	2	1,885	3					1,863	2	1,606	-1		
								1,576	1	1,817	10					1,824	3	1,567	-1		
								1,545	2	1,783	8					1,759	3	1,509	1		
								1,485	-1	1,705	3					1,718	-2	1,475	1		
								1,478	-1	1,680	1					1,711	2	1,465	1		
								1,407	3	siguen 9						siguen 22		siguen 5	1		
								1,381	2	líneas más						líneas más		líneas más	1		

TORBERNITA

En una muestra de eosforita de la pegmatita El Peñón se halló un mineral verde no fluorescente y radiactivo asociado con eosforita, cuarzo, albita y apatita. Se presenta en pequeñas escamas cuadradas con clivaje basal micáceo y otra exfoliación prismática. En grano suelto se determinó su carácter uniaxial (—) e índice $\omega = 1,60$. Sin difractograma se lo clasificó como torbenita, pues todas las propiedades coinciden con esa especie.

GUMMITA

Se usa este término en forma genérica para designar diversos óxidos de uranio hidratados asociados con Pb, Ca, Ba, K, Na, etc., producto de la primera etapa de alteración de la uraninita. En El Quemado se presenta como capas de color amarillo intenso, que rodean los cristales de uraninita. En pocas oportunidades puede reemplazarla pseudomórficamente dando un material amarillo anaranjado, pulverulento, con oquedades y algo deleznable. Prácticamente no hay presentación de uraninita donde la gummita esté ausente.

MANGANOMELANO

Los óxidos de manganeso amorfos o criptocristalinos separados de soluciones coloidales fueron agrupados por Klockmann con este nombre. En las pegmatitas estudiadas se encuentra en máculas dispersas que pigmentan con tintes oscuros los demás minerales. Abundan especialmente en asociación con fosfatos cuyos nódulos recubren o atraviesan en capas de pocos milímetros de espesor. Es de color negro brillante a castaño negruzco, de hábito dendrítico o arracimado, compacto o más comúnmente terroso. La mayor parte del manganomelano existente debe su génesis a la alteración hidrotermal y meteórica, en menor grado, de los fosfatos que contienen manganeso.

LIMONITA

Los óxidos e hidróxidos de hierro considerados globalmente como limonita se presentan en varias pegmatitas, vinculados a procesos de alteración desarrollados principalmente en nódulos de fosfatos a los que cubre asociados con manganomelano. Son típicas limonitas indígenas de color amarillo, tabicadas, que coexisten con cuarzo celular.

PARAGÉNESIS

Las asociaciones minerales de las pegmatitas estudiadas corresponden a la cristalización de las distintas etapas de un fluido pegmatógeno enriquecido en elementos raros y, por consiguiente, no todas las especies están representadas en cada uno de los cuerpos debido, entre otros factores, a los distintos niveles evolutivos a que pertenecen los mismos.

A pesar de esto, se consideró conveniente elaborar un diagrama paragenético único —tomando a todas las pegmatitas en conjunto— que represente aproximadamente la etapa de formación de los minerales ocurrientes. En su confección se tuvieron en cuenta los criterios texturales tradicionales, aplicados a las observaciones propias con cierta flexibilidad, ya que no siempre deciden con justeza la secuencia genética correcta. En casos confusos fueron de utilidad las comparaciones con trabajos semejantes de otros autores (Fersman, 1931; Safiannikoff et van Wambeke, 1967; Moore, 1973).

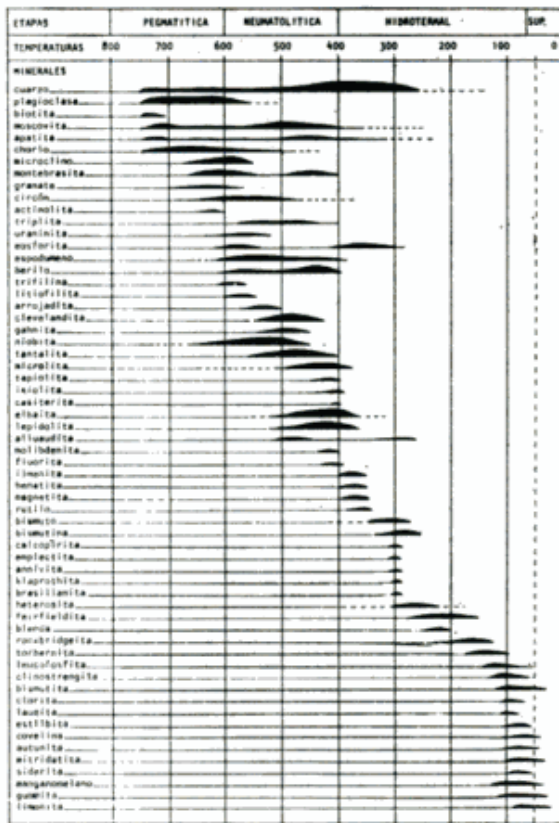
El resultado se sintetiza en el cuadro VI, donde se distinguen, en un diagrama clásico, tres etapas básicas de formación denominadas, siguiendo a Fersman (*op. cit.*), pegmatítica, neumatolítica e hidrotermal. El espesor de las líneas no refleja las relaciones volumétricas que existen entre los distintos minerales, sino que acentúa las fases principales de cristalización.

Secuencia de asociaciones minerales

Cameron *et al.*, (*op. cit.*) establecieron una secuencia de asociaciones minerales que es muy similar para distintos distritos y que refleja, con bastante aproximación, el curso evolutivo de la cristalización pegmatítica. El esquema de representación fue adoptado por numerosos autores y usado en nuestro país por Herrera (1961, 1963, 1964, 1965). Se construyó un diagrama similar (cuadro VII) con algunas modificaciones para las asociaciones minerales —que están expresadas en términos de minerales esenciales— adaptándolas a las existentes en las pegmatitas estudiadas.

El examen del mismo demuestra claramente que existen diferencias entre las asociaciones de distintos cuerpos. Como resulta lógico por derivar de trondhjemitas, la mayoría de las pegmatitas tienen una secuencia integrada por una asociación de Pl-Cz-Mo representada en la zona de borde. Luego continúan

CUADRO VI. — Diagrama paragenético.



las asociaciones de Pl-Cz con escasos microclino y muscovita de Pl-Cz-Mi, con o sin muscovita, que constituyen las zonas externa e intermedia, seguidas por un núcleo de cuarzo macizo. Ejemplos acabados son muchas pegmatitas del sector Santa Elena (II, III, VI, VII, VIII, etc.), donde a cada asociación corresponde una zona diferente, u otras que tienen ligeras desviaciones como El Peñón y Anzotana. Dos grupos se apartan de esta secuencia: las pegmatitas de Tres Tetras, El Morado, Peñas Blancas y Corral Bayo por un lado, y por el otro Santa Elena IV y Aguas Calientes.

En el primer grupo, si bien se mantiene la mayoría de las asociaciones, aparece una nueva compuesta por Cz-Mi de posición axial que rodea al núcleo de cuarzo por completo (Tres Tetras, El Morado). La existencia de esta asociación, obviamente, incrementa el contenido de potasio de estas pegmatitas en relación a las del sector Santa Elena.

La característica del segundo grupo es tener asociaciones de Mi-Es-Pl-Cz y Cz-Es, con o sin montebrazita. Estas asociaciones están presentes en zonas y las relaciones texturales de los minerales evidencian que han cristalizado contemporáneamente a partir de un fluido enriquecido en litio. La composición

CUADRO VII

ASOCIACIONES MINERALES		Pl-Cz-No	Pl-Cz-Es, Mi	Pl-Cz-Mi	Mi-Es-Pl-Cz	Pl-Cz	Cz-Es-Mi	Cz-Mi	Cz-Es-Mt	Cz	Le-Pl-Cz
Nº	PEGMATITAS										
1	La Elvirita "a"	X	X			X					
2	La Elvirita "b"			X ₂							
3	La Elvirita "c"			X ₂							
4	A. Calientes	X	X ₂	X					X		
5	Anzotana "a"	X ₂	X	X							
6	Anzotana "b"	X ₂	X								
7	Santa Elena C.	X	X	X		⊕			O	X	
8	Santa Elena I	X	X ₂							X	O
9	Santa Elena II	X	X	X						X	
10	Santa Elena III	X	X	X						X	
11	Santa Elena IV	X	X	X	X		X		X		
12	Santa Elena V	X	X	X						X	
13	Santa Elena VI	X	X	X						X	
14	Santa Elena VII	X	X	X						X	
15	Santa Elena VIII	X	X	X						X	
16	Santa Elena IX	X	X	X						X	
17	Santa Elena X	X	X							X	
18	Santa Elena XI	X								X	
19	Santa Elena XII			X						X	
20	Santa Elena XIII	X	X	X						X	
21	Santa Elena XIV	X	X	X						X	
22	Santa Elena XV	X	X	X						X	
23	El Peñón	X	X ₂							X	
24	El Quemado	X ₂	X						O	X	
25	Tres Tetras "a"	X	X	X					X		
26	Tres Tetras "b"		X ₂	X					X		
27	Tres Tetras "c"		X	X					X	X	
28	El Morado	X	X						X	X	
29	Peñas Blancas	X	X	X					X	X	
30	Corral Bayo	X							X ₂	X	

Referencias:

Pl = Plagioclasa; Cz = Cuarzo; Mi = Microclino; Es = Espodumeno; Mo = Moscovita; Le = Lepidolita; Mt = Montebrazita; X = Asociación presente en una zona; X₂ = Asociación presente en dos zonas; O = Asociación presente en una unidad de reemplazo; ⊕ = Asociación supuestamente presente en una unidad de reemplazo.

global de estas pegmatitas, expresada en función de Es-Mi-+Mo-Pl (fig. 5), es idéntica entre sí y difiere bastante de los otros cuerpos que contienen espodumeno.

Efectivamente, en Santa Elena central, Santa Elena I y El Quemado existen asociaciones de Lep-Pl-Cz y Cz-Es, con o sin montebrazita, pero en otro contexto. Las unidades que las contienen son de reemplazo, su posición es irregular y su volumen necesariamente implica una explicación de su formación diferente de otros reemplazos constata-

dos. Estos últimos son de pequeñas dimensiones, se disponen irregularmente en la parte interna de la zona intermedia o interna, flanqueando el núcleo y están constituidos por minerales como albita, lepidolita, moscovita, berilo, bismuto y fosfato, en una paragénesis que habitualmente se denomina asociación de borde de núcleo. Su génesis se atribuye aquí al metasomatismo causado por los fluidos remanentes póstomos, diferenciados del magna pegmatógeno cristalizado en un sistema cerrado, que se enriquecen progresivamente en oligoelementos hasta que llegan a constituir fases mineralógicas individuales. Un ejemplo sobresaliente ocurre en la pegmatita El Peñón.

Las evidencias texturales indican, en cambio, que las unidades de reemplazo lítico de Santa Elena central, Santa Elena I y quizá de El Quemado, donde el volumen es menor, se han formado por metasomatismo masivo e indiscriminado de zonas formadas precedentemente en un sistema restringido, que fue reactivado por un nuevo pulso proveniente de una cámara donde la diferenciación se encontraba prácticamente en sus últimos estadios, ricos en componentes volátiles y litio.

Previo al pulso lítico es muy posible que haya habido otro, pero de composición sódica, representado por la unidad de reemplazo con clevelandita de la labor central de Santa Elena. A los fines de facilitar la explicación de la génesis pegmatítica conviene agrupar a las mismas en tres grandes grupos, con una terminología descriptiva que aluda a su composición. Un primer grupo está caracterizado por carecer de minerales de litio y ser comparativamente rico en potasio; comprende las pegmatitas del sector Tres Tetas, El Morado, Peñas Blancas y Corral Bayo. El segundo es rico en sodio y puede tener reemplazos líticos; pertenecen a él las pegmatitas de La Elvirita y del sector Santa Elena, Salvo Santa Elena IV, que junto con Aguas Calientes integra el tercer grupo donde predomina el sodio, y el litio alcanza su mayor abundancia.

Genesis

El origen de las pegmatitas de El Quemado está ligado con el magmatismo de la Formación Cachi, al cual pertenecen, según se demuestra por la correlación de edades y la vinculación espacial que tienen con los plutones (Galliski, 1983a). Precisamente la excepcional exposición de las relaciones entre los stocks y las pegmatitas favorece el análisis

integral de la mayor cantidad de factores concurrentes en su formación y permite efectuar algunas extrapolaciones para llegar a una interpretación genética.

Se considera que la notable semejanza petrográfica y química de los distintos stocks que constituyen la Formación Cachi, significa una similitud idéntica en el contenido de oligoelementos. También se supone que la profundidad de emplazamiento de los plutones tiene que haber sido parecida, no así su volumen, en función del cual está la cantidad potencial de diferenciado pegmatógeno.

La relación entre la localización geográfica de los sectores mineralizados y los plutones demuestra como las pegmatitas han derivado de la cristalización de fracciones pegmatogénicas desarrolladas por diferenciación magmática en distintas cámaras que corresponden a otros tantos focos intrusivos emplazados más o menos simultáneamente durante un único evento. El proceso de diferenciación, esencialmente continuo, ocurre en el interior del plutón y muy posiblemente en la parte apical, debido quizás a un factor de emanación que promueve la concentración de componentes volátiles, como fue sugerido por Vlasov (1953). La duración y significado del proceso aumentan con la profundidad de la intrusión y disminuyen con la permeabilidad de la roca que lo aloja. En consecuencia, y de acuerdo a Varlamoff (1972), el tamaño y patrón de distribución de las pegmatitas alrededor de un intrusivo depende del gradiente de enfriamiento. Si el magma se enfría rápidamente, las isogeotermas están poco espaciadas y las pegmatitas son pequeñas y se localizan dentro del plutón. Si el magma se enfría lentamente la separación de las isogeotermas es más amplia, las pegmatitas más grandes y están ampliamente distribuidas en las rocas de caja por encima de los contactos.

En líneas generales, el curso de la diferenciación en el distrito El Quemado puede compararse cualitativamente con el determinado por Solodov (1959) para las distintas pegmatitas cogenéticas de elementos raros de distritos de Altai y Kola, y que está implícitamente contenido en su diagrama de variación del contenido en elementos raros y metales alcalinos para los distintos tipos de pegmatitas que distingue; esta secuencia de diferenciación para los metales alcalinos es: potasio, sodio y litio.

Con respecto al emplazamiento ha sido invocado repetidamente, sobre todo por autores de la escuela rusa (Varlamoff, 1972; Nedu-

mov, 1964; Solodov, 1959), como causante de la inyección del magma pegmatítico, un proceso polipulsatorio que provoca la expulsión espasmódica de los diferenciados, inyectándolos en las estructuras que permiten su tránsito.

En consecuencia, y debido a que las sucesivas fases se ven paulatinamente más enriquecidas en componentes volátiles, que permiten a los fluidos migrar más lejos, se establece una disposición espacial donde las pegmatitas de distinta composición se agrupan en capas concéntricas que reflejan, en forma más o menos nítida, la secuencia de diferenciación y cuya variación en el terreno ha sido a menudo descripta como zonación regional (Varlamoff, 1958, 1960b, 1972; Heinrich, 1953).

Esta zonación regional, que contribuye a sostener el esquema genético bosquejado, se pone en evidencia en El Quemado por el distinto nivel de erosión que afecta a los diferentes sectores. En tres Tetas se alcanza el nivel más profundo, demostrado por la gran superficie aflorante del intrusivo y, consecuentemente, sus pegmatitas son más ricas en potasio que las de otros sectores y carecen de mineralización de litio.

En el sector Santa Elena, considerado en un nivel más alto, aflora la cubierta metamórfica de una cúpula trondhjemítica atravesada por un número considerable de pegmatitas, ninguna con tanto potasio como en Tres Tetas y varias con presencia de litio. Aquí las intrusiones filonianas se fueron escalonando a medida que progresó la diferenciación, cuyos sucesivos estadios controlaron la composición de cada cuerpo, generalmente emplazado por un solo pulso. Ocasionalmente dos o más pulsos se canalizaron en forma idéntica, traduciendo en reaperturas del sistema cerrado en que evolucionó el precedente. Ambos, en función del tiempo que los separa, pueden tener composición similar, como sucede en Santa Elena III, o muy distinta como en El Quemado, Santa Elena lateral central y Santa Elena I. En esta última, aparentemente ubicada sobre la parte apical del plutón, se concentraron los componentes volátiles, resultando un notable reemplazo con lepidolita, turmalina, etc., que en profundidad y lateralmente grada a espodumeno, montebrazita y clevelandita. Se estima que, la cristalización de uno de los últimos diferenciados produjo la pegmatita Santa Elena IV.

En el sector de Aguas Calientes, con un nivel de erosión intermedio entre los dos

anteriores, aparecen dentro del plutón las pegmatitas de La Elvirita, que tienen muy poca cantidad de minerales de litio y, al mismo tiempo, más potasio que las de Santa Elena, por lo cual estarían ubicadas entre éstas y las de Tres Tetas. La pegmatita Aguas Calientes es semejante a Santa Elena IV y, como ella, está emplazada en la caja del plutón, pero en posición marginal, a diferencia de la última, cuya posición se estima comprendida por encima de la parte apical de su intrusivo generador.

En este esquema no se encuadran bien las pegmatitas de El Morado, Peñas Blancas y Corral Bayo, pues todas tienen tanto potasio como las de Tres Tetas y, sin embargo, carecen de mineralización de niobio-tantalio y encajan en plutonitas o en aureolas metamórficas. Se considera tentativamente que esta anomalía puede deberse a una falta de diferenciación como consecuencia de un volumen inicial de magma madre pequeño (Peñas Blancas) o, alternativamente, a una inyección prematura con escape de volátiles, agentes a los que ortodoxamente se les adjudica el rol de facilitadores del proceso fraccionador.

La figura 7 muestra un esquema de la distribución espacial de las pegmatitas en los sectores de Tres Tetas, Aguas Calientes y Santa Elena.

Consideraciones económicas

Los estudios realizados no permitieron cuantificar con precisión el potencial minero de las pegmatitas del distrito El Quemado, debido a la imposibilidad de extender la investigación para averiguar reservas y leyes de los distintos cuerpos y concentraciones aluvionales. No obstante, los antecedentes conocidos y la información obtenida permiten efectuar algunas estimaciones.

El distrito constituye, por lo que hasta la fecha se conoce, la mayor acumulación de niobio y tantalio de la Argentina. Su producción en el lapso 1943-45 alcanzó las diez toneladas de concentrados de columbita, con leyes de Ta_2O_5 superiores al 40 % (Palacio y Devito, 1947). Complementariamente se recuperaron cinco toneladas de concentrados de bismuto, con una ley ligeramente superior al 50 %.

El berilo alcanza cierto significado en algunas pegmatitas del sector Santa Elena, aunque su granometría disminuiría la recupera-

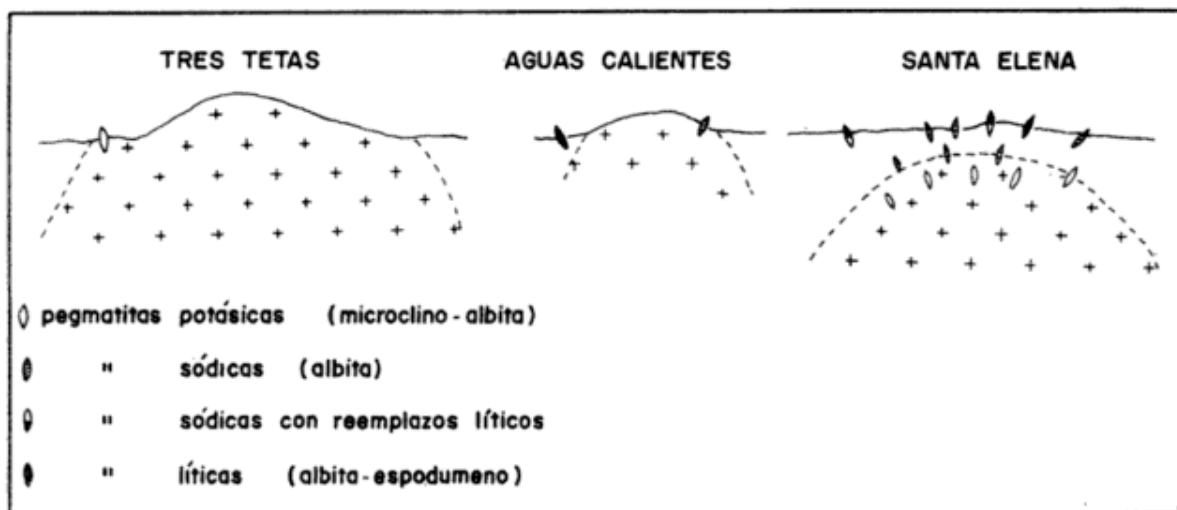


Figura 7

ción, no practicada durante la explotación de las pegmatitas. Los minerales de litio nunca fueron aprovechados. En el eluvión de la pegmatita Santa Elena I existen alrededor de 50 toneladas de rodados de lepidolita, a las que hay que agregar los frecuentes nódulos de montebrasita de la labor central, El Peñón, etc. El espodumeno alcanza gran desarrollo en Aguas Calientes, Santa Elena IV, Santa Elena labor central y filón I. Las reservas estimadas superan las 50.000 toneladas y convierten al distrito en uno de los más interesantes del país. El inconveniente, desde el punto de vista de la precariedad tecnológica de la minería del litio en Argentina, lo constituye la granometría fina, que no permite la selección manual y a la que sólo se adecuaría un sistema de flotación. Los factores negativos de mayor incidencia los constituyen la situación geográfica y el acceso.

Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento a la Dra. Hebe D. Gay por la dirección de este trabajo, como asimismo al Dr. Ricardo J. Sureda por los valiosos comentarios vertidos y la sustancial ayuda prestada en la identificación de las sulfosales de bismuto.

En los trabajos de campo brindaron apreciada colaboración los colegas Rafael Argañaraz, Pedro Argañaraz y Mario Rojo; mientras que en gabinete prestaron su ayuda los geólogos Hugo Romano y Juan Meregaglia y el Sr. Ricardo Domínguez. A los Dres. Raúl Ferreyra y Mario Iñíguez Rodríguez se agradecen las facilidades que posibilitaron disponer de la mayor parte de los datos difractométricos.

El Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, a través de su programa 11, facilitó la mayor parte del apoyo económico que permitió concretar este estudio.

Lista de trabajos citados en el texto

- Ahlfeld, F. y V. Angelelli, 1948. *Las Especies Minerales de la República Argentina*. Univ. Nac. Tucumán, Inst. Geol. y Min. de Jujuy, Pub.Nº 458.
- Angelelli, V., 1950. *Recursos Minerales de la República Argentina. Yacimientos Metalíferos*. Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Museo Arg. Cienc. Nat. B. Rivadavia. T II.
- Angelelli, V., J. C. Fernández Lima, A. Herrera y L. Aristarain, 1970. *Descripción del Mapa Metalogenético de la República Argentina. Minerales Metalíferos*. Anales XV, Dir. Nac. Geol. Min. Buenos Aires.
- Cameron, E. N., R. H. Jahns, A. N. Mc Nair and L. R. Page, 1949. *Internal structure of granitic pegmatites*. Econ. Geol. Monograph 2.
- Cerná, I., P. Cerny and R. B. Ferguson, 1973. *The fluorine Content and Some Physical properties of the Ambligonite-Montebrasite Minerals*. Amer. Miner. 58: 291-301.
- Chadwick, R. A., 1958. *Mechanism of Pegmatite Emplacement*. Geol. Soc. Amer., Bull. 69: 803-836.

- Deer, W. A., R. A. Howie and J. Zussman, 1962. *Rock-Forming Minerals*. Longmans Green and Co. LTD. London.
- Fersman, A. E., 1931. *Les pegmatites*. En Varlamoff, N., 1946. *La répartition de la minéralisation d'après la clef géochimique de Fersman*. Ann. Soc. Geol. Belg. LXX: 108-138.
- Foster, N. D., 1960. *Interpretation of the composition of lithium micas*. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 354 - E: 115-147.
- Galliski, M. A., 1973. *Algunos fosfatos de las pegmatitas de la mina Puente, Dpto. Punilla, Córdoba*. Seminario Univ. Nac. Córdoba (inédito).
- 1981. *Estructura, Mineralogía y Génesis de las Pegmatitas de El Quemado, Salta - República Argentina*. Tesis Doc. Inéd. Fac. C.E.F. y Nat. U.N.C. Córdoba.
- 1983 a. *Distrito Minero El Quemado, Dptos. La Poma y Cachi, Provincia de Salta. I: El Basamento del tramo septentrional de la Sierra de Cachi*. Asoc. Geol. Arg., Rev. 38 (2): 209-224.
- Galliski, M. A. y R. J. Sureda, 1982. *Presentaciones y propiedades de alluaudita en el Distrito Minero El Quemado, Provincia de Salta, Argentina*. Actas Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, IV: 277-284. Buenos Aires.
- Gay, H. D., 1968. *Fosfatos de las pegmatitas del Cerro Blanco, Tanti, Prov. de Córdoba*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIII (4): 279-286.
- Heinrich, E. W., 1953. *Zoning in pegmatite districts*. Amer. Miner. 38: 68-87.
- Herrera, A. O., 1961. *Estructura interna de las pegmatitas micacíferas de Alta Gracia, Córdoba*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XVI (1-2): 15-34.
- 1963. *Las pegmatitas de la Provincia de San Luis. Estructura, Mineralogía y Génesis*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XVIII (1-2): 43-71.
- 1964. *Las pegmatitas de la Provincia de Catamarca. Estructura interna, Mineralogía y Génesis*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XIX (1): 35-56.
- 1965. *Evolución geoquímica de las pegmatitas zonales de los principales Distritos Argentinos*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XX (2): 199-228.
- Jahns, R. H., 1953. *The genesis of pegmatites. II. Quantitative analysis of lithium-bearing pegmatite, Mora County, New Mexico*. Amer. Miner. 38: 1078-1112.
- Johnston, W. D. Jr., 1945. *Beryl-tantalite pegmatites of north-eastern Brazil*. Geol. Soc. Amer., Bull. 56: 1015-1070.
- Kittl, E., 1954. *Los fosfatos de las pegmatitas del Cerro Blanco, cerca de Tanti en Córdoba y su contenido en uranio*. Rev. Ing. Quím. XXIII, 36: 77-117.
- Kuznetsov, V. I., 1945. *Extrapolating the content of Tantalum and Niobium Pentoxides as a Function of the Specific Gravity in members of the Columbite-Tantalite Isomorphous Series*. En Vlasov, 1966.
- Landes, K. K., 1933. *Origen and classification of pegmatites*. Amer. Miner. 18: 35-96 y 95-104.
- Levinson, A. A., 1953. *Studies in the mica group: Relationship between polymorphism and composition in the muscovite-lepidolite system*. Amer. Miner. 38: 88-107.
- Lima de Faria, J., 1964. *Identification of metamict minerals by X-ray powder photographs*. Junta de Investigações do Ultramar, Estudos, Ensaios e Documentos. Lisboa Nº 112, 74 pág. Citado en: Mitchell, R. S., 1973. *Metamict Minerals: A Review, Part. II*. Min. Record. 4, (5): 214-223.
- Linares, E. y R. O. Toubes, 1961. *Sobre algunas Uraninitas Argentinas: Sus Celdas Elementales y Ubicación Geológica*. Bol. Acad. Nac. Cienc. XLII, 2-4: 273-286. Córdoba.
- Márquez Zavalía, M. F., 1980. *Hallazgo y descripción de Eosphorita (Mn,Fe)Al[(OH)₂/PO₄]H₂O, su ocurrencia en los Nevados de Palermo, Dpto. La Poma - Salta*. Tesis Profesional Univ. Nac. de Salta (Inédito).
- Márquez Zavalía, M. F. y M. A. Galliski, 1981. *La eosforita de las pegmatitas del distrito "El Quemado", Nevados de Palermo, Provincia de Salta*. Actas VIII Congr. Geol. Arg., IV: 401-408, San Luis.
- Moore, P. B., 1973. *Pegmatite Phosphates: Descriptive Mineralogy and Crystal Chemistry*. Min. Record, 4, (3): 103-130.
- Nedumov, I. B., 1964. *The process of differentiation of pegmatitic melt and the role of tectonic in the formation of rare metal pegmatites*. Actas XXII International Geological Congress. Section VI: Mineral and genesis of Pegmatites: 116-139.
- Nickel, E. H., J. F. Rowland and R. C. McAdam, 1963. *Ixiolite -a columbite substructure*. Amer. Miner., 48: 961-979.
- Nordenskiöld, 1857. Am. Phys. 101, 632. En Dana's System of Mineralogy. 7th Ed.
- Nuffield, E. W., 1947a. *Studies of Mineral Sulphosalts: XI. Wittichenite (Kaprotholite)*. Econ. Geol. 42: 147-160.
- Palache, Ch., H. Berman and C. Frondel, 1953. *Dana's system of mineralogy*. 7th. Ed John Wiley and Sons. New York.
- Palacio, A. H. y H. A. Devito, 1947. *Las pegmatitas portadoras de minerales de Bismuto, Columbio y Tantalio de la zona de El Quemado, Provincia de Salta*. Dir. Gen. Fab. Mil. Informe Nº 47. Cap. IV: 112-125. Buenos Aires.
- Quensel, P., 1956. *The paragenesis of the varutrask pegmatite*. Arkiv. Mineralogi och Geologi Stoc-kholm. Band 2 (2): 9-125.
- Ramdohr, P., 1969. *The ore minerals and their intergrowths*. Pergamon Press - London.
- Ramdohr, P. und H. Strunz, 1978. *Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie*. 16 Auflage. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.
- Rinaldi, C. A., 1968. *Estudio de las pegmatitas uraníferas de las Sierras de Comechingones, Provincia de Córdoba*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIII, (3): 161-195.

- Ross, M., H. Takeda and D. R. Wones, 1966. *Mica polytypes: systematic description and identification*. Science, 151: 191-193.
- Safiannikoff, A. y L. van Wambeke, 1967. *La pegmatite radioactive a beryl de Kobokobo et les autres venues pegmatitiques et filoniennes de la région de Kamituga-Kivu - Rép. du Congo*. Min. Deposita, 2: 119-130.
- Skinner, B. J., 1956. *Physical properties of end-members of the garnet group*. Amer. Miner. 41: 428-436.
- Solodov, N. A., 1959. *Geochemistry of rare-metal granite pegmatites*. Geochemistry 8: 874-885.
- Staatz, M. N. and Trites, A. F. Jr., 1955. *Geology of the Quartz Creek pegmatite district, Gunnison County, Colorado*. U. S. Geol. Survey Prof. Paper 265.
- Strunz, H., 1954. *Laueit, Mn Fe²⁺ [OH/PO₄]₂.H₂O, ein neues mineral*. Naturwiss. 41: 256.
- 1978. *Mineralogische Tabellen*. 7 Auflage. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Porting K. 6. Leipzig.
- Thurston, W. R., 1955. *Pegmatites of the Crystal Mountains district, Larimer County, Colorado*. U. S. Geol. Survey Bull. 1011, 185 págs.
- Turner, J. C. M., 1964. *Descripción Geológica de la Hoja 7c, Nevado de Cachi, Provincia de Salta*. Bol. Nac. Geol. Min. 99. Buenos Aires.
- Varlamoff, N., 1958. *Zoneographie de quelques champs pegmatitiques de l'Afrique Central et les classifications de K. A. Vlassov et de A. I. Guinsbourg*. Ann. Soc. Geol. Belg. Belg. LXXXII, B: 55-87.
- 1960. *Relations spatiales entre les granites et les pegmatites en Afrique centrale*. Ann. Soc. Geol. Belg. LXXXIV, B: 153-162.
- 1972. *Central and West African Rare-Metal Granitic Pegmatites, Related Aplites, Quartz veins and Mineral Deposits*. Min. Deposita. 7 (2): 202-216.
- Vlasov, K. A., 1953. *Pegmatites, their classifications and genesis*. International Geological Congress. Proceedings of the XIX Session, Algiers 1952. Section VI fasc. VI: 101-110.
- 1966. *Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic Types of their Deposits*. Acad. Scienc. USSR. Traducción: Israel Program for Scientific Translations. 3 Tomos.

Recibido: 22 de octubre, 1982.

Aceptado: 12 de septiembre, 1983.

MIGUEL A. GALLISKI

Universidad Nacional de Salta

Buenos Aires 177, 4400 Salta.

PALEOZOICO SUPERIOR DE SUDAMERICA PROYECTO DEL PICG N° 211

En la última sesión del Comité del Programa Internacional de Correlación Geológica (PICG), realizada en París en febrero de 1984 se aprobó el lanzamiento de este Proyecto.

La primera reunión del mismo se realizará durante las sesiones del IX Congreso Geológico Argentino a realizarse en S. C. de Bariloche (Río Negro) del 5 al 9 de noviembre de 1984.

DEPOSITOS CARBONICOS DE LA PRECORDILLERA DE SAN JUAN

PARTE II — QUEBRADA LA DEHEZA

ALFREDO CUERDA Y GUILLERMO FURQUE

Resumen

Se describe la litología de una secuencia carbónica expuesta en la Precordillera (región La Deheza), de unos 600 m de espesor, y son inferidos los respectivos paleoambientes.

La sucesión está constituida por sedimentos de origen lacustre y fluvial, asimilables a ríos meandrosos que evolucionan a facies de llanuras de inundación con episodios palustres. Fragmentos de *Paracalamites* sp. están presentes en toda la columna sedimentaria. Fueron también localizadas escamas de peces. Sobre la base de correlaciones regionales, la edad de la secuencia es referida al Carbónico medio - superior.

Introducción

Siguiendo con el plan de investigación geológica de los depósitos carbónicos expuestos en la Precordillera de San Juan (véase Cuerva y Furque, 1981) que los autores vienen desarrollando dentro del marco del Proyecto 42 - *Paleozoico Superior de América del Sur* (IUGS-UNESCO-CONICET), se dan a conocer en esta oportunidad los resultados alcanzados en el estudio de la secuencia aflorante en el sector de la quebrada de La Deheza.

La comarca de referencia, con una altura de 2.100 m s.n.m., se encuentra ubicada en las proximidades del eje de la Precordillera, poco al norte del río San Juan y a la altura del kilómetro 79 de la Ruta Nacional N° 20 que conecta San Juan con los valles de Calingasta-Barreal.

El acceso a los afloramientos solo es factible mediante cabalgaduras, partiendo ya sea desde Ullúm o bien vadeando el río San Juan a la altura del kilómetro antes mencionado. En el primer caso se impone una travesía de casi dos días, sobrepasando el cordón del Indio y Cuesta Nueva; en el segundo caso, el cruce habrá de efectuarse únicamente durante el estiaje y cuando el caudal se reduce a 40 m³/s o aún menos. Incliniéndose por esta segunda alternativa, que los autores adoptaron, se accede a los

Abstract

The lithology of a Carboniferous sequence about 600 m thick cropping out in the Precordillera fold belt (La Deheza region) is described and the paleoenvironments are inferred.

The sequence is made up of lacustrine and fluvial sediments laid down in meandering rivers changing to flood plains deposits with beds of lacustrine origin. Fragments of *Paracalamites* sp., are present in the entire sedimentary column. Fish scales have been also found. Based on regional correlations the age of the sequence is referred to the Middle-Late Carboniferous.

afloramientos en una jornada de cuatro horas de marcha.

La ausencia de agua en la comarca de los afloramientos obliga a establecer un campamento de base sobre la margen izquierda del río San Juan.

Antecedentes bibliográficos

Los afloramientos de La Deheza son conocidos desde fines del siglo pasado y como consecuencia del interés económico-minero que despertaron los lechos carbonosos intercalados en la pila sedimentaria. Una síntesis del desarrollo histórico de esas actividades fue dada a conocer por Borrello (1956), autor que ubica en 1886 como fecha de iniciación de las actividades mineras en la comarca.

En lo que atañe a los aspectos estrictamente geológicos, la información producida es más bien escasa. Se inicia con los datos proporcionados por Stappenbeck (1910), quien describió dos perfiles en el sector, consignando además en el plano geológico anexo a su obra la distribución regional de los afloramientos carbónicos que agrupó dentro de los "Estratos de Paganzo".

Con posterioridad se suceden las inves-



Foto 1. — Panorama general de la comarca La Dehesa. En último plano sierra de La Dehesa, integrada por la Formación Punta Negra yuxtapuesta por falla contra la Formación La Dehesa.

tigaciones expeditivas llevadas a cabo por Groeber (1932) y Rigal (1941), autor este último quien señaló en perfiles muy esquemáticos la disposición estructural de los estratos carbonosos. Borrello (*op. cit.*) destacó la compleja estructura tectónica de la región, que describió como integrada por rocas neopaleozicas plegadas y corridas, vinculadas a un campo de fracturación. Por último, Furque (1973) brindó información estratigráfica más detallada con motivo del levantamiento geológico de la Hoja 20 c-Ullún dentro de la cual están incluidos los depósitos carbónicos que se estudian en el presente trabajo.

Descripción geológica

Antes de describir la secuencia carbónica se expondrá muy sumariamente los rasgos principales de la geología regional local (fig. 1).

En la región estudiada no se han localizado sedimentitas más antiguas que del Ordovícico.

La base de la sucesión estratigráfica está constituida por las calizas de la Formación San Juan, sobre las que se apoyan depósitos silúricos y devónicos.

De los niveles reconocidos en estas calizas para otras regiones de la Precordillera (Furque, 1963, 1981), se presentan aquellos que corresponden a la parte cuspidal de la columna, representados por estratos delgados de calizas grises con intercalaciones subordinadas y de menor espesor relativo de pelitas oscuras. Como en aquellas, son abundantes los restos de invertebrados marinos sobre las superficies de estratificación.

Por sobre las calizas se dispone en pseudo-concordancia un conjunto de sedimentitas correspondientes a la Formación Los Espejos (Silúrico superior). Esta unidad se inicia con un estrato de 20 cm de espesor integrado por clastos de pedernal y cuarzo, seguido hacia arriba por una sucesión de limolitas y lutitas verdes a verde-amarillentas, en estratos delgados, que culminan con areniscas finas a muy finas portadores de una asociación de braquiópodos, en los que se destaca *Clarkeia antisiensis* (D'Orbigny).

Cubriendo en concordancia a las sedimentitas silúricas, se disponen los depósitos devónicos de la Formación Talacasto. Este conjunto, no presenta una variación acentuada con respecto a las localidades clásicas de la quebrada de Talacasto y El Tambolar.

Dominando toda la región y como culminación estratigráfica del perfil se presentan las sedimentitas de la Formación Punta Negra, caracterizadas en su base por un estrato conglomerádico de 1-2 m de potencia, seguido por una sucesión rítmica integrada por bancos de wackes y lutitas. De acuerdo a las investigaciones de González Bonorino (1975), esta unidad fue interpretada como el testimonio de un cono submarino construido por la acción de corrientes de turbidez en el extremo sur de la Precordillera de San Juan.

Depósitos carbónicos

La secuencia carbónica forma parte de una faja tectónica de dirección norte-sur, lateralmente limitada por sedimentitas ordovícicas y devónicas de las Formaciones San Juan y Punta Negra. En el área estudiada, el ancho de la faja es de unos

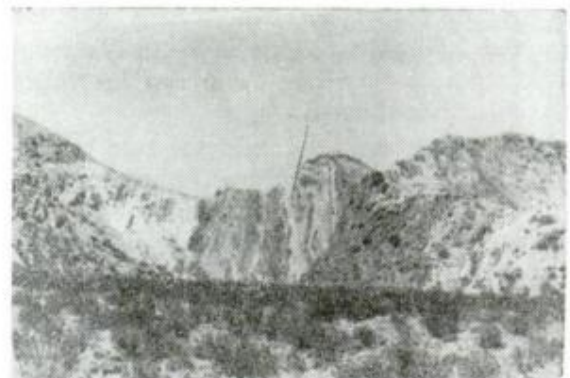


Foto 2. — Niveles inferiores de la Formación La Dehesa. Estratos psamíticos con intercalaciones de lutitas carbonosas y carbón, en las proximidades de la "Pique Cavalli".

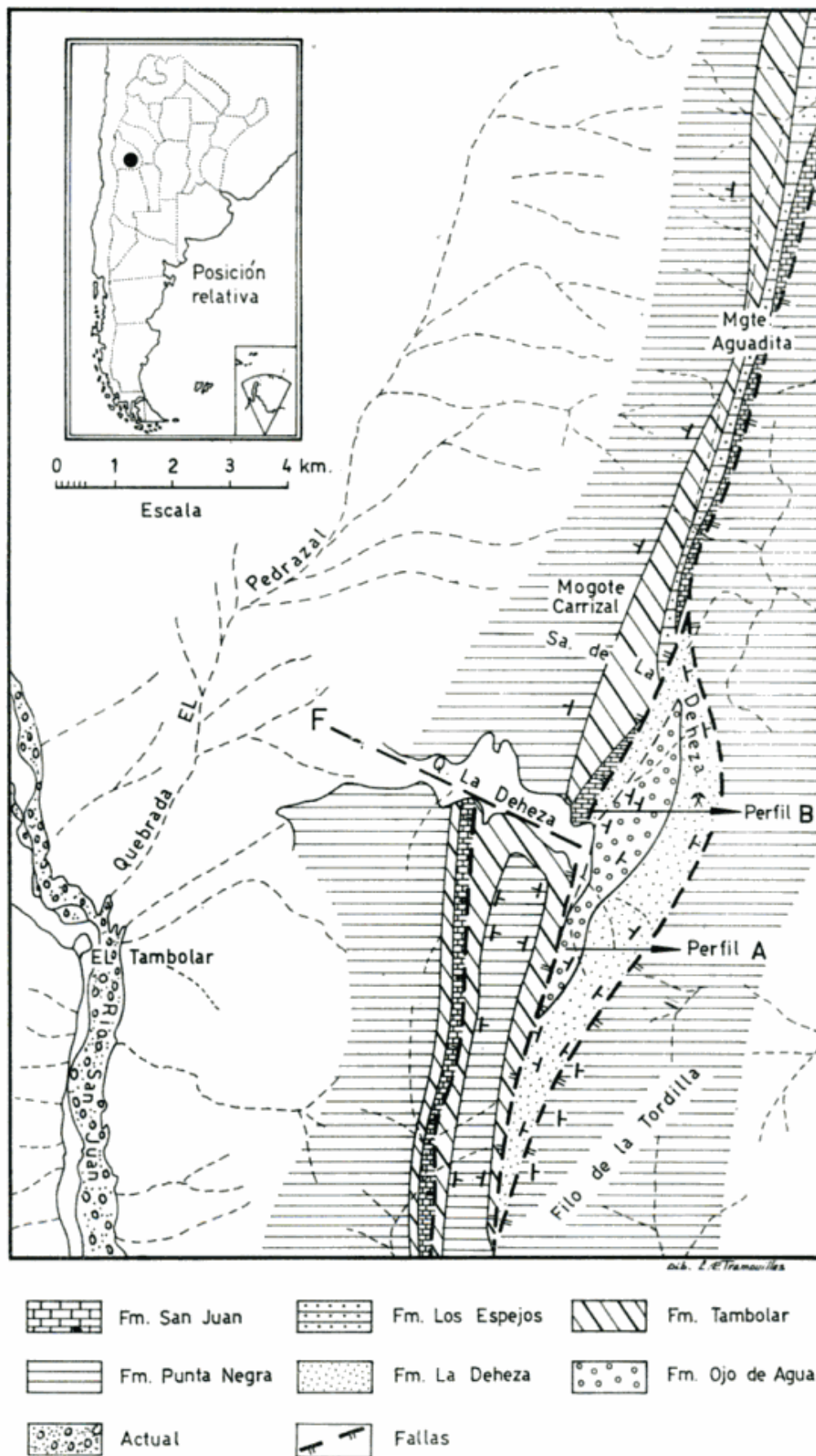


Fig. 1. — Plano geológico del sector La Deheza, extraído de la Hoja 20 c - Ullum.

1.000 m y está profundamente surcada por una red de desagüe que forma parte de las cabeceras del río de La Deheza. Hacia el poniente, la mencionada red se encauza en un único canal de descarga (quebrada La Deheza) que tras disectar normalmente a la secuencia paleozoica-cenozoica, desemboca en el río El Pedrazal, afluente del río San Juan.

La sucesión carbónica más completa aflora a lo largo del portezuelo que por el sur conforma el cierre de la pequeña cuenca imbrifera del río de La Deheza. Una falla inversa de alto ángulo trunca la base de la pila sedimentaria carbónica, integrada por las Formaciones La Deheza y Ojo de Agua, respectivamente. Cabe agregar que el sector de referencia es el único dentro del cuadro geológico local, donde pueden observarse las relaciones originales entre ambas unidades estratigráficas, que en este caso son normales. Una segunda falla, igualmente inversa y de alto ángulo, ha suprimido los niveles superiores de los estratos carbónicos, que vuelven a aflorar inmediatamente al poniente en un sistema de bloques fallados, según indicamos en el Perfil "A" de la figura 2.

Las difíciles condiciones de acceso y desplazamiento a lo largo de este perfil deter-

minó su exclusión como base para el análisis estratigráfico de la secuencia carbónica y, por lo tanto, fue necesario localizar otras secciones más accesibles a los fines perseguidos. Los nuevos perfiles fueron ubicados en los sectores de las minas "Laura-Rawson" y en sus proximidades. La disposición tectónica y relaciones con otras unidades geológicas se indican en el Perfil "B" de la figura 2.

La integración de las columnas parciales que afloran en dicho sector, ha permitido establecer el siguiente ordenamiento estratigráfico.

Formación La Deheza

Esta denominación fue propuesta por Furque (1973) para describir al conjunto de estratos que componen la secuencia carbónica local. Litológicamente se distinguen por una sucesión de psamitas y pelitas de tonalidades gris clara a gris amarillentas que llevan intercalaciones de lechos carbonosos y carbón. Los niveles inferiores de la unidad están suprimidos por una importante falla regional que vuxtapone sedimentitas de la Formación Punta Negra sobre los depósitos carbónicos. El contacto geológico con la suprayacente Formación Ojo de Agua ha sido igualmente suprimido por fallamiento.

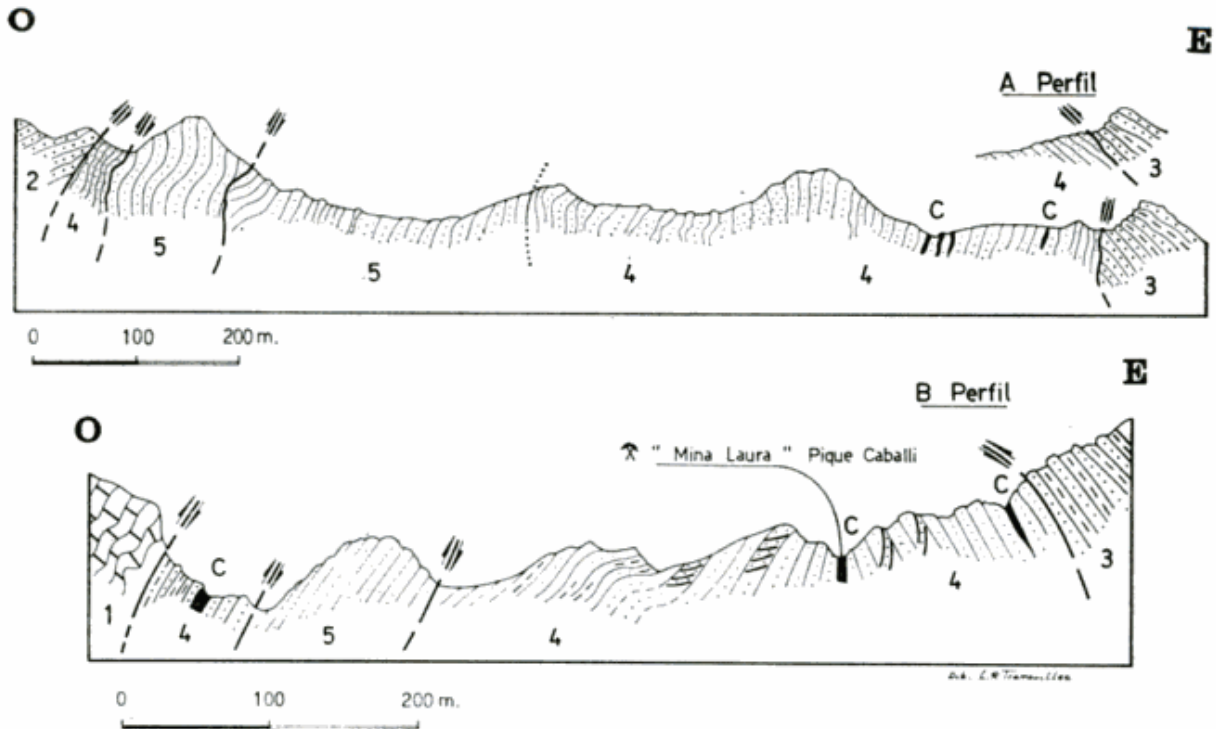


Fig. 2. — Perfiles geológicos generalizados de la comarca La Deheza. Referencias: 1, Formación San Juan; 2, Formación Tambolar; 3, Formación Punta Negra; 4, Formación La Deheza; 5, Formación Ojo de Agua; C, Carbón.

Como consecuencia de la disposición estructural de las capas neopaleozoicas, homoclinal inclinado al poniente, las sedimentitas de la Formación La Deheza ocupan la parte oriental de la faja tectónica que se menciona al comienzo; sin embargo, remanentes de esta unidad estratigráfica ascendidos por fallamiento inverso se localizan en un bloque en la parte occidental de la citada faja (véase plano geológico y perfiles anexos).

Con referencia a la metodología de trabajo se indica lo siguiente: la descripción litológica ha sido efectuada sobre la base de la ritmicidad observada en ciertos agrupamientos de estratos y que caracterizan determinados intervalos de la pila sedimentaria. Estos conjuntos quedan definidos por el ordenamiento vertical de las láminas sedimentarias que los integran, y que mantienen una cierta constancia y regularidad tanto en sus espesores como en los caracteres de su litología dentro de los intervalos que ellos caracterizan. Estos representan en última instancia los testimonios de los paleoambientes en los cuales se originaron. Algunos de estos conjuntos sedimentarios elementales se han representado en la figura 3; para su reconocimiento nos hemos basado principalmente en los trabajos de Walter y Cant (1980), Allen (1970) y en la muy reciente sistematización de los paleoambientes proporcionada por Spalletti (1980).

Por lo expuesto, la descripción litológica queda por tanto restringida a cada una de las secuencias elementales reconocidas dentro de la sucesión y en la medida que lo ha permitido la regularidad y constancia de la ritmicidad sedimentaria.

En orden ascendente fueron identificados los siguientes intervalos estratigráficos (figura 4).

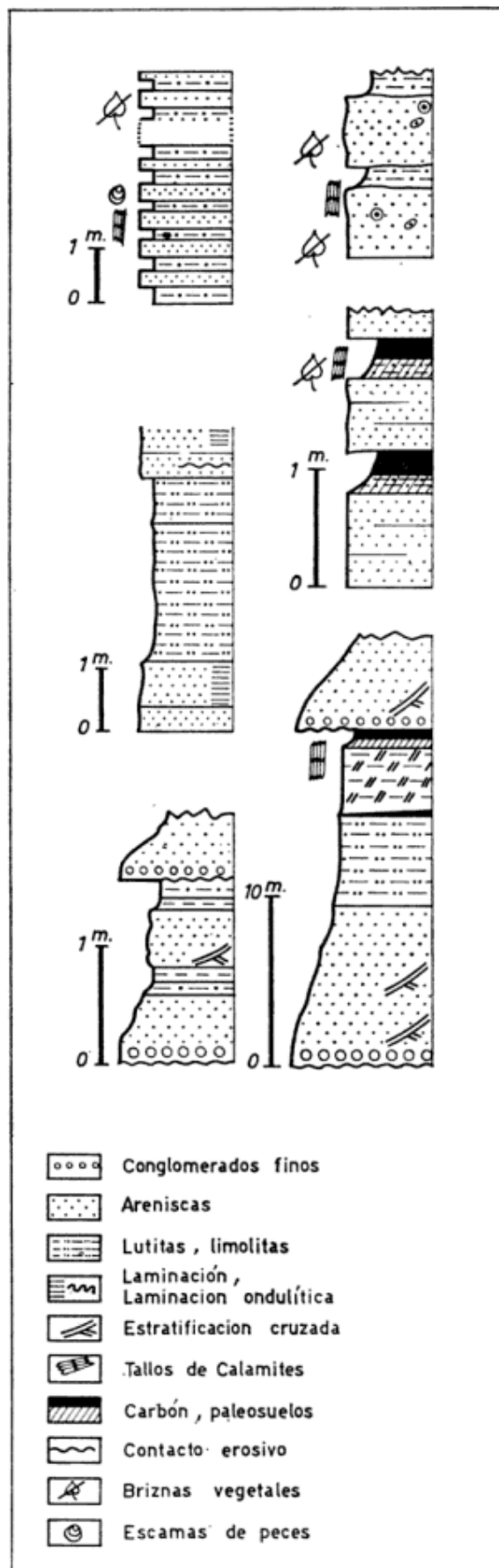


Fig. 3. — Modelos de algunas secuencias cíclicas de la Formación La Deheza.

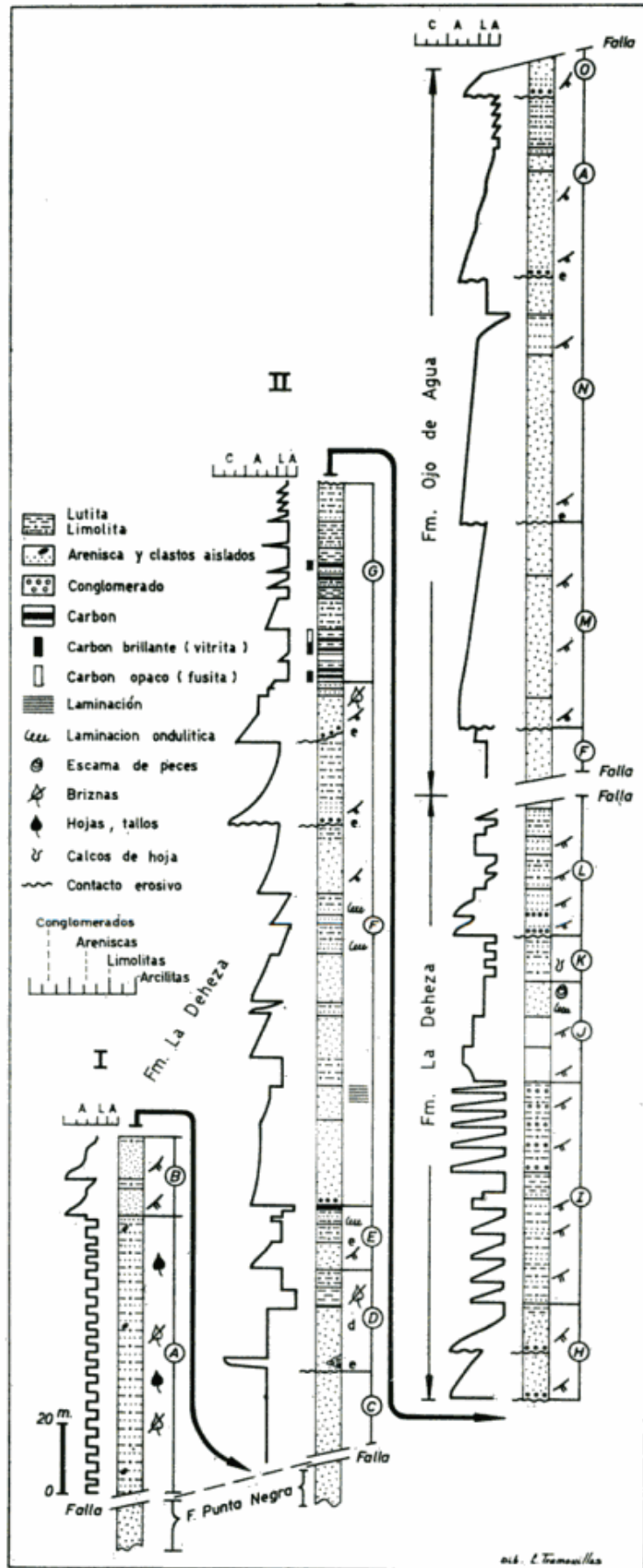


Fig. 4. — Perfiles estratigráficos columnares de las Formaciones La Deheza - Ojo de Agua.

Intervalo "A"Espesor
(metros)

Caracterizado por pares de unidades sedimentarias constituidas en su mitad inferior por areniscas finas cuarzo-micáceas seguidas por limolitas arenosas, de tonos gris verdosos a grisáceos. El espesor de los estratos psamíticos varía entre 0,20-0,60 m y son frecuentes briznas vegetales y fragmentos de tallos de *Paracalamites* sp. Las pelitas muestran un menor espesor relativo, variando entre 0,10-0,15 m. Clastos de rocas metamórficas bien redondeados y de tamaño hasta de bloques se distribuyen aisladamente en todo el espesor del intervalo. Fueron observados clastos de composición limolítica.

80-100

Intervalo "B"

Unidades grano-decrecientes de tonos gris claros. Se inician con areniscas cuarzosas de grano grueso hasta sabulíticas, que pasan a areniscas de grano fino y luego a limolitas. Las psamitas presentan estratificación cruzada a escala mediana.

23

El intervalo descrito se interrumpe en la Columna I al estar parcialmente cubierto por depósitos de acarreo reciente. Tiene su continuidad estratigráfica en la base de la Columna II, que se describe a continuación:

Intervalo "C"Espesor
(metros)

Sucesión de areniscas cuarzosas y feldespáticas de grano fino a medio con matriz arcillosa y de tonalidad pardo clara. Estratos macizos y tabulares de hasta 0,50 m de espesor.

30

Intervalo "D"

Conjunto grano-decreciente constituido por una secuencia de conglomerados finos, areniscas de grano medio a fino y lutitas carbonosas con paleosuelos en su base. Restos de *Paracalamites* sp., abundantes por arriba de los suelos.

28

Intervalo "E"

Unidad grano-decreciente integrada de abajo hacia arriba por areniscas de grano hasta sabulíticas, areniscas de grano medio a fino que transitan a limolitas en parte carbonosas, culminando en un suelo de vegetación que sirve de base a un estrato carbonoso.

18

*"Contacto erosivo"***Intervalo "F"**

Sucesión de conjuntos cíclicos grano decrecientes compuestos por conglomerados finos que gradan a areniscas de grano grueso, medio y fino y por último a limolitas. Contactos erosivos se observan en la base de algunas de las unidades cíclicas.

140

Intervalo "G"

Sucesión de areniscas de grano fino a muy fino y limolitas-lutitas carbonosas. Suelos de vegetación en la base de algunos estratos carbonosos.

57

*"Contacto erosivo"***Intervalo "H"**

Dos unidades rítmicas integradas por areniscas sabulíticas y areniscas de grano grueso y cuarzosas en la base que pasan a areniscas de grano fino, micáceas, de tonos pardo-verdosos y lutitas moradas. Un contacto erosivo se interpone entre las dos unidades.

28

	<i>Espesor</i> (metros)
Intervalo "I"	
Sucesión rítmica integrada por areniscas de grano medio a fino y lutitas-limolitas rojo-oscuras. En los niveles superiores, algunos estratos de conglomerados finos, cuarzo-feldespáticos.....	64
Intervalo "J"	
Secuencia integrada por areniscas de grano grueso, medio y fino, cuarzosas y micáceas de tonos gris claros. En el techo, fragmentos de tallos de <i>Paracalamites</i> sp., en posición vertical y escamas de peces referibles a <i>Palaeonisciformes indet.</i> (Orden: <i>Palaeonisciformes</i> ; Subclase: <i>Actinopterygii</i> ; Clases: <i>Osteichthes</i>).....	29
Intervalo "K"	
Conjuntos alternantes de 2 a 20 cm de espesor, caracterizados por areniscas de gran muy fino, gris oscuras y limolitas de tonos similares. En la base de los estratos calcos de flujo.....	13
<i>"Contacto erosivo"</i>	
Intervalo "L"	
La ciclicidad de este intervalo se manifiesta en la sección inferior, que consta de dos unidades granodecrecientes compuestas por areniscas de grano grueso a medio, cuarzosas y feldespáticas que transitan a areniscas de grano fino. El espesor de los estratos varían entre 2 y 3 m y muestran estratificación cruzada a escala grande. En la parte superior la sucesión se distingue por areniscas de grano fino, micáceas, laminadas en parte y limolitas de tonos gris oscuros.	Espesor total: 557 m
Contacto: Falla	<i>Espesor</i>
Formación Ojo de Agua (Furque, 1963).	(metros)
Intervalo "LL"	
Areniscas de grano fino a muy fino, cuarzosas y feldespáticas, en estratos de 0,60-1,00 m de espesor, con estratificación cruzada (tangencial simple), seguidas por areniscas de grano medio e igual composición, pardo-rojizas, también con estratificación cruzada.....	24
Intervalo "M"	
Conjunto grano-decrecientes integrado de abajo hacia arriba por areniscas de grano grueso, sabulíticas con estratificación cruzada a escala grande; luego areniscas de grano fino y medio, feldespáticas y cuarzosas en estratos tabulares de hasta 0,80 m de potencia. Estratificación cruzada a escala media en algunos de los bancos.....	60
<i>"Contacto erosivo"</i>	
Intervalo "N"	
Sucesión grano-decreciente que comienza con areniscas sabulíticas seguidas por areniscas de grano grueso y medio, cuarzo-feldespáticas de tonos rojo oscuros. Los estratos son tabulares con un espesor promedio de 0,80 m y muestran estratificación cruzada a escala grande (en los niveles inferiores) y pequeña (niveles superiores). En la parte alta se interpone un estrato de lutitas negras de 0,80 m de potencia.	70
<i>"Contacto erosivo"</i>	
Intervalo "Ñ"	
Ciclo integrado por areniscas de grano grueso y hasta sabulíticas en la base, cuarzo-feldespáticas de tonos rojizos seguidas por areniscas de grano fino a muy fino. Estratificación cruzada y laminación ondulítica en los niveles superiores. La potencia	

de los estratos varía entre 0,60-0,90 metros. La parte superior del intervalo se distingue por una alternancia de areniscas de grano fino, micáceas y feldespáticas en estratos de 0,10 a 0,15 m y limolitas de tono pardo-oscuro.....

Espesor
(metros)
51

"Contacto erosivo"

Intervalo "O"

Areniscas sabulíticas cuarzo-feldespáticas que gradan a areniscas de grano grueso y medio con marcada estratificación cruzada a escala media.....

10
Espesor 215 m

Techo

Cubierto por acarreo. - Fallamiento.

Ambiente de sedimentación

Iniciando el examen paleoambiental con los términos estratigráficos inferiores de la Formación La Deheza, señalamos que el conjunto rítmico que compone el Intervalo "A", caracterizado por una alternancia regular y constante de psamitas y pelitas gris verdosas, es tentativamente interpretado como un equivalente de los *grandes ciclos* de la facies lacustres (Spalletti, 1980). El buen drenaje en las áreas de aporte sedimentario requerido para la formación de estos depósitos, quedaría confirmado por los frecuentes fragmentos de *Paracalamites* sp. que encontramos en los estratos psamíticos y que se interpretan como asociaciones paleoflorísticas típicamente alóctonas. Respecto de los clastos que aparecen en las pelitas, son interpretados como piedras caídas (*dropstones*) probablemente vinculados a procesos glaciares.

Los conjuntos sedimentarios granodecrecientes que siguen al intervalo anterior, presentan diseños estratigráficos que concuerdan en sus líneas principales con los típicos patrones de los sistemas fluviales meandrosos. Así, se observan en orden ascendente la facies de canal, barra en espolón, planicies de inundación, e incluso aquellas de albardón. Regularmente, cada una de las secuencias elementales está limitada en su base por superficies erosivas, casi siempre bien marcadas, seguidas por areniscas gruesas hasta sabulíticas y que corresponden a los depósitos residuales de la base del canal. La ausencia de elementos clásticos gruesos (guijas, guijarros) en estos depósitos indicaría un potencial hidrodinámico más bien bajo, propio de ríos meandrosos distales. Por arriba de las psamitas anteriores, se suceden otras de grano más fino, acompañadas de

estratificación cruzada del tipo artesa y a escala mediana. Generalmente, estas secuencias elementales culminan con acumulaciones carbonosas de dos a tres metros de espesor y se apoyan en "suelos de vegetación" constituidos exclusivamente por tallos de *Paracalamites* sp., algunos hasta en su posición vertical originaria. Conforman típicas asociaciones autóctonas y representan el testimonio de subfacies palustres dentro del ambiente de la planicie de inundación.

La facies de albardón están representadas por las secuencias alternantes psamo-pelíticas del intervalo "K".

Respecto del paleoambiente de la Formación Ojo de Agua, se ha de indicar que los conjuntos sedimentarios que la integran (intervalos "LL", "M", "N", "Ñ" y "O"), en su mayoría corresponden a secuencias granodecrecientes, en las que también se reconocen facies de canal, barra en espolón y albardón de ríos meandrosos. Llama la atención en estos conjuntos sedimentarios las netas superficies de erosión en sus bases. Estas observaciones confirman las investigaciones llevadas a cabo por Spalletti (1979) en los depósitos de la Formación Patquía, equivalente lateral de la Formación Ojo de Agua, al vincular su génesis con un ambiente de sedimentación referible en parte a un sistema de ríos meandrosos.

En síntesis, la Formación La Deheza se inicia con un ambiente de sedimentación lacustre que evoluciona a un régimen fluvial de ríos meandrosos distales dentro de un cuadro paleogeográfico caracterizado por su uniformidad en casi todo el ámbito de la Precordillera de San Juan y Sierras Pampeanas colindantes. En lo que atañe al paleoclima, las evidencias sedimentológicas y paleobotánicas sugieren un régimen húmedo con abundantes precipitaciones que dieron

lugar, en algunos casos, a la formación de pantanos bajo condiciones físico-químicas propicias para la génesis y acumulación de volúmenes carbonosos. Estas condiciones persistieron en parte durante la depositación de la Formación Ojo de Agua, conforme está evidenciado por el estrato de lutitas carbonosas intercalado en sus niveles.

Edad y correlaciones

La Formación La Deheza se caracteriza por presentar un magro contenido paleoflorístico, representado exclusivamente por fragmentos de *Paracalamites* sp. Estos elementos se distribuyeron dentro de la secuencia estratigráfica como:

— *floras autóctonas*, solo relacionadas con los paleosuelos que subyacen a los lechos carbonosos dentro de la facies de la llanura de inundación.

— *floras alóctonas*, como fragmentos aislados y por ende incompletos que se presentan en las facies lacustres, de barra en espolón (parte cuspidal) o en la subfacies de albardón.

Este cuadro paleobiológico se completa con restos de escamas de peces osteictios referibles al Orden *Palaeonisciformes* en la facies fluviales de barra en espolón. El Orden mencionado presenta un biocrón que comprende desde el Devónico medio al Cretácico medio, incluyendo a formas ecuménicas que prosperaron en ambientes acuáticos continentales.

Sobre la base del material paleobiológico antes mencionado, no es factible precisar con exactitud la posición cronoestratigráfica de la Formación La Deheza. Sin embargo, y atendiendo a los rasgos de sus litofacies y respectivo ordenamiento vertical dentro de la pila sedimentaria así como sus relaciones dentro del cuadro geológico regional, es factible establecer su sincronismo con otras unidades litoestratigráficas de comprobada edad carbónica media a superior expuestas tanto en la Precordillera como en las Sierras Pampeanas contiguas. Por tanto, puede ser correlacionada con las Formaciones Tuminico, Río Francia y Tupe (Cuerda *et al.*, 1980; Cuerda y Furque, 1981). Respecto de la Formación Ojo de Agua, y considerando su posición en secuencia, cabe establecer su correlación con

el Grupo Santa Clara y fijada su edad dentro del Pérmico (Furque y Cuerda, 1979).

Conclusiones

El análisis estratigráfico de la secuencia sedimentaria que integra la Formación La Deheza y examen comparado con otras secuencias carbónicas del dominio de la Precordillera y Sierras Pampeanas, nos ha permitido arribar a las siguientes conclusiones:

1. La Formación La Deheza se encuentra ubicada dentro del campo sedimentario definido por Azcuy y Morelli (1970) como "Cuenca de Paganzo";
2. La ausencia de conjuntos clásticos gruesos en todos los niveles que conforman la unidad, posibilita deducir una posición próxima a los sectores centrales de la cuenca sedimentaria y que concuerda con los límites paleogeográficos establecidos por los autores antes mencionados;
3. Desde el punto de vista paleoambiental, los niveles estratigráficos de la Formación La Deheza representan el testimonio de un régimen fluvial de ríos meandrosos distales, precedidos por un episodio lacustre que se ha conservado en la parte inferior de la pila sedimentaria;
4. Los tipos litofaciales dominantes corresponden a la facies de barra en espolón y cuenca de inundación y, subordinadamente, a la subfacies de albardón;
5. Es particularmente significativa la semejanza estratigráfica entre los términos inferiores de la Formación La Deheza (Intervalo "A") con aquéllos que se observan en las Formaciones Tuminico, Tupe y Río Francia, en los que también se reconocen facies lacustres que registran probables eventos glaciares (Cuerda, 1982).

Agradecimientos

Los autores dejan constancia de su profundo agradecimiento al Lic. Alberto L. Cione, quien tuvo a su cargo la clasificación de las escamas de peces óseos.

Los trabajos de campo fueron realizados con un subsidio aportado por el CONICET en relación con el Proyecto 42-Paleozoico Superior de América del Sur.

Lista de trabajos citados en el texto

- Allen, J. R. L., 1970. *Studies in fluvial sedimentation: a comparison of fining upward cyclothems with special reference to coarse-member composition and interpretation*. Journ. Sed. Petrol., V, 4: 298-323.
- Azcuy, C. L. y J. Morelli, 1970. *The Paganzo Basin, Tectonic and sedimentary characteristics of the Gondwana sequences in Northwestern Argentina*. Sec. Gondw. Symp., Proceed. and Pap., IUGS, 241-247, Marshall Town.
- Borrello, A. V., 1956. *Recursos minerales de la República Argentina. III. Combustibles Sólidos Minerales*. Rev. Inst. Nac., Inv. Cienc. Nat., Mus. Arg. Cienc. Nat. B. Rivadavia, IV: 1-643, Bs. Aires.
- Cuerda, A. J., C. A. Cingolani, R. Varela y O. C. Schauer, 1980. *Depósitos carbónicos en la vertiente occidental de la Sierra de Valle Fértil. Provincia de San Juan*. Asoc. Geol. Arg., Rev. (2): 100-107, Bs. Aires.
- Cuerda, A. J. y G. Furque, 1981. *Depósitos carbónicos de la Precordillera de San Juan. Parte I. Comarca del Cerro La Chilca (Río Franca)*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXXVI (2): 187-196. Bs. Aires.
- Cuerda, A. J., 1982. *Glacial events in Carboniferous sequences of Western Argentina*. Glacigenic deposits, INQUA-Com. Gen. Lith. Quater. Dep. Ed. A. A. Bakema, Rotterdam.
- Furque, G., 1963. *Descripción geológica de la Hoja 17b, Guandacol (Prov. La Rioja - Prov. San Juan)*. Dir. Nac. Geol. y Minería, Bol. 92, Bs. Aires.
- 1973. *Descripción geológica de la Hoja 20c - Ullum, Provincia de San Juan*. Serv. Geol. Nac. Inédito.
- 1981. *Descripción geológica de la Hoja 19c - Ciénaga de Gualilán, Provincia de San Juan*. Serv. Geol. Nac., Inédito.
- Furque, G. y A. J. Cuerda, 1979. *Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza*. Geol. Regl. Arg., I: 455-522, Córdoba.
- Groeber, P., 1932. *Estudio efectuado en Villicum, La Deheza y Santa Clara a pedido del Gobierno de San Juan*. Dir. Min. Geol., Inéd., Bs. Aires.
- González Bonorino, G., 1975. *Sedimentología de la Formación Punta Negra y algunas consideraciones sobre la geología regional de la Precordillera de San Juan y Mendoza*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXX (3): 223-246, Bs. Aires.
- Rigal, R., 1941. *El carbón de La Deheza, San Juan*. Yac. Carb. Fisc. Inéd. Bs. Aires.
- Spalletti, L. A., 1979. *Paleoambientes de sedimentación de la Formación Patquía (Pérmico) en la Sierra de Maz, La Rioja*. Acad. Nac. Cienc., Bol. 53 (1-2): 167-202, Córdoba.
- 1980. *Paleoambientes sedimentarios en secuencias silicoclásticas*. Asoc. Geol. Arg., Serie "B", Didact. y Compl., 8: 7-175. Bs. Aires.
- Stappenbeck, R., 1910. *La Precordillera de San Juan y Mendoza*. An. Min. Agric., Sec. Geol., Mineralog. y Min., IV (3): 3-187, Bs. Aires.
- Walker, R. G., y O. J. Cant., 1980. *Sandy fluvial systems. Facies Models*, Walker, R. G., (Editor), Ontario.

Aceptado: 4 de agosto, 1983.

Recibido: 12 de noviembre, 1982.

ALFREDO CUERDA

GUILLERMO FURQUE

Facultad de Ciencias Naturales
y Museo de La Plata
Paseo del Bosque
1900 La Plata