

REVISTA

DE LA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

J. O. KILMURRAY Y A. P. IGARZABAL, Petrografía y rasgos geomórficos del batolito granítico de Santa Rosa de Tastil, Provincia de Salta, Rep. Argentina.....	417
ALFONSO R. GIUDICI, Geología de las adyacencias del río Diamante al este del Cerro homónimo, provincia de Mendoza, República Argentina.....	439
PEDRO N. SLIPANICIC, ROBERTO O. TOUBES, JUAN P. SPIKERMANN Y MARTIN HALPERN, Sobre la composición y edad de algunas plutonitas del nordeste de la provincia de Santa Cruz, Patagonia (Rep. Argentina) ...	459
PROXIMAS PUBLICACIONES DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA.....	468
MILKA K. DE BRODTKORB, Estudio mineralógico de una allanita de Valle Fértil, prov. de San Juan (Rep. Argentina).....	469
CARLOS ALBERTO MAZZA Y ANA MARIA GRAZAN, Contribución al conocimiento de las costras y encostramientos calcáreos del sur de la provincia de Buenos Aires, Rep. Argentina.....	475
MARIO E. TERUGGI, Criterios para el reconocimiento y estudio de los paleosuelos. Conclusiones y recomendaciones del grupo de trabajo sobre el origen y la naturaleza de los paleosuelos.....	485
MARIO E. TERUGGI Y RENATO R. ANDREIS, Micro-estructuras pedológicas: características, distribución en sedimentitas argentinas y posible aplicación en sedimentología.....	491
RUBEN J. CUCCHI, Edades radimétricas y correlación de metamorfitas de la Precordillera, San Juan-Mendoza, Rep. Argentina.....	503
PRIMER SIMPOSIO DE GEOLOGIA REGIONAL ARGENTINA.....	516
RODOLFO MENDEZ-ALZOLA Y PEDRO SPRECHMANN, Algunas orbiculoideas devónicas de la Precordillera de San Juan, Rep. Argentina.....	517
CORRIGENDA.....	525
COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS.....	526
NOTAS BREVES:	
EDDY LAVANDAIO, Hallazgo de graptolites arenigianos en el Ordovícico de la Sierra del Famatina, La Rioja, Rep. Argentina.....	527
RAFAEL R. GONZALEZ, KOJI KAWASHITA Y MANUEL A. CABRERA, Edades radimétricas de algunas rocas del basamento de las Sierras Pampeanas.....	527
PROFESOR DR. ANGEL V. BORRELLO (1918-1971).....	529
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA. LISTA DE MIEMBROS.....	531
INDICE ALFABETICO DEL TOMO XXVI.....	547

BUENOS AIRES
REPUBLICA ARGENTINA

PETROGRAFIA Y RASGOS GEOMORFICOS
DEL BATOLITO GRANITICO DE SANTA ROSA DE TASTIL,
PROVINCIA DE SALTA, REP. ARGENTINA

POR J. O. KILMURRAY¹ Y A. P. IGARZABAL²

RESUMEN

El batolito de Santa Rosa de Tastil (Provincia de Salta), es un cuerpo intrusivo compuesto y está caracterizado litológicamente por granodioritas, granitos calcoalcalinos y variedades de filón.

Petrologicamente se postula una movilización de un producto tonalítico inicial, de origen anatético, emplazado en niveles superiores de la corteza; este proceso ocurre en una primer etapa de la intrusión. En una segunda etapa de la misma, se observa una penetración metasomática de un material rico en feldespato potásico que afectó a la roca inicial parcialmente (pasaje a granodioritas) e invadió finalmente en forma de granitos y granófiros el techo de la masa intrusiva. Se observó, asimismo, un efecto de metamorfismo térmico en el contacto con las rocas filíticas de la cobertura proterozoica, entre las cuales se emplazó el cuerpo.

Geomórficamente el relieve ha evolucionado a formas distintas en iguales condiciones ambientales. Las diferencias observadas se atribuyen a la composición y génesis de las variedades que componen el cuerpo intrusivo. Mientras las granodioritas han evolucionado a relieve de bochones y bochas, los granitos han dado lugar a un relieve de crestones y bloques poliédricos.

Para el origen de las formas redondeadas, se atribuye una acción de desagregación granular de las partes más expuestas de los bloques cuboides formados a partir de diaclasas y cuya separación del afloramiento responde a variaciones térmicas. Se destaca asimismo, una intervención secundaria de la meteorización química que condujo a la formación de productos secundarios del grupo de las arcillas y especialmente aquellos que presentan propiedades expansivas frente a la humedad o aguas circulantes.

ABSTRACT

The batholith of Santa Rosa de Tastil, Province of Salta, Argentina, is mainly composed of granodiorites and calcoalcaline granites. The body intruded Proterozoic low grade metamorphic rocks and produced a thermal aureole.

As concerning the morphology of the studied area, it is thought that under the same environmental conditions different forms were developed in the batholith. The forms studied are related to the petrographic composition of the body and the origin of the intrusive rocks. A set of faults divided the intrusive and moved the granitic blocks according to NE-SW, NW-SE, NS and EW directions. The core of the intrusion has been raised to the present erosion level; the granodiorite occurs in the southern and eastern part of the batholith and the granite covers the western and northern area of the intrusive.

As far as the petrology is concerned, the authors believe that a tonalitic rock was first intruded in the epizone as an anatetic product. This episode was followed by a second penetration of material composed of potash feldspar, which produced a metasomatic effect and changed the composition of the initial rock. The same potassic products also invaded the upper part of the roof of the batholith as granites and granophyric varieties.

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Univ. Nac. La Plata.

² Facultad de Ciencias Naturales de Salta. Univ. Nac. de Tucumán.

Finally, it is stated that the spherical forms found in the area, called "bochones y bochas", are initially related to joints followed by granular desintegration due to physical weathering. It is also thought that there is a preferred location of exposures where spherical forms take place due to an early erosion of the country rocks in the central part of the body.

I. INTRODUCCION

La presente investigación tiene por finalidad aportar una serie de resultados obtenidos en el estudio del desarrollo del relieve en ambiente de rocas graníticas, en la región de Santa Rosa de Taitil. Para tal fin, se analizaron las características petrográficas de las rocas expuestas y su génesis para su ulterior vinculación con los rasgos geomorfológicos de la región. Para esta investigación se realizó el análisis y mapeo de las unidades principales que dieron lugar a las formas particulares del relieve.

El interés primordial, consistió en determinar la evolución que han sufrido las masas graníticas desde su origen hasta la formación de un relieve, cubierto en partes por formas esferoidales denominadas "bochones y bochas", según el tamaño de los individuos. Este fenómeno se ha producido y continúa actuando en forma selectiva en los afloramientos y bajo las mismas condiciones ambientales que rigen la dinámica externa de la región considerada.

II. GENERALIDADES

1. CARACTERES GEOLÓGICOS DE LA REGIÓN DE TASTIL

El complejo granítico de Santa Rosa de Taitil, alinea su eje principal a lo largo del meridiano 66° entre los paralelos 24° y $23^{\circ}30'$ de latitud sur. Constituye un cuerpo intrusivo compuesto, de forma alargada en sentido norte-sur y algo más desarrollado lateralmente hacia la parte noroccidental. Este complejo granítico¹ se halla emplazado en

¹ La edad del intrusivo ha sido asignada al Cámbrico, 530 m.a. en base a determinaciones radimétricas. Borrello, A. V., 1969.

metamorfitas de bajo rango, las que han sido referidas regionalmente a una edad proterozoica por algunos autores.

Las dimensiones del cuerpo expuesto son aproximadamente de 35 km de largo por 15 km de ancho; su superficie aflorante se estima en más de 500 km², razón por la cual se lo incluye dentro de los cuerpos plutónicos de dimensiones batolíticas.

En lo que respecta a sus características tectónicas, se lo podría incluir dentro de los batolitos apotectónicos, que según Read (1949), a través de las observaciones de Scheumann, los define por su carácter de emplazamiento con una aureola de contacto y fases filonianas finales. En su empuje de ascenso la intrusión granítica ha dislocado el complejo de sedimentos proterozoicos, los cuales presentan un bajo grado de metamorfismo. Sobre éstos se apoya en discordancia una potente serie sedimentaria mesozoica y terciaria.

Las rocas de la cobertura están compuestas por filitas, pizarras y variedades de grano más grueso derivadas de areniscas de tipo grauvacas y arcosas. Estas rocas fueron afectadas por metamorfismo térmico provocado por la intrusión granítica. Las temperaturas de intrusión han sido bajas pero lo suficiente como para producir en el contacto rocas de tipo hornfels. El resto de las rocas formadoras de la cobertura proterozoica se hallan fuertemente plegadas, observándose estructuras de pliegues generalmente de tipo paralelos cuyos ejes se orientan preferentemente en sentido casi norte-sur. El conjunto de rocas metasedimentarias proterozoicas se encuentra inyectado por venas de cuarzo, que indistintamente atraviesan o son concordantes con los planos de esquistosidad.

Las distintas entidades geológicas que rodean el batolito de Santa Rosa de

Tastil son las que a continuación se describen.

El complejo paleozoico es el más extensamente difundido en el área de influencia de la intrusión, preponderancia puesta de manifiesto a través de la extensa cuenca hidrográfica del río Toro. La mayor profusión de las sedimentitas que lo componen con relación inmediata al batolito, corresponde a los sectores austral y noroccidental del mismo.

Unos pocos kilómetros al norte de la estación ferroviaria de Cachiñal, el complejo metasedimentario proterozoico retoma el contacto con la masa granítica a la que limita en toda su extensión austral. En el extremo noroccidental del batolito (quebrada Angosto del Cencerro) se observa localmente areniscas cuarcíticas, supuestamente del Cámbrico inferior, dispuestas sobre una superficie de erosión labrada sobre el granito. Es muy probable que se trate de los mismos sedimentos a que se refiere Keidel (1943) como pertenecientes al Cámbrico y por lo tanto, éste sería un dato más a favor de la edad cámbrica asignada por dicho autor para la intrusión del granito Tastil.

El batolito en su borde sudeste, desde el arroyo Las Cuevas, hacia las inmediaciones de la quebrada de Pizarro, está en contacto con los Estratos Calchaqueños, de edad terciaria. Esta relación se hace según una falla cóncava al oeste, y por la cual en algunos sectores el granito yace sobre los referidos sedimentos.

La extensión de los sedimentos terciarios indica que se habrían depositado en extensas cuencas continentales, coronando los depósitos del Mesozoico.

El borde occidental del cuerpo intrusivo está limitado por un amplio bolsón al que convergen extensos pie de monte provenientes en gran parte de dicho flanco y originados por la desintegración de la cobertura sedimentaria. Los sedimentos mesozoicos depositados en este sector han sido erosionados o

cubiertos por el manto detrítico. En la misma zona se observan efectos tectónicos localizados a través de fallas de rumbo meridional, que han elevado girones de sedimentos cretácicos, los que de esta manera se adosan al cuerpo granítico.

El borde septentrional del batolito se cierra a la altura de la quebrada Punta Ciénaga, sin embargo, una apófisis del mismo se desarrolla por algunos kilómetros hacia el norte. Bordea a la misma por el NNE, el complejo de metasedimentos proterozoicos. Por su parte, en el sector NNW de aquélla, se disponen inmediatos al granito los sedimentos cretácicos y terciarios mediante una relación tectónica.

Los sedimentos cuaternarios están representados en el área de estudio esencialmente por aluviones no aterrizados y depósitos de pie de monte, con amplia difusión en el borde NW del batolito. También las quebradas interiores al cuerpo granítico están tapizadas por un manto detrítico proveniente de la desintegración de filitas y pizarras proterozoicas.

En el ángulo NE del batolito, a partir de la desembocadura de la quebrada Punta Ciénaga y por unos tres kilómetros al sur, sobre la margen izquierda del río Toro, se presenta un cordón entrecortado modelado en filitas, coronado por un manto continuo de rodados gruesos de cuarcitas ordovícicas. Retazos de la misma terraza se disponen en la margen opuesta, pero enmascarados por los depósitos detríticos provenientes de la degradación de las rocas graníticas. Finalmente, cabe destacar la presencia de un vasto afloramiento de sedimentita calcárea (tufa), que yace a la altura del paraje Las Cuevas, sobre el arroyo del mismo nombre. Su origen está ligado al termalismo volcánico terciario, que se manifiesta como aparatos volcánicos ubicados en la prolongación del ángulo SW del batolito. Al mismo proceso efusivo se refieren las vulcanitas observadas en varios sectores del

cuerpo batolítico en forma de filones de andesitas.

Los procesos de fracturación del área son asignados al último ciclo de los movimientos Andicos (Groeber) y afectaron a todo el complejo sedimentario depositado sobre el basamento. El estilo tectónico regional corresponde al denominado "tectónica de zócalo" los bloques del basamento se han movido diferencialmente a lo largo de las fallas y con ellos se han levantado o hundido las rocas de la cobertura. La etapa última del proceso muestra la degradación de las sedimentitas que coronan los relieves positivos y sus derrubios rellenan las depresiones.

Finalmente, se destacan sedimentos de origen lacustre de edad moderna, depositados en cuerpos de agua encerrados en depresiones tectónicas.

2. RASGOS FISIográficos

Como parte integrante de la cuenca del río Toro, el área de estudio representa un aspecto del ambiente morfológico de la Cordillera Oriental, donde los valles que la recorren constituyen los accesos naturales al ambiente de la Puna. La parte austral del emplazamiento plutónico se localiza a lo largo del arroyo Las Cuevas, límite al cual desborda ligeramente hacia el sur. Dicho curso es uno de los pocos tributarios del río Toro de carácter permanente, aunque de escaso caudal, es el que en gran parte es obtenido del nevero nororiental del cerro Acay. El borde oriental del emplazamiento plutónico aflora paralelo y cercano al río Toro, del que se desprenden numerosos afluentes de régimen temporario y que recorren hacia el oeste la masa granítica, a la que degradan muy lentamente.

Aun cuando al norte de la quebrada Punta Ciénaga la masa granítica se extiende en forma de cuña, algunos kilómetros en aquella dirección el curso de referencia constituye una marca bastante bien definida en la limitación septentrional del batolito, sin tener en

cuenta la posible circulación subterránea que pudiera relacionarlo con la masa intrusiva que constituye el cordón del Nevado del Chañi. Por su parte, el borde occidental del cuerpo intrusivo está flanqueado en gran parte, por una ancha depresión desaguada por los tributarios de la cabecera de la quebrada Punta Ciénaga. Completan la limitación sudoccidental algunos cursos secundarios del río Las Cuevas, los que se adaptan al contacto de las metamorfitas con el cuerpo intrusivo.

La extensa y por momentos amplia depresión de la quebrada de La Lagunilla, divide aproximadamente al batolito, al norte y sur de la misma, en dos ambientes fisiográficos con características distintivas particulares. La diferencia entre estos dos ambientes surgen de la diferenciación petrográfica de la masa granítica a uno y otro lado de la referida quebrada, sobre los que no obstante obrar un mismo proceso morfogenético, los efectos resultantes han conducido a relieves distintos. Al sur de la quebrada de La Lagunilla la masa intrusiva está representada por un granito gris, distintivo no sólo por el color sino también por un modelado en lomadas y colinas amplias, de baja altura, separadas por hondonadas moderadamente cóncavas y cuyas vertientes están asociadas con bloques de la misma roca, con distinto grado de redondeamiento, originando un relieve de "bochones y bochas".

Estas formas, a través de movimientos de gravitación contribuyen a la formación de los procesos de remoción en masa, tal como el "deslizamiento y rodamiento de bochas"; esta actividad, tiene cabal expresión a la altura de la localidad de Santa Rosa de Tastil.

La formación de las mencionadas "bochas" y su ulterior proceso de remoción en masa, son los responsables principales de la degradación de esta área; de ahí el interés de su conocimiento, por lo que, el origen y evolu-

ción de las formas serán objeto de un análisis en el capítulo IV.

Por su parte, al norte de la quebrada de La Lagunilla la intrusión está principalmente representada por un granito rojo y que difiere morfológicamente del gris por un relieve representado por cordones de orientación norte-sur y de perfil longitudinal aserrado, siendo el perfil transversal asimétrico y de pendientes acentuadas. Entre los cordones se disponen angostos valles, desarrollados a lo largo de líneas de falla, a partir de los cuales se movieron los bloques que originaron este relieve.

A la altura de la estación Incahuasi se produce la transición entre los dos ambientes intrusivos, a través de un relieve de cerros cónicos, de baja altura. La vertiente septentrional de los mismos aparece más recortada con tintes rojizos y acompañados de unas pocas formas de "bochas". Mientras tanto, la vertiente austral de los mismos aparece más extendida, elaborada en una definida roca de aspecto granodiorítico que conduce a la formación de un mayor número de elementos redondeados.

En ambos sectores, las quebradas de cursos transitorios son impotentes para evacuar la masa de detritos producidos por la meteorización.

Durante el período estival este material descende en mantos de creciente y rellena el lecho de la quebrada a las que paulatinamente va ahogando. En el período invernal, ausente de precipitaciones, el viento, que actúa casi sin interrupción, arrastra los materiales psamíticos y pelíticos, derivándolos a lo largo de su curso. De esta manera, prosperan los mantos de arena al amparo de los escollos rocosos y las dunas trepadoras alcanzan los filos de las abras, por las que se vuelcan al lado opuesto.

Cabe destacar además, que la intrusión granítica se encuentra en la faz inicial de su degradación, como lo testimonian los remanentes de sedimentos que aún coronan sectores de su cúpula.

3. CARACTERES BIOCLIMÁTICOS

La zona de aridez, que para la Argentina, siguiendo la isoyeta de 200m, se extiende desde el borde sur atlántico patagónico, para luego bordear el ambiente cordillerano, tiene por escenario en la provincia de Salta las áreas naturales de la Puna y la Pre-Puna. Frente a la ciudad de Salta, este límite es neto. Las corrientes húmedas provenientes del NE dejan caer en su trayectoria abundantes precipitaciones, las que disminuyen hacia el oeste. Esta progresiva disminución se agudiza significativamente cuando las corrientes húmedas enfrentan las altas cumbres de Lesser (3350 metros), cuya vertiente oriental recibe precipitaciones que superan ligeramente los 1000 mm anuales. Al poniente de estas cumbres, los valores pluviométricos decaen tan bruscamente como que localidades ubicadas a 10 o 15 km en aquella dirección sobre la quebrada del Toro, excepcionalmente reciben más de 250 mm (en igual período), las que con carácter general ocurren únicamente en el período estival.

El cambio climático se acentúa en dirección a la Cordillera Andina; a sólo 100 km de la ciudad de Salta, siguiendo el curso de aquel río y el de su afluente Las Cuevas (localidad de Santa Rosa de Tastil), las precipitaciones oscilan en alrededor de 50 mm anuales. Así se pasa de un área climática templada (con un período seco y otro ligeramente húmedo) para el valle de Lerma, a otra que por transición se torna decididamente árida inmediatamente al oeste de dicho valle. En esta última zona está integrada la región del batolito de Santa Rosa de Tastil. Cabe destacar que al mismo ambiente le corresponde un carácter de "árido absoluto" en invierno y "árido a ligeramente hídrico" en verano. En este cambio climático, ninguno de los elementos meteorológicos está sometido a tan grandes variantes como ocurre con las precipitaciones.

This One



4LXL-KYG-ZSYD

En términos cualitativos de temperatura, la zona de estudio está sujeta a la calificación de "cálida moderada" en verano y de "frío intenso" en invierno, con frecuentes y vigorosas heladas en el período otoño-invierno-primavera.

Así como la amplitud térmica diaria es marcada ($+15^{\circ}$ - 20°), también la variación anual es grande. Los vientos de altura, que ejercen su influencia sobre el Valle de Lerma merced a la humedad que acarrearán del NE y que precipitan frente a la barrera orográfica del cordón de Lesser y su prolongación al sur, en cambio no inciden en el área occidental montañosa a donde los mismos llegan prácticamente secos. Los vientos rasantes para esta última zona, que se manifiestan diariamente tanto en la Cordillera (viento Zonda), como desde el este ejercen moderada influencia sobre el relieve. La transición climática de referencia tiene también su respuesta en la cobertura vegetal; en términos fitogeográficos pasa de la Selva Subtropical (borde oriental del cordón de Lesser) a la estepa puneña. Esta última está representada por una asociación de vegetales xerófilos. Su distribución es irregular y en algunos sectores desaparece como consecuencia de una intensa actividad de remoción en masa; sobre todo la vinculada al deslizamiento de detritos y que actúa en las vertientes de valles y aguadas.

III. PETROGRAFIA

1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES PETROGRÁFICAS DEL CUERPO INTRUSIVO Y SU RELACIÓN CON LAS LÍNEAS ESTRUCTURALES DE LAS ROCAS DE LA COBERTURA.

Dentro del cuerpo batolítico estudiado se pueden considerar dos sectores principales. Uno de ellos, situado al sur de la quebrada de Almagro, está formado por un conjunto de rocas granudas de colores grises y constituyen la

casi totalidad de la superficie expuesta. Dentro de este sector se encuentra sólo una pequeña parte de un granito de grano más fino y de coloraciones rosadas, que se halla ubicado al SW de la estación Incahuasi.

El otro sector considerado, se halla al norte de la quebrada de Almagro y está caracterizado por presentar dos variedades de rocas granudas, una formada por una roca de aspecto similar al que forma el sector sur y otra de granito rosado, este último tipo de roca forma algo más de la mitad de los afloramientos dentro del sector considerado. Hacia el norte y separado por la quebrada Punta Ciénagas, se observa otro conjunto de afloramientos indudablemente vinculados al cuerpo mayor y que se halla formado por una roca granítica rosada de iguales características que las descritas en los sectores antedichos¹.

De las observaciones de campo y de la distribución de las rocas en el terreno se desprende que, a medida que nos dirigimos hacia el norte se produce un apreciable aumento en la distribución del granito rojo y una disminución del gris. Se ha observado además que las variedades rosadas se adosan sobre el granito gris, formando una especie de cubierta que inclina en la porción occidental hacia el oeste. De esta forma, se establece que el área sur ha sido llevada a nivel de erosión hasta la zona de granito gris por efectos de levantamientos a través de una zona de fractura principal que representa la quebrada de Almagro. La parte norte, en cambio, nos muestra la relación directa de yacencia granito rosado sobre gris y una parte oriental probablemente más elevada y devastada por la erosión hasta nivel de granito gris. Las estructuras de las rocas de la cobertura revelan una marcada orientación de planos en una dirección norte-sur, destacándose asimismo una serie de estructuras menores (pliegues) que presentan una orienta-

¹ Ver Foto Mapa Geológico.

ción de sus ejes en sentido NE y con hundimiento en la misma dirección.

Dentro del completo granítico se hallan rocas diferenciadas de tipo filonianas; en el sector sur se han hallado filones de rocas oscuras y claras, dentro de las oscuras se observaron lamprófiro y algunos pórfidos, mientras que dentro de las segundas y en mayor proporción se identificaron aplitas y pegmatitas.

En base al reconocimiento megascópico de las rocas expuestas, las unidades estudiadas se pueden agrupar en los siguientes grupos fundamentales.

I. *Grupo intrusivo*

- a) Plutonitas y rocas filonianas asociadas.
- b) Brechas de intrusión.
- c) Diques.

II. *Grupo de la cobertura*

- d) Metamorfitas.

Las rocas intrusivas del subgrupo a) están relacionadas con la intrusión principal del cuerpo batolítico y pueden subdividirse en:

- a1. Plutonitas graníticas grises heterogéneas.
- a2. Plutonitas graníticas rosadas homogéneas.
- a3. Rocas de filón: aplitas, pegmatitas, pórfidos y lamprófiro.

Dentro del complejo intrusivo se encuentran rocas formadoras de diques, de naturaleza andesítica c) que representan penetraciones de material magmático en una etapa posterior a la consolidación de las rocas del batolito granítico. Estos diques atraviesan al cuerpo en una dirección aproximada EW y son especialmente visibles en el sector de la quebrada de Almagro. La potencia de los mismos varía entre 5 y 10 metros. Los filones aplíticos y porfíricos en cambio, presentan una distribución

constante según direcciones NW-SW y NE-SW (diagrama fig. 1).

Hay dos sistemas de diaclasas principales en el cuerpo intrusivo, notándose un predominio en dos direcciones en el sector del granito gris (NW-SE y NE-SW), mientras que en el sector del granito rosado hay una mayor distribución de direcciones NW-SE. Existen además otros sistemas de fracturas, algunas menos marcadas que las anteriores, que se orientan en sentido NS y EW.

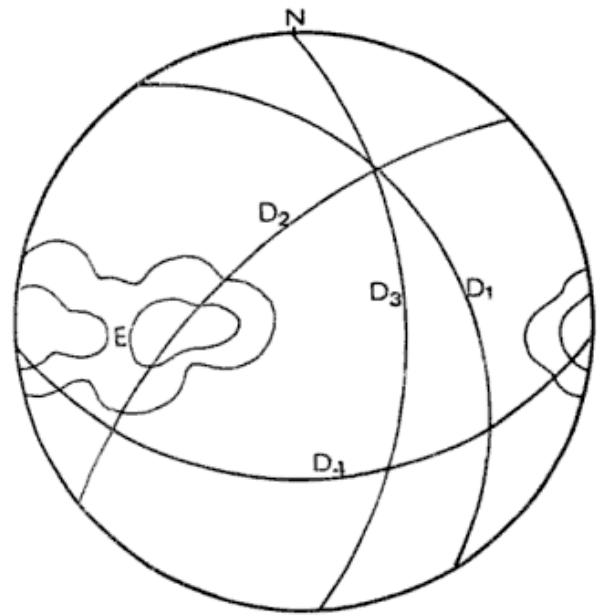


Fig. 1. — Proyección de los planos de diaclasas principales, D1, D2, D3, y D4 y polos de esquistosidad correspondientes a las rocas de la cobertura (E).

2. PETROGRAFÍA DEL GRUPO INTRUSIVO

a 1. *Las plutonitas graníticas grises heterogéneas.*

Dentro de este subgrupo se destacan una serie de variedades de grano grueso a mediano, con coloraciones grises a algo rosadas o amarillentas según su grado de alteración superficial. Se observan tipos compuestos por un feldespato calcosódico dominante y feldespato potásico subordinado, con concentraciones de minerales oscuros de tamaño variable y compuestas generalmente por biotita. Dentro de este subgrupo existen sin embargo variedades más homo-

géneas y de grano grueso compuestas por plagioclasas, cuarzo y micas dispuestos en una forma más o menos regular dentro de la roca. El cuarzo se halla invariablemente presente en todas las rocas, en proporción abundante y variable, en algunos casos por sectores.

Microscópicamente se caracterizan por presentar una textura granuda alotriomorfa a hipidiomorfa. Los minerales esenciales son plagioclasas, feldespato potásico en proporción subordinada o en igual cantidad y cuarzo abundante, dentro del grupo de los félsicos. Como minerales máficos se encuentra biotita en forma abundante, como laminillas aisladas o en núcleos dispuestos al azar. La plagioclasea representa el mineral félsico más abundante dentro de las rocas analizadas, se halla en forma de individuos con formas anedrales a subedrales con abundante alteración sericitica y arcillosa en la parte central de los cristales; se destacan asimismo, bordes de plagioclasea más ácida y límpida en los cristales mayores, como así también agrupaciones de granos menores libres de alteración. En algunos individuos de plagioclasea de tamaño mayor se ha observado un fenómeno de zonación directa, especialmente cuando la alteración sericitica no alcanza a borrar los caracteres ópticos de la parte central; el borde, invariablemente presente, es de naturaleza más ácida que el núcleo. Por sus propiedades ópticas los del núcleo se clasifican como andesina An32 - An34, mientras que los granos menores y los bordes se los determinan como oligoclasea media a básica An18-28. Se destacan asociaciones mirmequíticas en los bordes de cristales mayores y en cristales menores rodeados por feldespato potásico (fig. 2 c).

El feldespato potásico que se halla en las muestras analizadas se presenta como microclino-micropetita, en forma subordinada o en proporciones iguales frente a la plagioclasea. Las pertitas halladas se han clasificado como de parche y venas. El feldespato se diferen-

cia de la plagioclasea por no presentar alteración sericitica, en cambio se observa una alteración de tipo caolinica y una impregnación secundaria por óxidos de hierro. La forma de los cristales es anedral, disponiéndose en forma de rellenos de intersticios y reemplazando a plagioclasas.

El cuarzo es un mineral abundante en las muestras analizadas y se distribuye en tres formas principales.

- a) En cristales más o menos subedrales y conectados con venas o rellenos de intersticios intercrystalinos del mismo mineral y en continuidad óptica (fig. 2 d).
- b) En cristales irregulares.
- c) En venas, reemplazando a feldespato potásico.

La extinción es de tipo ondulante en la mayoría de los casos, observándose un grado más acentuado en los del tipo (b).

Los mafitos están esencialmente formados por biotita, parcial o totalmente reemplazada por clorita, ya sea en los bordes o a lo largo de los planos de clivaje o por sectores, figura 3 b. Se observó además la presencia de epidoto asociado a biotita, en algunos casos dispuestos a lo largo de los planos de clivaje. Los minerales restantes se agruparían en accesorios y secundarios; dentro del primer grupo se observa apatita, minerales opacos y zircón. En el segundo grupo se hallan epidoto, clorita y los productos arcillosos. La clorita particularmente se restringe a las laminillas de biotita o se encuentra en escamas aisladas, de igual manera se presenta el epidoto. Los productos arcillosos y la sericita se restringen a los cristales de feldespatos.

Por su composición mineralógica y según la relación plagioclasea/feldespato potásico, las rocas estudiadas se pueden clasificar como: granodioritas y adamellitas. La relación plagioclasea/feldespato potásico varía en la mayoría de las muestras entre 2,5 : 1 y 1,5 : 1.

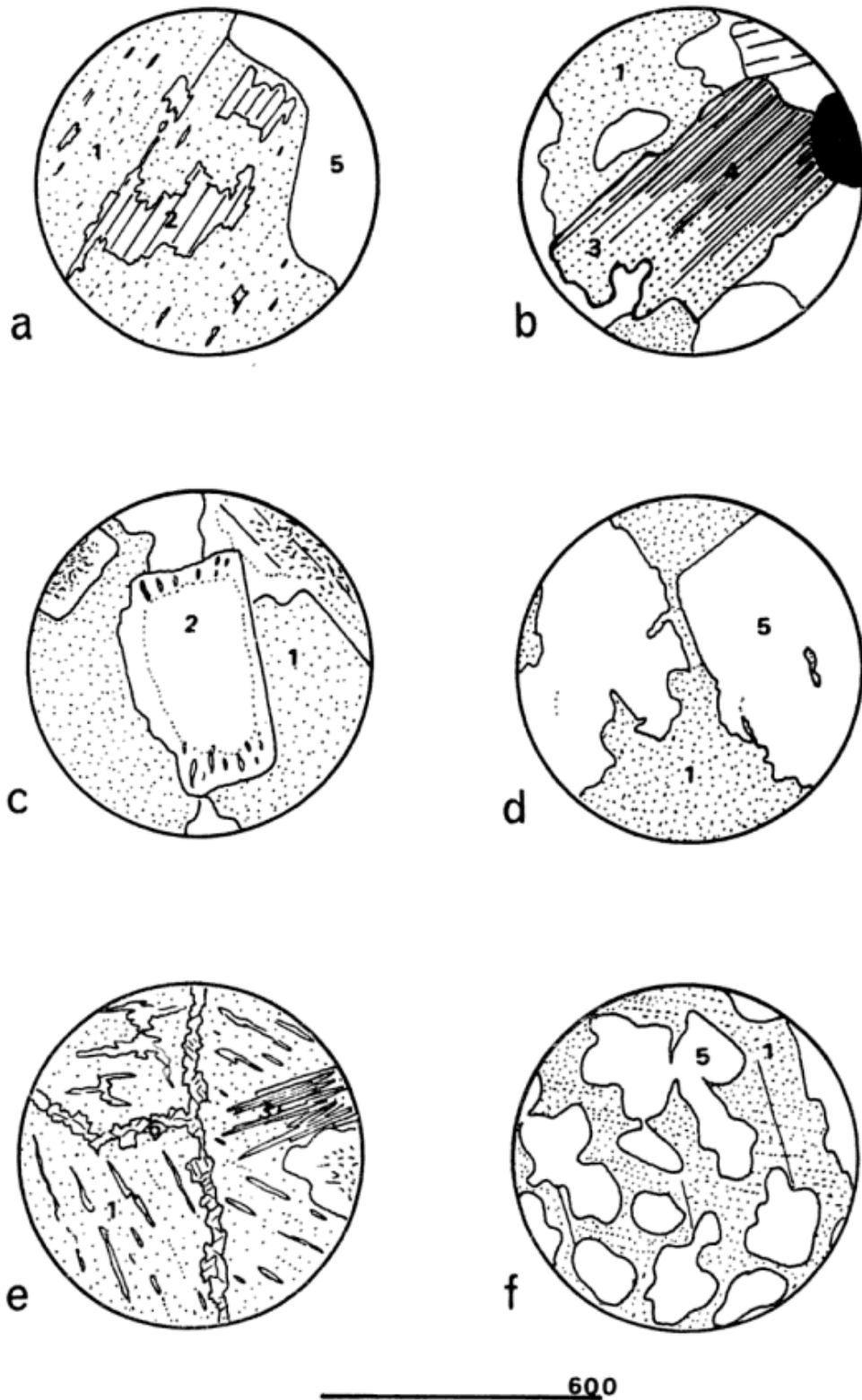


Fig. 2. — *a*, pertita de reemplazo (parche), en granodiorita : 1, feldespato potásico ; 2, plagioclasa ; 5, cuarzo ; *b*, cristal de biotita (4) reemplazado por clorita (3) a través de los planos de clivaje : 1, feldespato potásico ; *c*, cristal de plagioclasa (2) con estructura zonal e intercrecimientos mirmecíticos en los extremos ; *d*, reemplazos de cuarzo (5) en feldespato potásico (1). Nótese el desarrollo de caras cristalinas en el individuo de cuarzo a la derecha de la figura ; *e*, reemplazos de plagioclasa ácida siguiendo los contornos cristalinos entre granos de feldespato potásico, éste presenta intercrecimientos micropertíticos (granito calcoalcalino) ; *f*, intercrecimientos micropegmatíticos o gráficos en granito granofírico : 1, feldespato potásico ; 5, cuarzo.

a2. Las plutonitas graníticas rosadas homogéneas.

Se caracterizan por su coloración rosada o rojiza, por su tamaño de grano generalmente menor que las variedades grises, por su menor grado de alteración y por su escaso porcentaje en minerales máficos. Hay sin embargo algunas variedades de grano más grueso que se presentan como intercalaciones en la zona del granito gris. Microscópicamente presentan estructuras granudas alotriomorfas a hipidiomorfas. Los minerales claros que predominan netamente sobre los oscuros imparten a las rocas un carácter leucocrático. El feldespato potásico predomina sobre la plagioclasa, ésta se halla en cristales anedrales y subedrales. Los granos mayores presentan alteración sericítica y maclas de albita, en algunos casos flexionadas y fracturadas. La composición de los feldespatos calcosódicos varía entre An32 y An35 (andesina) y hay otros cristales de oligoclasa An25 - An28. Se observaron venas de agregados de plagioclasa ácida que rellenaban espacios entre cristales de feldespato potásico (fig. 2 e).

Se han observado además asociaciones de tipo mirmequíticas en los bordes de cristales mayores de plagioclasas en contacto con feldespato potásico.

El feldespato potásico se halla como variedad microclino-micropertítico, con pertitas de tipo parche y vena o pluma. En algunos sectores de las muestras investigadas se halló una franca textura granofírica dada por la asociación feldespato potásico y cuarzo; éste se dispone en forma de gotas irregulares o en agregados vermiformes dentro del feldespato potásico (fig. 2 f).

El cuarzo se halla en forma de cristales mayores con fuerte extinción ondulante y los contactos entre grano y grano suelen ser de tipo irregular o con forma de suturas, evidenciando fenómenos de inestabilidad superficial durante su crecimiento. Esta característica se observó en los cristales de feldespatos mayores cuyos contactos irregula-

res se encontraron reemplazados por agregados de plagioclasa ácida.

Los mafitos, que son muy escasos en las muestras procesadas, están formados principalmente por biotita parcial o totalmente reemplazadas por clorita como en las muestras del subgrupo a 1. La relación feldespato potásico/plagioclasa varía en estas rocas entre 1,5 : 1 y 2 : 1; estas variedades se clasifican como *granitos calcoalcalinos leucocráticos*.

a3. Rocas de filón.

Las rocas de este grupo están representadas por un conjunto de variedades de grano fino, de colores claros, rosado-grisáceas y otras rocas de colores grises oscuros de grano fino a mediano en parte porfíricas.

Aplitas graníticas. Se destacan por su textura granuda alotriomorfa y su composición mineralógica. Están compuestas esencialmente por feldespato potásico y cuarzo. En algunos casos fue posible estudiar el contacto entre esta roca y los granitos del grupo a 1, notándose un cambio de textura hacia el contacto entre ambas partes, que se vuelve notablemente granofírica, con mezcla de componentes de la roca de filón y la roca granuda y un aumento del tamaño del grano.

Pórfidos. Son rocas grises claras, con textura porfírica y una pasta granuda. Los fenocristales son en la totalidad de los casos de plagioclasa con estructura zonal; su composición varía entre An38 a An48 (andesina media). Como mafitos se observan fenocristales de hornblenda y biotita. Se observan acumulaciones de cristales de hornblenda y biotita por sectores dentro de las muestras. El cuarzo es escaso en las rocas estudiadas y se halla en microfenocristales y en cristales menores en la pasta. Como accesorios se encuentran titanita, apatita y minerales opacos.

Se han estudiado variedades porfíricas que presentan un avanzado estado

de transformación; las plagioclasas mayores muestran una alteración sericítica notable mientras que los mafitos se encuentran reemplazados por agregados de epidoto y clorita. La pasta se encuentra formada por un conjunto de minerales derivados de plagioclasas en forma de productos arcillosos y epidoto.

Por sus características mineralógicas y texturales las rocas se clasifican en pórfidos tonalíticos a dioríticos.

Lamprófiros?. Son rocas oscuras, de colores verdosos grisáceos, con textura porfírica dada por la presencia de abundantes fenocristales de epidoto y clorita. Se observa abundante titanita con formas irregulares y bien desarrolladas asociada a clorita. La pasta de la roca está formada por epidoto, plagioclasa alterada en material sericítico y epidoto y clorita. El cuarzo es muy escaso en los cortes estudiados. Por la paragénesis que presenta este tipo de roca la misma podría ser descripta en términos de metamorfismo, ya que las asociaciones reconocidas se hallarían comprendidas en el campo de las facies de esquistos verdes y presumiblemente, dado las características texturales y de yacencia, se originaría a partir de una roca filoniana, de tipo *lamprófiro*, rica en biotita.

b) Brechas de intrusión

Se hallaron en el área de la quebrada de Almagro incluidas dentro de la granodiorita gris. Las rocas están formadas por clastos redondeados a subangulosos de metamorfitas de tipo esquistos, que se encuentran rodeados por una matriz granítica compuesta por plagioclasa, cuarzo y micas. En otros sectores de los afloramientos se destacan brechas compuestas por clastos de metamorfitas penetradas y rodeadas por un material de naturaleza porfírica color gris oscuro, clasificado como pórfido diorítico, dado al presencia de plagioclasas como fenocristales y algunos ma-

fitos (hornblenda y biotita) y ausencia megascópica de cuarzo.

Estas brechas de intrusión se hallan vinculadas al interior del cuerpo granítico y no se relacionan con el contacto expuesto *granito-filita*. De esta manera se infiere, que el material de referencia ha sido ascendido de niveles más profundos de la corteza como productos arrancados y no asimilados, que fueron posteriormente intruidos a nivel de las rocas granodioríticas en conjunto y a través de líneas estructurales activas.

c) Diques de andesitas

Las rocas presentan textura porfírica marcada, con fenocristales euedrales a subedrales de hábito tabular, a menudo con estructura zonal, fracturados y reemplazados por material clorítico por sectores irregulares. En algunos fenocristales se observa material de la pasta finamente dividido disperso en la parte central de los cristales. La composición de las plagioclasas es en general andesina An46; en los cristales que presentan zonalidad la composición es en los bordes An33 y en la parte central An45 (andesina ácida y andesina básica respectivamente). Como mafito se observa hornblenda castaño-verdosa en cristales bien desarrollados y de hábito prismático, en proporciones subordinadas se destaca biotita castaña, pleocroica. La pasta es de textura pilotáxica con tablillas de plagioclasa y una base criptofelsítica que presenta por sectores una alteración clorítica; se observaron agregados esferulíticos con tridimita fibrosa en la parte central y un anillo formado por cuarzo; estos agregados se presentan aislados en las preparaciones o dispuestos en fisuras en forma alineada. En otros casos se observaron agregados de tridimita con escamillas de clorita intercaladas entre las fibras de tridimita o rellenando fracturas y por último, hay ejemplos de esferulitas de tridimita rodeadas por clorita en lugar de cuarzo.

3. FENÓMENOS DE CRECIMIENTO OBSERVADOS EN LAS MUESTRAS ANALIZADAS

En base a las relaciones entre minerales, destacados en las muestras investigadas, se pueden realizar las siguientes generalizaciones referentes al orden de cristalización y crecimiento de los distintos componentes de las rocas:

1. Las plagioclasas mayores poseen invariablemente una parte central de naturaleza media y un borde de carácter más ácido que indicaría dos estadios de crecimiento durante su desarrollo.

2. Las plagioclasas menores se disponen en núcleos aislados o en venas rellenando intersticios entre feldespatos potásicos, indicando un crecimiento posterior a la cristalización de las plagioclasas mayores y el feldespato potásico.

3. El feldespato potásico reemplaza a la plagioclasa formando pertitas de parche y pluma o engloba cristales menores de plagioclasa con características similares a los granos mayores antes descritos ¹.

4. El cuarzo se dispone en dos formas fundamentales: una que es anedral, con estructura cataclástica y bordes de contacto irregulares que indican inestabilidad superficial; este tipo se observa especialmente en las rocas granodioríticas. La otra forma es en cristales subedrales y venas, estas últimas reemplazando al feldespato potásico y formando asociaciones de tipo gráficas o micropegmatíticas ².

5. Los mafitos, generalmente compuestos por biotita, se encuentran en cristales o agregados de escamas reemplazados parcial o totalmente por clorita.

6. Tanto epidoto como clorita se han formado a expensas de una biotita originaria, en un episodio de introducción de feldespatos alcalinos y cuarzo, según se desprende de las evidencias texturales.

7. De las observaciones anteriores se deduce que el orden de cristalización de los minerales formadores de las rocas graníticas ha sido el siguiente:

a) Fase inicial	}	Biotita y accesorios	
		Plagioclasa media	
		Cuarzo	
b) Fase final	}	Plagioclasa ácida	Clorita-Epidoto
		Feldespato potásico	
		Plagioclasa ácida	
		Cuarzo	

4. PETROGRAFÍA DEL GRUPO DE LA COBERTURA

Las rocas de este grupo se caracterizan por estar formadas por un conjunto de metamorfitas de bajo rango, clasificadas como filitas, a las cuales se

asocian productos de metamorfismo de contacto de tipo hornfels.

a) *Filitas*. Forman un complejo de naturaleza homogénea en el cual se destaca una estructura planar predominante y orientada según direcciones aproximadamente norte-sur. El tamaño del grano es fino a muy fino, presentan coloraciones grises verdosas a violáceas

¹ Fenómenos de este tipo han sido observados por uno de los autores, Kilmurray (1968), en rocas graníticas del sector occidental de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. Dichas rocas de naturaleza granodioríticas a adamellíticas, presentan fenómenos de reemplazos metasomáticos similares a los hallados en las rocas del batolito de Tastil.

² Fenómenos de reemplazos similares han sido hallados en granitos granofíricos y granofiros de las sierras antedichas, Kilmurray (*op. cit.*).

y brillo satinado en las superficies de esquistosidad donde se destacan laminillas más desarrolladas de mica blanca. Asociadas a estas rocas se encuentran variedades con estructuras más macizas y de naturaleza cuarcífera. Los componentes esenciales en uno y otro caso son sericita, clorita y cuarzo las texturas son invariablemente de tipo lepidoblásticas y las variedades más cuarzosas presentan texturas granoblásticas.

b) *Hornfels*. Son rocas de aspecto más macizo que las filitas de las cuales derivan. Muestran una estructura planar heredada con una distribución marcada de los elementos minerales componentes de la roca. En ciertos sectores del área de la aureola de contacto y especialmente en las proximidades de la finca Las Costas en la parte norte del cuerpo granítico se han hallado filones de material granítico rosado concordantes con la esquistosidad. En base al estudio de los cortes delgados se establecen las siguientes características distintivas en el contacto entre la parte granítica y la roca de contacto.

La roca metamórfica presenta textura francamente granoblástica y está compuesta fundamentalmente por biotita, cuarzo, albita y andalusita (?); este último mineral se presenta en avanzado estado de alteración sericítica, tiene formas xenoblásticas y el tamaño de los granos oscila entre 40 y 60 micrones como término medio. Para la identificación de este mineral se procedió a realizar un análisis por difracción de rayos X, dado que la totalidad de los cristales presentaban un avanzado estado de alteración micácea. Los resultados del análisis mostraron un predominio de clorita y sericita y escasa pirofilita, que resultan los productos de alteración del mineral que se ha identificado como andalusita sólo por la paragénesis, aspecto, forma y pseudomorfosis de material micáceo.

Hacia el contacto con la roca granítica se observa un incremento en el tamaño del grano del material de alte-

ración y una zona de contacto entre las partes hornfels-roca granítica donde se destaca la presencia de muscovita en laminillas orientadas en forma aproximadamente perpendicular al contacto. Asimismo, se advierte una cloritización de los individuos de biotita en el mismo sector. Estos fenómenos de alteración se vincularían a una fase tardía con penetración de volátiles en la zona de contacto.

5. ESTUDIO MINERALÓGICO DE LOS PRODUCTOS DE ALTERACIÓN

El método seguido para esta investigación consistió en la trituración de las muestras, hasta la obtención de una granulometría más o menos uniforme en trozos de aproximadamente 1 cm³. Las rocas así tratadas fueron sumergidas en agua destilada e introducidas en un vibrador ultrasónico, con el objeto de separar la fracción fina o productos de alteración que se observaron en los cortes delgados. Se ha podido comprobar que este tipo de separación es sumamente eficaz, ya que el posterior análisis por difracción de rayos X de la parte fina, no reveló en ningún caso la presencia de minerales primarios formadores de las rocas graníticas.

Una vez obtenida la suspensión luego del proceso de vibración ultrasónica, se prepararon muestras orientadas sobre portaobjetos de vidrio. Los análisis fueron realizados sobre muestras seleccionadas que presentaban características estructurales y superficiales particulares como a continuación se detalla:

Muestras 2 y 5. (Rocas graníticas grises)

En la número 2 se ha podido verificar la presencia de sericita en alta proporción (80 %), clorita le sigue en abundancia con 15 % y luego arcilla interestratificada: illita-montmorillonita en forma subordinada con 5 %. La muestra corresponde a la porción más superficial de un bloque mayor.

En la número 5 se observó un elevado contenido en sericita con 75 %, clorita en la misma proporción que en la muestra anterior con 15 % y luego montmorillonita en proporción subordinada con 10 %. La muestra corresponde a la porción interna del bloque de referencia.

Muestra 3 y 17. (Rocas graníticas rosadas).

En la muestra 17 se ha podido verificar la presencia de clorita en elevado porcentaje con 45 %, caolinita le sigue en abundancia con 30 %, sericita es en cambio menos abundante con 15 %, y la montmorillonita le sigue en proporción subordinada con 10 %.

En la muestra 3 se determinó clorita como mineral predominante con 40 %, se observó una arcilla interestratificada: clorita-montmorillonita en un 30 %, luego se observaron montmorillonita y sericita en proporciones menores: 15 % y 15 % respectivamente.

La separación de clorita y caolinita no ofrece ninguna duda ya que las reflexiones 001 de clorita aparecen a 3,52 Å, mientras que las reflexiones de caolinita 002 aparecen netamente sepa-

radas de las anteriores con un espaciado de 3,57 Å.

La verificación en la identificación de todos los componentes se realizó tratando las muestras con etilen-glicol y calcinando a 550° C.

De las observaciones realizadas se puede concluir que los productos de alteración se pueden agrupar en dos grandes categorías.

- A) Sericita-clorita.
- B) Caolinita, montmorillonita, clorita-montmorillonita e illita-montmorillonita.

Los del grupo A) pertenecen al grupo de las rocas graníticas grises, en las que se advierte un claro predominio de plagioclasa sobre feldespato potásico y además un alto porcentaje de biotita cloritizada. Los del grupo B) corresponden a las muestras de granitos rosados, que presentan abundante feldespatos potásicos y escasas cantidades de mafitos. Es de destacar que la poca abundancia de biotita en las muestras separadas, indica una separación efectiva de los productos cloríticos asociados a ella. La sericita deriva principalmente de las plagioclasas, que en las muestras rosadas se halla subordinada al feldespato potásico.

LEYENDA DE LA FIGURA 3

Fig. 3. — A, block diagrama esquemático del sector norte del cuerpo batolítico, entre la quebrada de Almagro y la quebrada Punta Ciénagas. En el mismo se observan las rocas de la cobertura proterozoica de tipo filita (*f*) y hornfels (*h*), que envuelven el cuerpo granítico compuesto por dos partes *g1* (granodiorita) y *g2* (granito rosado, calcoalcalino); ambas partes se hallan separadas por una línea estructural dominante en la zona (NE-SW). — B, ídem, del sector sur del cuerpo, entre la quebrada de Almagro y el camino estación Puerta de Tástil-estación Las Cuevas. En el mismo diagrama se observa la cubierta filítica (*f*) y hornfels (*h*) y una parte central compuesta por granito gris (granodiorita), que presenta en su extremo noroccidental una cuña de material granítico rosado (granito calcoalcalino) *g2*. Se han representado en punteado asimismo, las líneas estructurales dominantes que se asocian al emplazamiento del cuerpo batolítico. — C, D y E, evolución del batolito desde su emplazamiento en la corteza hasta su elevación a nivel de erosión: C, emplazamiento del cuerpo compuesto *g1* y *g2*, formación de hornfels (*h*), en una estructura anticlinoria que presenta hundimiento de eje hacia el noreste; D, elevación del cuerpo emplazado, a nivel de erosión en la parte sur del batolito a través de líneas N-S; E, elevación del cuerpo emplazado a nivel de erosión en la parte norte del batolito, según líneas N-S y NE-SW.

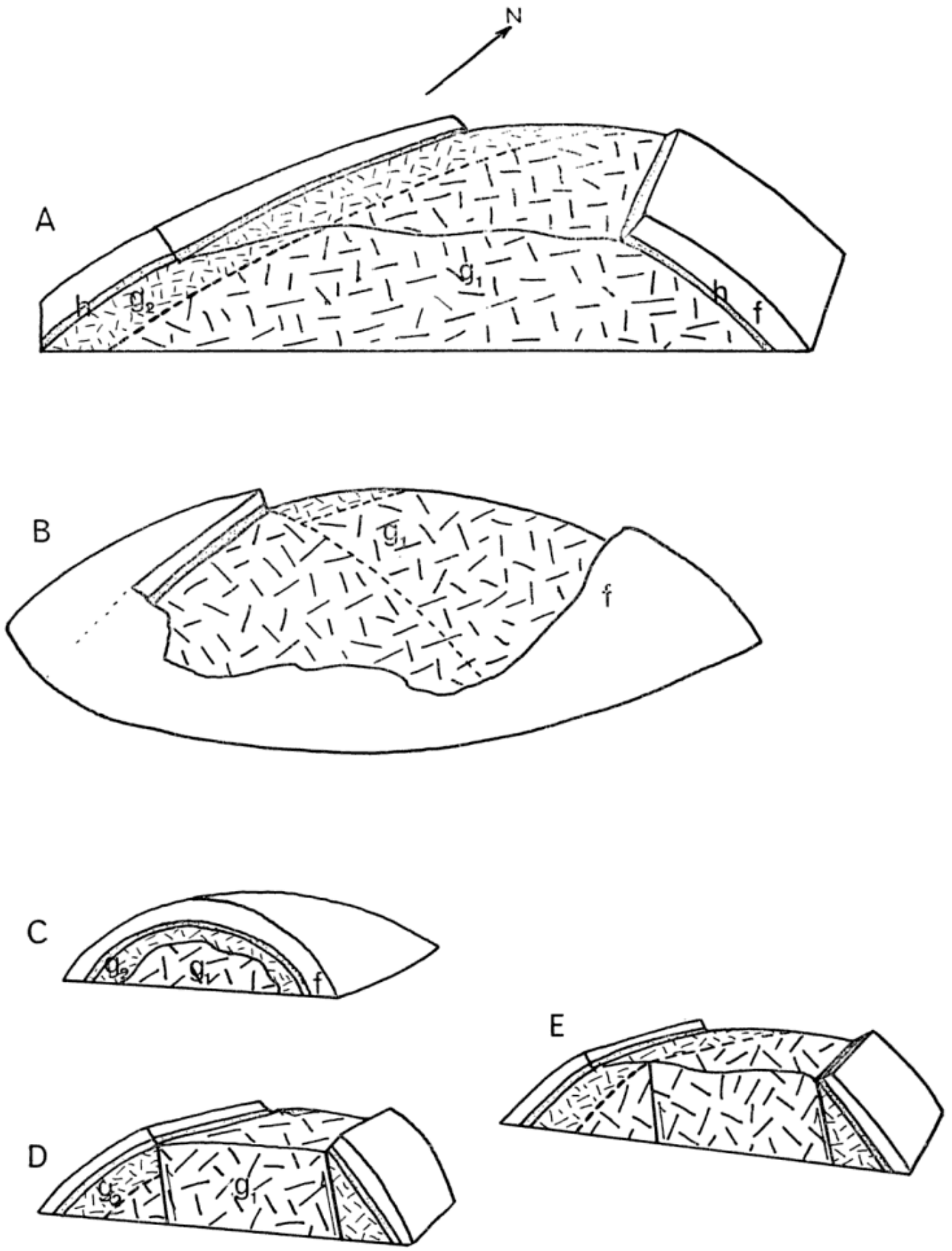


Figura 3

Porcentajes de minerales componentes de los productos de alteración
en las fracciones separadas

Nº muestra	Sericita	Clorita	Caolinita	Montmor.	Cl. Mont. (¹)	Ill. Mont. (²)
2.....	80	15	—	—	—	5
5.....	75	15	—	10	—	—
20.....	70	30	—	—	—	—
17.....	15	45	30	10	—	—
3.....	15	40	—	15	30	—

(¹) Interstratificada : clorita-montmorillonita.

(²) Interstratificada : illita- montmorillonita.

2-5-20 : Granodioritas

17-3 : Granitos calcoalcalinos.

IV. PETROLOGIA

Según Buddington (1959) se reconocen 3 zonas de emplazamiento de cuerpos plutónicos en la corteza terrestre: la epizona, la mesozona y la catazona. Los cuerpos de la primera zona presentan formas generalmente de domos amplios y fallas que los atraviesan. A las rocas del plutón emplazado se asocian filones y diques de tipo aplítico, porfírico y lamprofírico; según este mismo autor se distinguen granófiros como facies de techo o en forma de hojas dentro del complejo mayor. Siguiendo el concepto de la serie de granitos de Read (1949), las rocas estudiadas en este trabajo comprenden un grupo de granitos intrusivos que pueden presentar conexiones genéticas con ambientes más profundos de metamorfismo regional y migmatización.

El batolito estudiado se ubicaría dentro de los cuerpos intrusivos tardío-cinemáticos, ya que el conjunto plutónico y especialmente el granito rosado ocupa núcleos de estructuras y planos concordantes con las filitas deformadas; asimismo, se desarrolla una aureola de contacto por efecto de calentamiento de las rocas de la cobertura filítica.

De las observaciones petrográficas se

deduce que el complejo granítico de Tastil está formado por dos tipos de roca que han sido emplazadas en dos etapas principales dentro de la corteza terrestre. Una que resulta de la cristalización de componentes que dan lugar a la formación de rocas de tipo "granodioríticas", ricas en mafitos y que podrían derivar de un producto de "fusión" anatética conectado con procesos de migmatización en niveles más profundos, y otro tipo, de naturaleza metasomática que invadió la roca movilizada y obligó a ascender al conjunto a su nivel de emplazamiento entre rocas metamórficas de bajo rango. Las evidencias de reemplazos metasomáticos son sumamente claras al respecto e indican asimismo que las temperaturas de intrusión han sido relativamente bajas, pero lo suficiente como para producir efectos térmicos en las rocas de la cobertura y dar lugar a la formación de hornfels compatibles con la facies de hornfels hornblendíferos y albitico epidóticos. Según los trabajos de Jaeger (1957) la temperatura alcanzada en la aureola de contacto y la extensión de la misma depende esencialmente del tamaño del cuerpo intrusivo, su temperatura de intrusión y la temperatura de la roca de caja. En las condiciones de emplaza-

miento del granito de Tastil se podría estimar una temperatura nunca superior a los 500° C considerando que el material ha sido emplazado como un conjunto relativamente "sólido" movilizad por materiales granitizantes de baja temperatura y que han penetrado una zona sujeta a metamorfismo regional de bajo rango, cuya temperatura máxima se estima en unos 350° C (comienzo de la facies de esquistos verdes). De los estudios de campo se deduce, además que el emplazamiento se halla relacionado a líneas estructurales orientadas según direcciones NE-SW y el granito rosado se halla rellenando y cubriendo el granito gris en forma de capa paralela a la cobertura filítica que se halla deformada. El material intrusivo se trataría, en esencia, de un producto movilizad en estado "sólido" en una composición originaria de tipo "tonalítica" y que fue obligado a ascender durante la etapa de deformación por un movilizad activo granítico, esencialmente potásico y pobre en elementos máficos y que reemplazó en su ascenso a la roca tonalítica y rellenó espacios producidos por la deformación de la cobertura.

V. EL RELIEVE GRANITICO

1. CARACTERES GENERALES.

Las rocas graníticas, en función geomorfológica, se caracterizan por la variabilidad de sus relieves debido a su diferente grado y modo de alteración. La masa batolítica de Santa Rosa de Tastil, que se halla sujeta a condiciones climáticas áridas, ha evolucionado a relieves distintos pese a la naturaleza común de las rocas que lo componen. En los sectores del cuerpo intrusivo caracterizados por afloramientos de granitos grises (granodioritas) se observaron formas de bochas y bochones cubriendo las partes altas del relieve, formando parte del derrubio de faldeo y en acumulaciones en aguadas temporarias. En

los sectores donde afloran granitos rojizos (calcoalcalinos), se observaron en cambio formas de relieve con bloques de aristas agudas, frecuentemente diaclasadas en una dirección predominante NW-SE; esta característica origina un arrumbamiento preferencial de crestosnes de bordes agudos que son visibles en los afloramientos en escala aerofotográfica. En los afloramientos granodioríticos no se desarrollan los planos preferenciales, sino formas de relieve esferoidales aún en escala aerofotográfica.

En los climas áridos y frescos el rol fundamental de la meteorización está dado por las variaciones de humedad y temperatura, cuyos efectos conducen a la desagregación granular y a la escamación. Estos dos procesos pueden o no dar lugar a la formación de bloques esferoidales.

Dadas las características climáticas del área investigada debemos admitir que las formas desarrolladas tienen un origen vinculado a variaciones de temperatura y humedad ambiente. Las formas esferoidales están inicialmente ligadas a la tectónica de la región y la evolución final está dada por los agentes externos. La intrusión granítica de Tastil se encuentra atravesada por un sistema de diaclasas, que han producido una partición poliédrica de las rocas siguiendo los planos de las mismas y de orientación preferencial de tipo ortogonal. Según la densidad de los planos de diaclasa, los granitos se dividen en cuerpos de formas aproximadamente cúbicas y de un volumen que oscila entre 0,5 y 1 m³. De acuerdo a los estudios petrográficos, se puede demostrar que las granodioritas se caracterizan por ser rocas heterogéneas ricas en plagioclasas alteradas en sericita y poseen abundantes mafitos transformados en cloritas. Las texturas de las rocas son granudas hipidiomorfas y el tamaño de los granos es grueso a mediano; los contactos entre cristales poseen bordes rectos en los granos mayores. En los granitos calcoalcalinos en cambio, el ta-

maño es menor en los cristales, se observa una mayor interpenetración entre los componentes de la roca, poseen escasos mafitos y una cantidad subordinada de plagioclasa transformada en sericita. Según estas observaciones podríamos definir geomórficamente como “blandas” a las granodioritas, teniendo en cuenta su influencia en el relieve, mientras que los granitos son elementos “duros” en su comportamiento físico. Por natural consecuencia esa diferenciación podrá condicionar en parte, las formas resultantes estudiadas en la región de Tastil.

2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LAS FORMAS DE “ROCHAS Y BOCHONES”.

Las formas descriptas se originan en una etapa mecánica por partición poliédrica de las rocas graníticas y evolucionan en una segunda etapa debido a la acción de los agentes meteóricos. La forma geométrica emparentada con la esfera es el cubo; teniendo en cuenta la partición poliédrica de la granodiorita a partir de diaclasas, tenemos así el punto de partida favorable para originar una bocha. Los planos de diaclasas resultan excelentes vías que facilitan la penetración de aguas y humedad, contribuyendo al ensanchamiento de los planos y la movilización de los bloques. Así, éstos se liberan y constituyen por momentos depósitos de materiales mal apilados como se observa en la foto 2.

En la reducción de los bloques los procesos meteóricos actúan preferentemente sobre las aristas y vértices de los cuerpos, es decir donde se produce una mayor superficie de ataque por unidad de exposición. En los bloques que poseen hábito de prismas tetragonales, la primer evolución es hacia formas elípticas, pero a través del tiempo tienden a adquirir formas más esféricas.

La primer etapa de liberación y movilización de los bloques en el área donde aflora la granodiorita no es uniforme; esto se explica por la existencia de

remanentes de metasedimentos que aún cubren al granito y la protegen de los agentes exteriores. La persistencia de estos metasedimentos se atribuye al mayor grado de metamorfismo sobreimpuesto por fenómenos de contacto y que dieron lugar a rocas que resisten por mayor tiempo los efectos erosivos. Los sectores de la granodiorita que primeramente han sido despojados de su cobertura son los que han evolucionado hacia un grado más avanzado de liberación de bloques y su posterior redondeamiento. Por ejemplo, entre los arroyos Alfarcito y Tastil (quebrada de Las Cuevas), son varios los lugares donde la roca intrusiva está coronada por metamorfitas o las incluye en masas de volumen variable. En otros sitios del mismo tramo, aquellos metasedimentos que han sido desalojados recientemente, el proceso se halla en la faz inicial de ensanchamiento de diaclasas y movilización de bloque incipientemente redondeados (foto 2). Desde el arroyo antes mencionado hacia el oeste, la cobertura ha desaparecido en forma temprana y de esta manera los procesos morfogenéticos han hecho evolucionar los bloques hacia formas de avanzado redondeamiento (foto 3). Cómo se forman las “bochas y bochones” es un problema un tanto complejo y todavía no convenientemente aclarado por los investigadores en la materia. Podemos reconocer dos procesos que contribuyen a la posterior evolución de los bloques hacia las formas esferoidales: 1) La desagregación granular y 2) La alteración química de los componentes de las rocas. En la primera la influencia de la variación de la temperatura diurna y nocturna produce el ablandamiento de la estructura de las rocas como resultado de la dilatación y contracción diferencial de los componentes, dejando así vías de penetración de fluidos a través de cristales y más especialmente siguiendo los contactos entre granos, aumentando la porosidad originaria. Esto explica en parte la razón por la cual las aptitas



Foto 1. — Granodiorita recientemente despojada de la cubierta, mostrando intenso diaclasamiento según un sistema ortogonal.



Foto 2. — Partición poliédrica de la granodiorita en la etapa de ensanchamiento de las diaclasas y movilización de bloques incipientemente redondeados.



Foto 3. — Lomada de granodiorita con vertiente asociada a formas de bochas y bochones con formas moderadamente redondeadas

que penetran las granodioritas, se desprenden en bloques y no evolucionan a formas esferoidales, o si esto ocurre lo hacen muy lentamente. En este caso, se aplicaría un criterio de homogeneidad estructural y textural para explicar la persistencia de las formas angulares resistentes a la acción externa.

La microfracturación de los elementos componentes de las rocas contribuye a la infiltración del agua en poros y fisuras, poniendo en marcha una serie de reacciones químicas que terminan por liberar los elementos más resistentes a la alteración y descomponer diferencialmente el resto de los minerales. A la acción de cuña por la formación de hielo en fisuras se le atribuye especial importancia en el período húmedo de la región estudiada, ya que el agua que circula con rapidez a través de las diaclasas, queda atrapada en las fisuras e intersticios cristalinos. Cuando la temperatura desciende por la noche, el agua atrapada se congela y dilata las microfracturas favoreciendo la separación y despegue de los cristales. Los distintos productos arcillosos y micáceos (sericita, caolinita, montmorillonita) derivados de alteraciones primarias y secundarias de la roca son retirados por el agua, formando así suspensiones de material pelítico que rellena eventualmente las líneas de debilidad mayores y menores por acumulación continua. En el caso particular de la montmorillonita, la incorporación del agua adsorbida produce una considerable expansión que contribuye al efecto desagregador de la acción de la temperatura. Se ha podido observar con claridad, que no todos los bloques están sometidos al mismo ritmo de desagregación en un mismo afloramiento de granodioritas; estos procesos están probablemente controlados por la heterogeneidad de la roca que presenta no sólo variaciones composicionales sino además texturales y estructurales. Es común observar por ejemplo, concentraciones de mafitos en forma de laminillas orientadas forman-

do folias difusas o en agrupaciones irregulares; estas concentraciones locales producen formas positivas o negativas en la superficie de los afloramientos. En los cuerpos esferoidales resultantes, se observa siempre una superficie áspera dada por angulosidad de los contactos entre los granos de minerales félsicos. La escamación es un fenómeno menos frecuente en la reducción de los bloques y produce un efecto de protección para la desagregación granular, la superficie externa de las escamas es generalmente opaca, de tono pardusco a castaño rojizo o amarillento, dado por la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso. Por debajo de la capa coloreada, aparece la roca con variable grado de descomposición y con distinta cohesión entre los componentes de la misma.

VI. CONCLUSIONES

1. CONCLUSIONES PETROLÓGICAS.

El emplazamiento del cuerpo batolítico se produjo ocupando una estructura antiformal, formada por plegamiento de las rocas filíticas de edad proterozoica. El batolito está compuesto por una parte central o núcleo de carácter granodiorítico que resultaría de la movilización inicial de un producto tonalítico, resultado de un proceso de anatexis, con evidencias de efectos metasomáticos producidos por minerales ricos en potasio. Ambas partes migraron diferencialmente desde zonas relativamente profundas; el material inicial parcialmente metasomatizado está envuelto por una cubierta de tipo granito calcoalcalino, en partes caracterizada por una franca textura granofírica y que rellena además núcleos de pliegues menores de la cobertura y planos de debilidad de las metamorfitas en forma concordante. Este grupo de plutonitas tiene un evidente origen metasomático, como se desprende de las observaciones realizadas y podría ser atribuido a una

fase tardía (aún sintectónica), en la evolución que condujo al emplazamiento del cuerpo compuesto dando lugar, en el sentido amplio del término, al "techo de la intrusión final". En la etapa de elevación del sistema como montaña, se produjeron una serie de fracturas que resultan de la reactivación de planos NE-SW y NW-SE y la formación de un sistema E-W y N-S. En la parte media del complejo granítico el cuerpo se dividió en dos partes a través de una falla E-W que elevó diferencialmente el sector sur hasta el nivel de la granodiorita, quedando sólo un remanente en la parte sur de la estación Incahuasi. Hacia el norte el cuerpo se va descubriendo en su envoltura proterozoica y el techo granítico, dejando expuestos ambos tipos de rocas graníticas. Se destaca que el granito calcoalcalino se adosa especialmente sobre la granodiorita en la parte occidental del batolito. Las evidencias de movimientos recientes a través de planos N-S y E-W quedan marcadas por la yacencia de diques de andesitas que penetraron desde el oeste al complejo granítico y cuyo magmatismo podría ser correlacionado con las manifestaciones volcánicas de la Puna. De igual modo, se observa una tendencia de orientación N-S del cuerpo batolítico investigado.

Con respecto a los productos de alteración hallados en las distintas muestras analizadas, se concluye que los mismos pueden agruparse en dos categorías principales: a) productos de alteración relacionados con el emplazamiento del cuerpo intrusivo o minerales secundarios: sericita, clorita y caolinita; b) productos de alteración meteórica superficial: arcillas interstratificadas, illita y montmorillonita. La presencia de cada especie mineral depende de las condiciones ambientales en los afloramientos considerados, especialmente los del grupo b). En el primer grupo en cambio, se destaca la presencia de abundante material clorítico y sericítico que puede ser referido a una acción de reac-

ción entre componentes y fluidos durante la formación de las rocas.

2. CONCLUSIONES GEOMORFOLÓGICAS.

Las formas del relieve halladas en Santa Rosa de Tastil son la respuesta de un mismo proceso morfogenético, que ha actuado sobre rocas graníticas que se distinguen por sus distintas propiedades frente a los agentes externos. Es así como una determinada comunidad petrográfica, como la granodiorita, que está caracterizada por la abundancia de feldespatos calcosódicos, mafitos y una heterogeneidad textural y estructural, no sólo se individualiza por su color en el conjunto de afloramientos, sino además, por un relieve de lomas y cerros bajos donde predominan los elementos desagregados con formas de bochas y bochones. La variedad petrográfica identificada principalmente como granito calcoalcalino se caracteriza por la predominancia del feldespato potásico, escasez de mafitos y homogeneidad textural y estructural. El conjunto de afloramientos se reconoce no sólo por la coloración rojiza de sus rocas, sino además por un relieve quebrado con bloques que no evolucionan hacia formas redondeadas como en las granodioritas.

Para la formación de las bochas y bochones se postulan las siguientes condiciones, de acuerdo a las evidencias analizadas:

1. Localización de los afloramientos de formas esferoidales en áreas de granodioritas, prematuramente desprovistas de su cobertura por levantamiento diferencial y erosión rápida.

2. Una partición poliédrica regular en bloques siguiendo líneas de diaclasas, siendo un factor determinante de la separación posterior la temperatura (variaciones térmicas diurnas y nocturnas) y la intervención escasa de la circulación de fluidos en productos arcillosos o la acción de cuña de hielo.

3. Los bloques derivados de materiales granodioríticos, generalmente de hábito cúbico, sufren desagregación granular de las partes expuestas del bloque por efecto de contracción y dilatación de los granos y la acción subordinada de los fluidos a través de intersticios y fisuras, y la acción acuñante del hielo.

4. Las granodioritas se comportan como elementos de relieve "blandos" frente a los agentes de la meteorización, mientras que los granitos son "duros" en iguales condiciones. Estas diferencias se deben a la distinta composición, textura y estructuras de las rocas que componen los afloramientos. De aquí que la presencia de centros de alteración sericitica y clorítica o montmorillonítica secundaria contribuya a crear sectores o puntos de inhomogeneidad dentro del sistema, frente a la acción de los agentes externos modeladores del relieve. En las rocas homogéneas, en cambio, este proceso se halla muy poco marcado y como consecuencia los efectos de la acción externa se atenúan notablemente impidiendo la desagregación granular.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan expresa constancia de su agradecimiento al Dr. M. E. Teruggi por la lectura y corrección del manuscrito. Al Dr. A. M. Iñiguez Rodríguez por la realización de los análisis por difracción de Rayos X de los productos de alteración de las rocas estudiadas.

Se agradece a los Sres. C. Tremouilles y R. Tremouilles por la confección del mapa geológico que ilustra este estudio.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Birot, P., 1951. *Note sur le problem des desintegration des roches cristallines*. Revue de geomorphologie dynamique.
- Borrello, A. V., 1969. *Los geosinclinales en la Argentina*. Anales, XIV. Direc. Nac. de Geol. y Min., pp. 1-188.
- Buddington, A. F., 1959. *Granite emplacement with special reference to North America*. Bull. Geol. Soc. Am. v. 70, pp. 671-747.
- Derrau, M., 1958. *Precis de geomorphologie*. Ed. Masse y Cie.
- Feruglio, E., 1931. *Observaciones geológicas en las provincias de Salta y Jujuy*. Direc. Nac. de YPF. Contribución a la primera reunión Nacional de la Geografía. VII, Bs. As.
- Keidel, J., 1937. *Sobre las relaciones geológicas entre la Puna y la Cordillera principal o cordillera de Los Andes. La Prepuna de Salta y Jujuy*. Rev. Centro Est. Cienc. Exac. Fis. y Nat., n° 3, Bs. As.
- 1943. *El Ordovícico inferior en los Andes del Norte Argentino y sus depósitos marino glaciares*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XXXVI.
- Kilmurray, J. O., 1968. *Petrología de las rocas ígneas de las Sierras Australes de la Provincia de Bs. As.* Rev. Museo La Plata, VI, pp. 155-188.
- Mehnert, K. R., 1968. *Migmatites and the origin of granitic rocks*. Elsevier Pub. Co.
- Read, H. H., 1949. *A contemplation of time in plutonism*. Quart. Journ. Geol. Soc. London, v. 105, n° 417.
- Ruiz Huidobro, O. J., 1949. *Estudio geológico de los cerros Quitilipi y Pirgua. Prov. de Salta*. Rev. Asoc. Geol. Arg., IV, n° 1.
- Schlagentweit, O., 1937. *Observaciones estratigráficas en el norte argentino*. Bol. Inf. Petroleras, n° 152. Bs. As.
- Teruggi, M. E., 1950. *El origen de los granitos*. Rev. Asoc. Geol. Arg. VII, 4.
- Thornbury, W. D., 1958. *Principios de geomorfología*. Ed. Kapeluz.
- Turner, J. C., 1964. *Descripción geológica de la hoja 7c Nevado de Cachi, Prov. de Salta*. Direc. Nac. Minería, 99. Bs. As.
- 1970. *The Andes of Northwestern Argentina*. Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau. Band 59.
- Vilela, C. R., 1956. *Descripción geológica de la hoja 7d, Rosario de Lerma (Prov. de Salta)*. Direc. Nac. Minería, 84, Bs. As.

Recibido el 7 de abril de 1971.

GEOLOGIA DE LAS ADYACENCIAS DEL RIO DIAMANTE
AL ESTE DEL CERRO HOMONIMO,
PROVINCIA DE MENDOZA, REPUBLICA ARGENTINA

POR ALFONSO R. GIUDICI

RESUMEN

Se describe la estratigrafía, estructura e historia geológica de la comarca ubicada en las inmediaciones del río Diamante, a unos 60 kilómetros al oeste de la ciudad de San Rafael, Provincia de Mendoza.

Fueron individualizadas veinte entidades de variado origen cuyas edades abarcan desde el Proterozoico? al Pleistoceno, notándose importantes hiatus.

El hallazgo de nuevos braquiópodos en la Formación El Imperial permite asignarla al Carbónico medio.

Existe una potente secuencia volcánica, la cual muestra una progresiva acidificación. Es ubicada en el Pérmico con posibilidades de que llegue a la parte baja del Triásico inferior.

ABSTRACT

This paper describes the stratigraphy, structure and geologic history of the region around Diamante River, 60 kilometers west of the city of San Rafael, Mendoza Province.

Twenty entities were identified, these are of varied origin and of ages which go from Proterozoic? to Pleistocene, showing important hiatus.

The finding of new brachiopods in the El Imperial Formation give place to its location in the Middle Carbonic.

There is a thick volcanic sequence placed in the Permian and probably reaching the Lower Triassic, which shows a progressive acidification.

I. INTRODUCCION Y AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es un resumen del que presentara el autor en 1968 en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, como requisito final para la obtención del título de Licenciado en Ciencias Geológicas.

Fue realizado en la región central de la provincia de Mendoza, en el ámbito de la sierra Pintada, a unos 60 km al oeste de la ciudad de San Rafael (figura 1).

El área comprendida por el levantamiento geológico se aproxima a los 450

kilómetros cuadrados. Más precisamente las coordenadas geográficas que la limitan son 34° 28' y 34° 44' de latitud sur y 68° 55' y 69° 05' de longitud oeste de Greenwich. Al naciente y norte de la misma, simultáneamente y con igual propósito, realizaron sus trabajos Bianchi (1968), Greco (1969) y Salas (en preparación).

Las tareas de campaña demandaron 65 días, entre los meses de enero y marzo de 1968. En dicho lapso se efectuaron un levantamiento geológico en escala aproximada 1:50.000 y perfiles de detalle en escalas no mayores a 1:50.000. Se contó con el apoyo de fotografías aé-

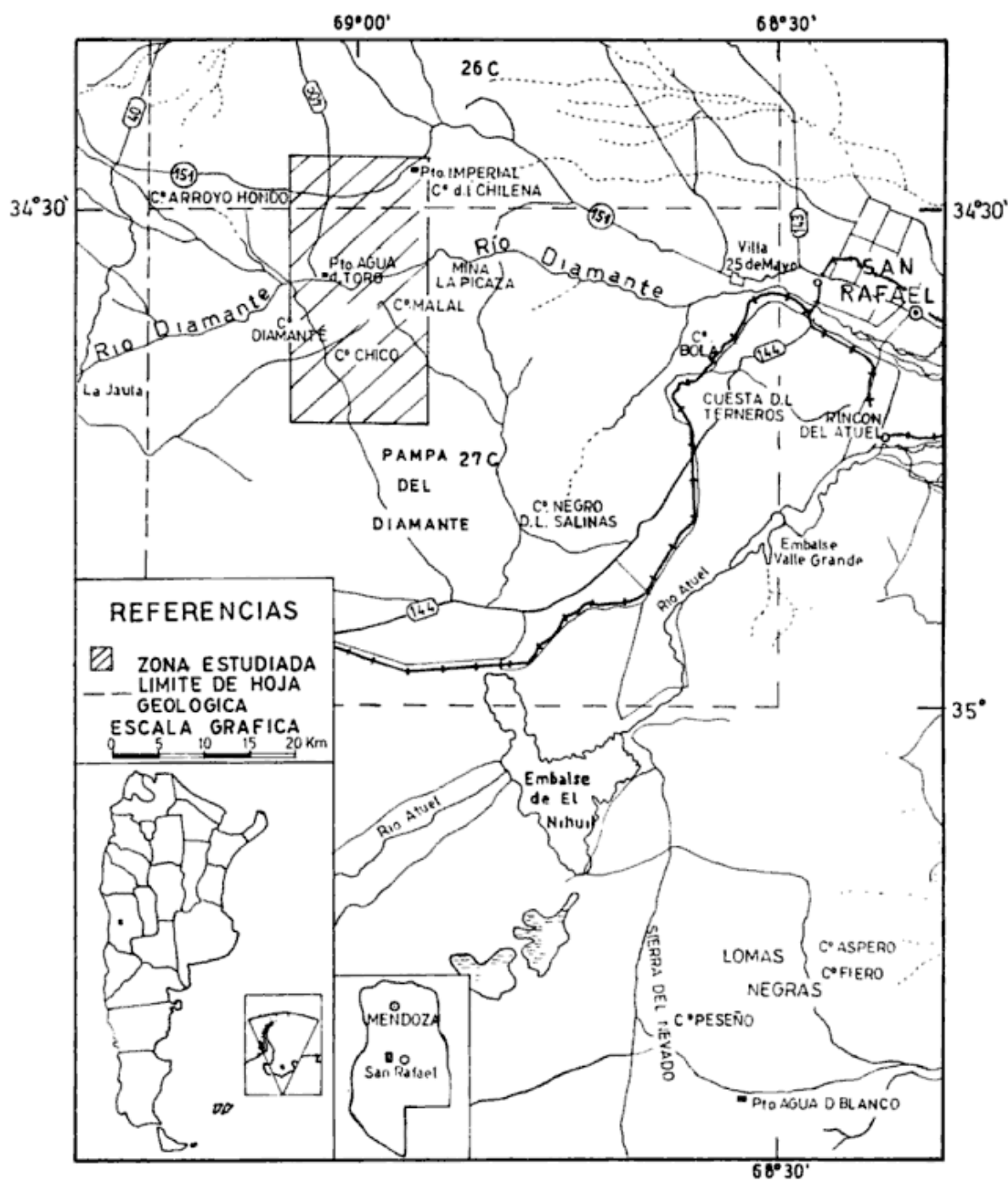


Fig. 1. — Mapa de ubicación

reas en la escala antedicha. Fueron estudiados 40 cortes delgados de rocas, en su mayoría correspondiente a vulcanitas.

En general predomina en la comarca, en el área alejada del río Diamante, un relieve suave. Hacia sus proximidades se torna muy quebrado, aspecto éste que también se observa hacia el nacimiento.

El río Diamante que oficia de colec-

tor troncal, es el único perenne; fluye por un profundo cañón con dirección aproximada E-W. Sobre el mismo está en construcción el dique Agua del Toro, a pocos metros del puesto homónimo. Por otra parte ha finalizado el tendido de la línea de alta tensión El Nihuil-Cruz de Piedra, que forma parte del complejo hidroeléctrico de El Nihuil.

Deseo expresar mi agradecimiento a

aquellas personas e instituciones que de una forma u otra posibilitaron la realización de este trabajo.

Al doctor Emilio F. González Díaz, bajo cuya dirección se efectuó la tarea, por sus valiosos consejos en campaña y en la posterior redacción del informe. A la doctora Hildebranda H. Castellaro por la determinación del material fosilífero. A los doctores Eduardo Llambias, Roberto Caminos, Luisa Villar y Elda Di Paola y al licenciado Miguel Leveratto por la revisión de cortes petrográficos. A la cátedra de Foto-geología y a Agua y Energía Eléctrica de la Nación, por haberme facilitado las fotografías aéreas.

Al Instituto Nacional de Geología y Minería y al Laboratorio Petrotécnico de YPF, por la confección de cortes petrográficos. A Agua y Energía Eléctrica de la Nación por haberme brindado alojamiento en sus instalaciones de Agua del Toro. A la Comisión Geológica N° 5 de YPF, en ese entonces a cargo del doctor Guillermo Ibáñez, por las atenciones recibidas.

Por último quedo particularmente agradecido a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, por haberme provisto el equipo necesario y sufragado la totalidad de los gastos de campaña.

II. INVESTIGACIONES ANTERIORES

Son varios los autores que de alguna forma u otra aportan datos sobre la región estudiada o adyacente.

En 1895 Hauthal, Lange y Wolf, efectúan una descripción geográfica y geológica de carácter muy general. Burckardt y Wehrli (1900) dan el nombre de Sierra Pintada a la unidad orográfica situada al oeste de San Rafael y reconocen rocas volcánicas de distinta edad. En 1934 Stappenbeck termina un informe de carácter regional, distinguiendo la mayoría de las formaciones geológicas. Keidel en 1938 y Groeber en 1939 reseñan la geología de la sierra

y el último de los nombrados se ocupa también de la geología y geomorfología del cerro Diamante y adyacencias.

Entre los años 1942 y 1950 Dessanti realiza una serie de reconocimientos y trabajos que se integran en la Hoja 27c "Cerro Diamante", posteriormente publicada en 1956. Su aporte es de importancia y asigna una edad carbónica a la "Serie del Imperial" en base al hallazgo de una fauna marina. Feruglio (1946) considera brevemente las características morfológicas y geológicas fundamentales al tratar los "Sistemas orográficos de la Argentina". Rodrigo (1948) hace el relevamiento geológico del sector ubicado al norte del río Diamante.

Polanski en 1950 lleva a cabo el levantamiento geológico de la Hoja 26c "La Tosca", cuyo informe primitivo terminado en 1953, se publicó actualizado en 1964. Redefine el concepto de Sierra Pintada ubicándola dentro de una unidad morfoestructural que denomina Bloque de San Rafael. González Díaz (1964) engloba en forma no muy explícita a estas dos unidades dentro de la Elevación Pedemontana de Mendoza. También hace algunas consideraciones geomorfológicas. Finalmente Volkheimer en 1959 levantó perfiles en el ambiente carbónico, sobre ambas márgenes del río Diamante, entre el puesto Agua del Toro y el arroyo Imperial.

III. DESCRIPCION GEOLOGICA

A. ESTRATIGRAFÍA

Relaciones generales

En el área abarcada por el estudio existen varias unidades litoestratigráficas que pueden ser diferenciadas en forma nítida, tanto litológica como estratigráficamente. Se han individualizado rocas eruptivas, sedimentarias y metamórficas de diversas edades.

El basamento de la comarca está constituido primordialmente por metamor-

CUADRO ESTRATIGRAFICO I

EDAD		NOMBRE	LITOLOGIA	PROCESO	ESPE- SOR
CENOZOICO	CUARTARIO	DEPOSITOS CUARTARIOS INDISCRIMINADOS	arenas, limos, etc.	sedimentación continental	
		BASALTO VI	basalto	vulcanismo	
		FM. LAS TUNAS	rodados y arenas	sedimentación continental	
		BASALTO IV	basalto	vulcanismo	
		ASOCIACION PIROCLASTICA PUMICEA	tobas riolíticas	vulcanismo piroclástico	15-20m
		FORMACION LA INVERNADA	rodados y arenas	sedimentación continental	
	PLEISTOCENO	ANDESITA 4	andesita	vulcanismo	
		FORMACION LOS MESONES	rodados y arenas	sedimentación continental	
		FORMACION DIAMANTE	Discordancia areniscas, areniscas limosas, conglomerados	sedimentación continental	
	PLIOCENO	FORMACION ARROYO HONDO	Discordancia areniscas	sedimentación continental	
		FORMACION AISOL	areniscas, areniscas limosas	sedimentación continental	
	MIOCENO	FORMACION MALAL	Hiatus - Peneplanización tobas riolíticas	vulcanismo piroclástico	50-60m
		FORMACION CERROS AZULES	Discordancia porfirios dacíticos,	magmatismo hipabisal	
	SUPERIOR	FM LA JOSEFA	Discordancia (Relación intrusiva) andesitas intrusivas	vulcanismo hipabisal	
		MBRO. PIROCLASTICO	Discordancia (Relación intrusiva) rocas piroclásticas andesíticas	vulcanismo piroclástico	
		FM. COCHICO	Discordancia MBRO. PIROCLASTICO tobas dacíticas y riolíticas	vulcanismo piroclástico	100 - 120 m
	INFERIOR?	MIEMBRO CLASTICO	conglomerados, areniscas	sedimentación continental	>300m
		FM. EL IMPERIAL	Discordancia MIEMBRO SUPERIOR areniscas feldspáticas, lutitas	sedimentación continental	>500m
MEDIO	MIEMBRO INFERIOR	areniscas cuarzosas, cuarcitas, limolitas, lutitas	sedimentación marina	>1500 m	
	FORMACION LA HORQUETA	Discordancia filitas cuarzosas	dinamometamorfismo de sedimentos marinos		

CENOZOICO
 CUARTARIO
 PLEISTOCENO
 PLIOCENO
 MIOCENO
 SUPERIOR
 INFERIOR?
 MEDIO
 PALEOZOICO
 PERMICO
 CARBONICO
 PRO-TEROZOICO

filitas de presunta edad proterozoica. Un gran hiatus abarcaría el Paleozoico inferior y ya en el Carbónico una ingresión deposita una espesa cubierta de sedimentos marinos que pasan a continentales con posterioridad. En lo que resta del Paleozoico superior se depositan sedimentos continentales y toda una gama de rocas piroclásticas, separadas por discordancias, que fueron intruidas también en este lapso por diferentes entidades ígneas.

La escala registra luego un enorme hiatus, desde el Mesozoico o la gran mayoría del mismo, hasta el Terciario, Oligoceno inclusive. Durante el Mioceno se produce sedimentación continental que prosigue en el Plioceno, discordancia angular de por medio. Al Cuartario, más exactamente Pleistoceno, corresponden varias unidades que se traducen en la alternancia de depósitos de tres niveles de agradación, tobas y efusiones de andesita y basalto. Durante el Holoceno ocurre una efusión basáltica y posteriormente se depositan no discriminados, de origen diverso.

El precedente esquema estratigráfico queda resumido en el Cuadro I.

1. PROTEROZOICO

a) *Formación La Horqueta*

Está constituida fundamentalmente por un conjunto de dinamometamorfitas de composición cuarzosa.

Stappenbeck (1934) ya reconoce la existencia de este ambiente. Dessanti (1945) reúne a dicho conjunto en los "Estratos de la Horqueta", que en 1956 denomina "Serie de la Horqueta".

El principal afloramiento se extiende en el sector noroeste de la comarca. Esta formación subyace al Carbónico, del cual está separada por corrimientos. Se relaciona por la falla con la Formación Arroyo Hondo en el paso Salinas.

Litología. Son sobre todo rocas metamórficas muy cuarzosas, que en general

pueden denominarse filitas cuarzosas, con participación subordinada de minerales micáceos. Al este del arroyo Imperial los afloramientos son de color gris verdoso, verde, pardo y pardo rojizo, distinguiéndose en partes la estratificación original, en bancos que no sobrepasan los 2 metros de espesor y coincidente por lo común con la esquistosidad.

Se componen en su mayoría por cuarzo y en menor cantidad por albita, muscovita, clorita y turmalina. Es frecuente la presencia de un mineral opaco como nódulos o motas de unos 3 mm de diámetro, cuyo material de oxidación aparece impregnando los planos de esquistosidad. Al microscopio se las ha clasificado como filitas cuarzosas, con textura granoblástica. Los xenoblastos de cuarzo suelen presentar extinción ondulada y en mortero.

La esquistosidad varía de neta a poco definida y es resultado de un fracturamiento regularmente paralelo más que de la disposición orientada de los escasos minerales planares.

Hay abundante inyección de cuarzo blanco y puro, en venas y vetas de hasta casi 1 m de espesor. En la mayoría de los casos es concordante, adaptándose a los planos de esquistosidad y a los plegamientos.

En las márgenes del río Diamante los afloramientos se componen de esquistos cuarzosos de color gris verdoso y pardo rojizo. Parte de los asomos más accidentales, en el paso Salinas, tienen características sedimentarias. Se trata de una wacke cuarzosa, muy recristalizada, con escasos granos de cuarzo y una fina matriz de cuarzo, albita, muscovita, clorita y turmalina; son abundantes las motas de mineral opaco.

La litología de esta formación aparece como resultado de un metamorfismo dinámico de características regionales, que actuó sobre sedimentos psamíticos y pelíticos. Las variaciones en sentido estructural que presentan estas rocas, pueden explicarse por diferencias

locales de presión. La asociación mineralógica es siempre la misma y corresponde a la facies de esquistos verdes, subfacies cuarzo-albita-muscovita-clorita (Turner y Verhoogen, 1963).

Según Polanski (1964) los sedimentos que derivaron en las metamorfitas arriba consideradas son marinos y depositados en un área de geosinclinal.

Edad. Stappenbeck (1934) desmembró las rocas de esta formación, repartiéndolas entre el "Precámbrico", "Paleozoico inferior metamorfizado" y "estratos de Paganzo inferiores". Groeber (1939) las considera como del Silúrico-Devónico con signo de interrogación, advirtiendo sobre la posibilidad de una edad proterozoica. Más tarde Dessanti (1945) también asigna a sus Estratos de Horqueta una dudosa edad silúrico-devónica. Rodrigo (1956) acepta igual temperamento para la "Serie de la Horqueta", especulando con la posibilidad de que pertenezca al Paleozoico inferior.

Polanski (1964) la considera de edad proterozoica (hurónica). De acuerdo a diferencias notables en la intensidad del metamorfismo a nivel regional, sugiere la posibilidad de un desdoblamiento en una unidad metamórfica precámbrica y en otra no metamórfica infrapaleozoica. González Díaz (1963) sostiene este criterio. Reconoce la unidad no metamórfica como la Formación Río Seco de los Castaños, que asigna provisoriamente al Devónico y que aflora en la región del río Atuel, aguas arriba y abajo del valle Grande; incluso llegaría algo al norte de la ruta nacional N° 144 (comunicación verbal). Al resto de los afloramientos de la "híbrida Serie de Horqueta", por sus características metamórficas, los ubica en el Proterozoico con dudas.

Padula *et al.* (1967) proponen una edad silúrico-devónica en base a informes inéditos de Di Persia, que los resume posteriormente en una publicación (Di Persia, 1969). Sustenta la datación en el hallazgo de *Pleurodyction*

sp., coral problemático tabulado casi exclusivo del Devónico, en las inmediaciones del puesto Agua del Blanco, al sur de las Lomas Negras (ver fig. 1). Además comprobó la existencia de conglomerados con rodados de calizas fósilíferas del Ordovícico.

En el estado actual de los conocimientos se prefiere asignar a la Formación La Horqueta una edad proterozoica con interrogantes. Para dilucidar éstos se hace necesario un estudio sistemático y detallado desde el sur del río Atuel hasta el borde septentrional del Bloque de San Rafael. De esta manera se vería confirmada o no la idea de la división en dos unidades.

2. PALEOZOICO

A) Carbónico

a) Formación *El Imperial*

Está constituida por una potente sucesión de psamitas, pelitas y escasas ruditas, de predominante origen marino.

Se la ha dividido en dos miembros: inferior y superior tal como lo hiciera Dessanti (1956) al considerar un "Grupo" inferior y otro superior para su Serie del Imperial.

i) Miembro inferior

Es la unidad de mayor desarrollo areal en la comarca y adquiere importancia creciente hacia la parte oriental de la misma.

Se pone en contacto con el basamento por medio de corrimientos. Es sobrepuerto concordantemente y por corrimientos, por el Miembro superior.

Litología. Se trata de areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados, en orden decreciente de participación. Las areniscas son cuarzosas, en buena medida cuarcitas y menos comúnmente algo micáceas o feldespáticas; el grano es por lo general mediano a fino, en ocasiones grueso.

Los colores son blanco, gris, pardo y rosado, en diversas tonalidades, siempre claras. Están estratificadas en bancos de espesor variable que llegan a 10 m, con frecuente estratificación entrecruzada. Pueden hacerse conglomerádicas al aumentar el tamaño de grano o al incluir muy ocasionalmente rodados de no más de 5 cm de longitud de cuarzo y rocas ígneas de composición granítica en sentido amplio.

Por su parte las pelitas, parcialmente micáceas, son de color gris, pardo, rojo y verde, por lo común en tonos oscuros. Las lutitas se presentan en muchas ocasiones con ondulitas o muy alteradas y friables. Las limolitas son masivas o se observa en ellas ondulitas o laminación entrecruzada. El espesor máximo de los bancos de rocas pelíticas llega a los 2 metros.

Areniscas y pelitas alternan repetidamente, predominando o no unas sobre otras según las localidades. El espesor total de este miembro puede estimarse en el orden de los 1500 metros.

Fósiles. Se visitó el afloramiento fosilífero cuya presencia fue puesta de manifiesto por Dessanti (1945 b). Del mismo se extrajo material en deficiente estado de conservación determinado por la doctora Castellaro.

Está ubicado a unos 3 km al sur del puesto El Imperial, sobre la margen izquierda del río Seco de los Potrillos, a pocos metros de abandonar éste el ambiente de la Formación La Horqueta. Se logró establecer que continúa sobre la margen derecha del referido curso hasta que es interrumpido por el corrimiento que vincula al Carbónico con el basamento; en este sector la fauna de braquiópodos y gastrópodos está peor conservada. La roca es un conglomerado brechoso de color gris claro, con inclusiones de filitas y cuarzo de hasta 5 cm de longitud.

Se colectaron los siguientes fósiles: *Syringothyris feruglioi* Amos, "*Neospirifer*" *leoncitensis* (Harrington), *Kitakamithyris septata* (Chronic), *Beeche-*

ria patagónica Amos, *Dielasma* cf. *D. itaitubense* Derby, "*Productidae*" gen. et sp. indet. y "*Pleurotomariacea*" gen. et sp. indet.

Dessanti (1945 b) cita la presencia de *Cyrtospirifer leoncitensis* Harrington (actualmente ubicado en el género "*Neospirifer*"), *Syringothyris keideli* Harrington y *Spirifer* cf. *supramosquensis* Ischern.

Amos (1957) asimila *Syringothyris keideli* Harrington a *Syringothyris Feruglioi* y *Septosyringothyris keideli*.

Ambiente de depositación. La presencia de la fauna mencionada permite asignar un origen marino a este Miembro inferior. Se ha depositado en un ambiente de aguas de escasa y mediana profundidad, causante de la existencia de ondulitas y estratificación entrecruzada.

En parte la sedimentación fue litoral ya que se han mencionado lutitas carbono-bituminosas con restos de vegetales carbonizados o pequeños espesores de carbón (Dessanti, 1956).

ii) *Miembro superior*

Aparece en dos grupos de afloramientos: uno se ubica al oeste del puesto La Vizcacha y el otro lo hace sobre el río Diamante al oriente del cerro Angostura.

Apoya concordante sobre el Miembro inferior y se relaciona también por corrimientos en las cercanías del río Diamante. Subyace a las formaciones Cochicó y La Josefa en discordancia angular y los contactos se dan además por fallas. Diversas entidades cuartarias le sobreponen en discordancia angular.

Litología. Predominan areniscas encontrándose en menor proporción lutitas, limolitas y conglomerados. Las areniscas son feldespáticas, en partes micáceas y de grano mediano a fino. Predominan los colores pardo amarillento, pardo rojizo y pardo claro, con gris y gris verdoso subordinados. Se traía de

wackes feldespáticas y areniscas feldespáticas.

Están estratificadas en bancos de hasta 3 y 4 m de espesor y pueden presentar estratificación entrecruzada. Tienen escasas intercalaciones lenticulares de conglomerados, con rodados que en ocasiones exceden los 5 cm de longitud y que se componen principalmente de cuarzo y rocas graníticas. Una de estas inclusiones colectada al sur de la Loma de la Piedra Verde ha sido clasificada como tonalita muscovítica.

Las lutitas y limolitas son oscuras, en colores gris y rojo, por lo general algo micáceas. Afloran en estratos de hasta 1,5 m de espesor.

La potencia total del miembro excede los 500 metros.

Edad de la formación. Stappenbeck (1934) considera a la actual Formación El Imperial dentro del "Carbonífero" al incluirla en los "estratos de Paganzo inferiores". Dessanti (1945 b, 1956) corrobora esta edad mediante invertebrados fósiles: más precisamente la asigna al Carbónico inferior. Rodrigo (1948) también la refiere a igual edad.

Según Amos (comunicación epistolar) la asociación "*Neospirifer*", *Kita kamithyris*, *Beecheria* y *Dielasma*, establecida por el estudio de los fósiles colectados, es característica para la zona de Levipustula, asignada al Carbónico medio. Al respecto puede consultarse Amos *et al.* (1963) y Amos y Rolleri (1964). Cabe aclarar que a la fecha no se ha encontrado *Levipustula*, género típico para dicha zona.

Por lo expresado arriba se ubica a la Formación El Imperial en el Carbónico medio.

B) Pérmico

a) Formación Cochicó

Bajo esta denominación se reconoce a una unidad constituida por sedimentitas clásticas, conglomerados y areniscas, que hacia arriba pasan a rocas pi-

roclásticas, fundamentalmente tobas. Por tal motivo se ha dividido a esta formación en un miembro clástico y en otro piroclástico.

i) Miembro clástico

Es homologable a la Brecha Verde (Dessanti, 1956) y a los Conglomerados brechosos del cerro Colorado (Rodrigo, 1948).

El principal asomo lo constituye una franja irregular y discontinua que comienza al norte del puesto Los Boleadores y adquiere su máxima expresión al oeste del cerro Dorado.

El contacto con la Formación El Imperial es por discordancia angular o tectónico. Subyace en forma concordante al miembro piroclástico y en discordancia angular a la Formación Malal y a las piroclastitas de La Josefa. Se expone intruido por las andesitas de esta última entidad y por la Formación Cerros Azules.

Litología. Son sedimentitas clásticas representadas sobre todo por conglomerados y areniscas. Los conglomerados de la parte inferior incluyen gran cantidad de rodados de tamaño muy variable: de 2 mm a más de 1 m. Estas inclusiones son angulosas a redondeadas, de poca esfericidad, mostrando en muchas ocasiones un hábito tabular. Se componen de filitas de basamento, areniscas carbónicas y escasa cantidad de cuarzo. La escasa matriz está representada por areniscas de igual composición que los rodados y bien cementadas por sílice. El color es verde a verde grisáceo con una frecuente pátina rojiza de óxidos de hierro. La estratificación, confusa, se dispone en bancos que no sobrepasan los 3 m de espesor.

Hacia arriba alternan con areniscas y areniscas conglomerádicas, dando lugar a una sucesión mucho mejor estratificada en bancos de 2 m de espesor máximo. Los colores son variados: pardo amarillento, gris verdoso, pardo oscuro, morado y pardo rojizo.

Las areniscas son de grano mediano a fino y cuarzosas; se trata a veces de wackes cuarzosas. En los conglomerados de los sectores superiores ha disminuido la cantidad y tamaño de las inclusiones respecto a los ya descritos; el tamaño máximo de los rodados no llega a los 15 centímetros.

Ambiente de depositación. Tal como lo comentara Polanski (1964), los conglomerados de la parte basal de este miembro clástico, pueden ser considerados como fanglomerados proximales que morfológicamente corresponden a antiguos conos de deyección. Confirma esta idea no sólo sus características, sino que están en fuerte discordancia angular, rellenando antiguas depresiones del relieve elaborado en el paisaje carbónico. La granulometría de los depósitos disminuye hacia arriba como respuesta aparente al rebajamiento del relieve de las áreas de extracción.

ii) *Miembro piroclástico*

Se han incluido aquí aquellas tobas ya citadas por Stappenbeck (1934) como "tobas violáceas de pórfido cuarcífero". Dessanti (1956) engloba dentro de su Serie de Cochicó a dicha litología y amplía la extensión de los depósitos.

El miembro clástico de la unidad que estamos considerando le subyace concordante. El piroclástico de la Formación La Josefa y la Formación Malal lo cubren en discordancia angular; además con el primero se pone en contacto por falla. Se ve intruido por las andesitas de la Josefa.

Litología. Está constituido por una sucesión de tobas, en parte lapillíticas y brechosas, de colores gris, gris verdoso y gris violáceo. Son masivas o insinúan en partes una estratificación poco conspicua, como resultado de la disposición paralela de una desigual densidad de inclusiones. Estas llegan excepcionalmente a 20 cm de longitud y son angulosas por lo común, se componen

de filitas, areniscas, limolitas y rocas andesíticas.

Las tobas gris-verdosas y gris-violadas son dacíticas, cristalovítreas en la mayoría de los casos. Macroscópicamente se distinguen partículas de cuarzo, plagioclasa y biotita, que pueden llegar a 2 ó 3 mm de longitud. Al norte del puesto Los Boleadores estas rocas engloban bloques de una andesita gris con fenocristales de plagioclasa y de escasos féimicos; se la clasificó como andesita con hornblenda. De igual forma al sur del puesto Agua de las Yeguas, sobre la margen derecha del arroyo Pantanito y al este de la Loma de la Piedra Verde, se encuentran lapillis y pequeños bloques de una roca ígnea blanquecina, muy alterada y friable. Un análisis microscópico a grano suelto revela la presencia de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico muy reemplazados por calcita y biotita transformada en clorita.

Si bien las tobas mencionadas hasta el momento se clasificaron como dacíticas, cabe la posibilidad de que sean riodacíticas, a pesar de la escasa cantidad de ortosa como fenoclastos, al no poder resolverse la composición de las matrices al microscopio.

Al norte y este del arroyo Maulino son de un color gris a gris claro más frecuentemente lapillíticas y brechosas. La composición es riodacítica, con ortosa pertítica. Una parte de los afloramientos ubicados al naciente del arroyo Bajada del Rodeo incluyen bloques de una andesita rojo pardusca, con pequeños fenocristales de plagioclasa.

Suelen encontrarse diaclasas en 3 y 4 juegos y venas y venillas de calcita, fluorita y cuarzo. El espesor máximo aflorante de este miembro se estima entre 100 y 120 m.

Edad de formación. Varios autores han asignado diversas edades a la Formación Cochicó, problema difícil de resolver por la falta de documentación fosilífera. Stappenbeck (1934) ubica a las tobas en el Carbónico, dentro del grupo medio de los Estratos de Pagan-

zo. Holmberg coloca a sus areniscas atigradas en el Pérmico con interrogantes y a las tobas violáceas y areniscas rosadas en el Triásico inferior. Rodrigo (1948) asigna a las tobas y a los Conglomerados brechosos de cerro Colorado una edad pérmica. Dessanti (1956) adjudica igual edad a la Brecha Verde y Serie de Cochicó, pero con reservas. Por su parte Polanski ubica a los Conglomerados brechosos del cerro Colorado en el Carbónico medio a superior y a la Formación Cochicó en el Carbónico superior. Dessanti y Caminos (1967) citan una edad absoluta de 276 ± 13 m. a. para una toba proveniente de la región de El Nihuil, es decir Pérmico inferior o límite Carbónico-Pérmico.

Con certeza sólo se sabe que es posterior a la Formación El Imperial de edad carbónica media y anterior a la Formación La Josefa, muy probablemente pérmica superior. En base a estos elementos de juicio y al dato de edad absoluta, se ubica provisoriamente a la Formación Cochicó en el Pérmico inferior. Su depositación pudo haber comenzado en el Carbónico superior.

b) Formación La Josefa

Se ha englobado en esta entidad a un conjunto de rocas piroclásticas andesíticas que varían entre tobas y aglomerados, y a andesitas que intruyen a las primeras.

Dessanti (1956) la incluye en la Serie Porfírica, al igual que Rodrigo (1948). Constituye una parte de la Serie Porfírica Supratriásica o "Choyoyilitense" de Groeber (1946, 1951, 1952) y de la Asociación Volcánica Tardiovariscica de Polanski (1956, 1958, 1964), al igual que las formaciones Cerros Azules y Malal.

Con esta entidad se inicia un ciclo magmático que se traduce en una asociación andesita-dacita (Formación Cerros Azules) y que culmina en una facies riódacítica (Formación Malal) durante el Pérmico superior.

i) Miembro piroclástico

Constituye la primitiva "Serie Volcánica de la Josefa" (Dessanti, 1956).

Apoya en discordancia angular sobre las formaciones El Imperial y Cochicó y también se pone en contacto por falla. Está intruido por las andesitas de esta formación y por los pórfiros de Cerros Azules.

Litología. Abarca toda la gama de rocas piroclásticas siempre de composición andesítica. Los términos más abundantes son brechas, aglomerados y lapillitas, con sus variedades intermedias. Están mal estratificadas en bancos de espesor variable que llegan hasta 4 ó 5 m de potencia. El espesor total puede calcularse en varios centenares de metros.

Los aglomerados volcánicos tienen buen desarrollo al oeste del puesto La Josefa y en la Loma de la Piedra Verde. El tamaño de los bloques puede sobrepasar excepcionalmente los 2 m de largo. El color de los afloramientos es gris verdoso oscuro, con una matriz muy alterada y friable.

Las brechas predominan al occidente del arroyo del Alumbre, estando intercaladas en otros lugares con aglomerados y lapillitas. Presentan iguales características que los aglomerados e incluyen también bloques redondeados y subangulosos de andesitas. Estas son grises y gris verdosas, con fenocristales de plagioclasa de hasta 3 y 4 mm de longitud, anfíboles de hábito acicular o fémicos alterados. No son muy frecuentes los bloques angulosos.

Las lapillitas tienen una distribución menor. Pueden ser de color gris verdoso o como ocurre a menudo rojo parduscas, con lapillis angulosos de andesitas alteradas que se destacan por su color más claro. Son grises, gris claras y blanquecinas, distinguiéndose a veces pequeños fenocristales de plagioclasa y anfíbol. El término de menor granulometría, las tobas, es de escasa participación. Algunos afloramientos de lapilli-

tas muestran pasajes a tobas. A 1 km al nordeste de la mina Los dos Amigos, están bien expuestas tobas de color gris verdoso, muy alteradas.

ii) *Miembro hipabisal*

Dessanti (1956) lo consideró como andesitas ("porfiritas") intrusivas.

Intruye al Miembro inferior de la Formación El Imperial, al clástico de Cochicó y al piroclástico de la que se considera. A su vez está instruido por una roca dacítica asignada a la Formación Cerros Azules en las cabeceras del arroyo Bajada del Rodeo.

Litología. Se trata de andesitas de colores rojo pardusco, gris claro y oscuro y pardo rojizo. Constituyen lomadas y cerros aislados o están intruyendo a otras litologías como pequeños cuerpos intrusivos y diques.

Macroscópicamente se distinguen fenocristales de plagioclasa blanquecina de hasta 2 mm de longitud, otros muy pequeños de fémicos y anfíbol de hábito acicular. El análisis microscópico indica una pasta en proceso de desvitrificación a un material criptocristalino de baja birrefringencia y la presencia de un 80 % de fenocristales de oligoclasa, pigeonita y escaso anfíbol. Han sido clasificadas como andesitas con pigeonita.

Los contactos más claros de estas intrusiones con las tobas de Cochicó se observan al norte y a 500 m al sudoeste del puesto Los Bolcadores. Las aureolas de contacto no pasan de los 15 cm de ancho, haciéndose más oscuro el color de la roca de caja.

Se incluyen además en este miembro a diques de composición andesítica y basáltica. Uno de ellos, andesítico, aflora por algo más de 3 km pasando por el faldeo sur del cerro Dorado con rumbo N 50° E. Es vertical, con un espesor de 8 m. La roca, de color pardo y muy alterada, tiene fenocristales de plagioclasa de unos 3 mm de longitud. Afecta al Carbónico y a la Formación Cochicó.

Otros dos de igual composición y sub-verticales, se localizan uno a 1,5 km al sudoeste del puesto La Vizcacha intruyendo al Miembro superior del Carbónico y el otro en las nacientes del arroyo Alumbre afectando en este caso a tobas de Cochicó. Las rocas son de color pardo claro y gris, con pequeños fenocristales de plagioclasa. El espesor no sobrepasa los 1,5 metros.

Un dique basáltico intruye a piroclásticas de La Josefa frente al cerro Angostura y llega a las proximidades del río Diamante con rumbo N 25° E. La roca es de color gris oscuro, con pátina pardo rojiza y se la clasificó como basalto.

Edad de la formación. El conjunto de rocas incluido aquí en la Formación La Josefa, ha sido variadamente ubicado en la escala cronológica. Stappenbeck (1934) lo asigna al Carbónico dentro del "grupo superior de los Estratos de Paganzo". Dessanti (1956) lo considera del Triásico inferior, al igual que Rodrigo (1948).

Se propone ubicar a esta formación dentro del Pérmico superior. Yace en discordancia sobre la Formación Cochicó, muy probablemente pérmica inferior. Forma parte de una asociación andesita-dacita-riodacita que en la hoja 27 d "San Rafael" llega hasta riolítica y en la cual está datada como pérmica superior (González Díaz, 1963, 1966), con posibilidades que invada parte del Triásico inferior. Según este mismo autor la Formación La Josefa sería correlacionable con la Formación Quebrada del Pimiento de dicha asociación, denominada Grupo Cerro Carrizalito (comunicación verbal).

c) *Formación Cerros Azules*

Se propone el término de Formación Cerros Azules para los pórfiros dacíticos que afloran principalmente al este de la comarca, a la altura de los Cerros Azules, localidad elegida como tipo. Allí la litología se muestra en su aspecto

más representativo y está muy expuesta en una abrupta barranca entre las cumbres de dichos cerros y la orilla del río Diamante. Este desnivel se estima en el orden de los 100 metros.

Stappenbeck (1934) denominó a estas rocas pórfiros cuarcíferos. Dessanti (1956) las identificó como pórfiros oscuros intrusivos. Rodrigo (1948) también las cita con igual denominación.

Intruye a la Formación El Imperial, a areniscas y conglomerados de Cochicó y a piroclastitas de La Josefa en la margen izquierda del arroyo del Alumbre a 200 m de su desembocadura en el río Diamante. Las andesitas de esta última entidad se ven intruidas en las nacientes del arroyo Bajada del Rodeo.

Litología. Se trata de pórfiros dacíticos que en forma de cuerpos intrusivos, diques y filones capa afectan a diversas entidades. Por lo general la roca es fresca y masiva, atravesada por tres y cuatro juegos de diaclasas.

En la zona de los cerros Azules y hacia el sur de éstos, los pórfiros son de color gris verdoso y verde oscuro, con fenocristales de cuarzo subhedral y plagioclasa de hasta 5 y 6 mm de longitud. En los afloramientos situados en el cerro Colorado, cerro Angostura, inmediaciones del arroyo Bajada del Rodeo y otros de menor importancia, se presentan de un color más claro, rosado a rosado grisáceo. Se destacan fenocristales euhedrales de cuarzo, como perfectas bipirámides hexagonales, con una longitud del orden de los 5 mm; los de plagioclasa son rosados y algo menores y los escasos de biotita se alteraron a clorita. La pasta es un agregado fino de cuarzo, plagioclasa y clorita; constituyen un 25 % del total y ha atacado los rebordes de varios fenocristales.

Sobre el río Diamante, arroyo del Alumbre y en la mina Las Aguilas los afloramientos adquieren tonos blanquecinos debido a un proceso general de caolinización. Los contactos con las rocas de caja son intrusivos, netos y discordantes. Las aureolas de alteración

son escasas, alcanzando en el mejor de los casos de 10 a 15 cm. Se manifiestan como un ligero oscurecimiento y silicificación de la roca albergante.

Esta formación es importante bajo el punto de vista económico ya que a su fase hidrotermal se deben las explotaciones, ya abandonadas, de fluorita y galena (ver mapa geológico). No hay indicios de dichos minerales fuera del ámbito de influencia de los pórfiros y su intrusión es inmediatamente posterior a la Formación La Josefa, entidad más joven en la que se encuentran tales manifestaciones.

Son frecuentes además venas y venillas de fluorita, calcita y cuarzo que atraviesan esta litología o que se emplazan sobre los contactos con las rocas de caja, pasando en ocasiones a éstas.

Se incluyen dentro de esta unidad a dos pequeños cuerpos dacíticos ubicados en las cabeceras del arroyo Bajada del Rodeo. El principal de ellos mide unos 300 m de largo por 100 de ancho, intruyendo separadamente a tobas de Cochicó y a andesitas de la Formación La Josefa. La roca es rojo pardusca, de textura porfírica, con escasos fenocristales de cuarzo de no más de 1 mm de largo; los hay también de oligoclasa. La pasta de grano muy fino, se compone de plagioclasa, clorita y cuarzo. Ha sufrido un intenso proceso de silicificación manifestado por agregados más gruesos de cuarzo y en parte ha sido invadida por calcita. Se la clasificó como dacita alterada.

Edad. Stappenbeck (1934) asigna a estas rocas una edad carbónica al incluirlas dentro del "grupo superior de los Estratos de Paganzo". Dessanti (1956) las consideró pérmicas con dudas, al ser posteriores a su Brecha Verde. Por último Rodrigo (1948) las sitúa en el "límite inferior de la parte basal del Pérmico Superior" en base a igual criterio estratigráfico.

Se propone una edad pérmica superior para la Formación Cerros Azules.

Es inmediatamente anterior a la Formación Malal datada como de homologable edad y junto con ésta, forma parte de la secuencia andesita-dacita-riodacita aquí determinada. Esta datación concuerda con la propuesta por González Díaz (1963) para su Formación Agua de los Noques, integrante del Grupo Cerro Carrizalito y también de composición dacítica.

d) *Formación Malal*

Con esta denominación se distingue a un conjunto de rocas piroclásticas riodacíticas entre las que predominan tobas.

Stappenbeck (1934) las coloca dentro del "grupo superior de los Estratos de Paganzo" y Dessanti (1956) las distingue como "Serie Volcánica Malal".

Cubre en discordancia angular a las siguientes unidades: Miembro inferior de El Imperial, piroclastitas de La Josefa y Formación Cochicó.

Litología. Son rocas riodacíticas, tobas en su mayoría, con participación subordinada de toda la gama de piroclastitas de granulometría mayor hasta el término de brechas lapillíticas. El espesor estimado de esta formación es de 50 a 60 m.

Las tobas, cristalolíticas y cristalovitreas, suelen ser lapillíticas y de color gris claro. Los fenoclastos cristalinos son de cuarzo hialino, a veces euhedral, feldespato blanco a blanco rosado y biotita negra en ocasiones como cristallitos hexagonales. Los tamaños más comunes se mantienen en el orden de los 2 mm. Los fenoclastos líticos, por lo general angulosos, pueden llegar a los 3 cm de longitud y se componen de andesitas, rocas del basamento y areniscas. Al microscopio los elementos cristalinos principales son cuarzo, oligoclasa-andesina con zonalidad o fenómenos de albitización, ortosa por lo común pertítica y biotita. Las pastas, vítreas, se han desvitrificado en partes a agregados muy finos de baja birrefringencia.

El sustrato más frecuente de esta formación lo integran rocas piroclásticas de la Formación La Josefa, sobre las que apoya en discordancia angular. Se transcribe en forma resumida el siguiente perfil columnar, levantado al norte del arroyo Agua de las Vacas. De arriba hacia abajo:

Formación Malal

25 m: Toba lapillítica, en partes lapillita brechosa, gris, riodacítica.

2 m: tobas y tobas lapillíticas, grises y gris verdosas, dacíticas, cristalolíticas y vitrocrystalinas.

Discordancia angular.

Formación La Josefa (miembro piroclástico).

El análisis de esta columna indica que hubo escasas acumulaciones piroclásticas de composición dacítica previas al carácter riodacítico de la Formación Malal. Al igual que los pórfiros de Cerros Azules se relacionan con un estado menos ácido en la evolución magmática, que condujo luego a la gran deposición de piroclastitas riodacíticas. La Formación Malal constituye entonces el extremo ácido de la secuencia andesita-dacita-riodacita del ciclo volcánico post-Cochicó hallado en esta zona.

Edad. Stappenbeck (1934) considera carbónica a esta litología. Dessanti (1956) ubica a su Serie Volcánica del Malal dentro del Triásico superior con interrogantes. Finalmente González Díaz (1963, 1966) hace un aporte fundamental para la datación, en base al hallazgo de reptiles fósiles. Según el mencionado autor la Formación Malal es homologable a la Formación Cerro Carrizalito que aflora en el ámbito de la hoja 27 d "San Rafael" (comunicación verbal). Esta entidad yace en discordancia bajo la Formación Puesto Viejo, cuya base podría ser ubicada dentro de la parte superior del Triási-

co inferior. Dicha deducción es posible gracias a la presencia de Therapsidas de los infraórdenes Dicynodontia y Cynodontia hacia la sección superior de la formación. Casamiquela en un informe previo (Apéndice paleontológico, González Díaz, 1963) les asigna una edad preladiniana. Bonaparte (1966 a, 1966 b), sobre la base de un estudio más detallado y nuevos hallazgos, los asigna a la parte más alta del Triásico inferior o al Triásico medio bajo.

De esta manera la Formación Cerro Carrizalito queda prácticamente restringida al Pérmico superior, existiendo la posibilidad de que pudiera corresponder al Triásico inferior bajo. Por extensión se ubica a su homologable Formación Malal dentro del Pérmico superior, dejando abierta aquella última posibilidad.

3. CENOZOICO

A) Terciario

i) MIOCENO

a) *Formación Aisol*

Se trata de areniscas de grano fino y mediano, a veces limosas, masivas o dispuestas en bancos subhorizontales de hasta 1 m de potencia. Son de color pardo rojizo a pardo amarillento, en partes con estratificación entrecruzada. El espesor expuesto es de unos 10 metros. Dessanti (1956) asigna a los "Estratos de Aisol", correspondientes al Santacruceano, una edad miocénica, en base al hallazgo de vertebrados fósiles.

b) *Formación Arroyo Hondo*

Son areniscas pardo rojizas y amarillentas, estratificadas en bancos de hasta 3 y 4 m de espesor, con intercalaciones lenticulares de lapillis blanquecinos. Según Dessanti (1956) sus Estratos del Arroyo Hondo forman parte de los sedimentos santacruceanos y constituyen la parte superior de una espesa pila sedimentaria miocénica.

ii) PLIONENO

a) *Formación Diamante*

Su litología consta de areniscas de granos mediano a fino, de colores pardos y grises y conglomerados con clastos de rocas diversas en su mayoría procedentes de la Cordillera: basaltos, andesitas, calizas, margas y tobas. Los estratos constituyentes, subhorizontales, no sobrepasan los 2 m de espesor. Dessanti (1956) correlaciona a los "Estratos del Diamante" con depósitos araucanenses de las Huayquerías de San Carlos, pliocénicos de acuerdo al contenido de una fauna de mamíferos.

B) Cuartario

i) PLEISTOCENO

a) *Formación Los Mesones* (Primer Nivel)

Forma un remanente que se apoya sobre la Formación Diamante, con un espesor siempre inferior a 1 metro. Está constituido por rodados mezclados con arena nunca mayores a los 15 cm de longitud, bien redondeados y con gran predominio de calizas y margas, fosilíferas, provenientes de la Cordillera. Dessanti (1956) y Polanski (1964) le asignan una edad pleistocena inferior, sobre la base de que es post-pliocena.

b) *Andesita 4*

Su posición estratigráfica es poco clara. Según Dessanti (1956) podría ser anterior a la actual Formación La Invernada, al incluir ésta rocas andesíticas muy similares a la que se está considerando. La roca es de color gris claro con fenocristales de plagioclasa y anfíbol. Se la clasificó como andesita con lamprobolita. Groeber (1939) y Dessanti (1956) la ubican dentro del Pleistoceno. Polanski (1964) al considerarla dentro de la Asociación Volcánica Neopleistocenana, la refiere al Pleistoceno superior.

c) *Formación La Invernada*
(Segundo Nivel)

Es hipsométricamente más baja que la Formación Los Mesones (Primer Nivel). Según Dessanti (1956) está formada por bancos de conglomerados y arenas. También menciona tobas referidas en la actualidad a la Asociación Piroclástica Pumícea. Este autor y Polanski (1964) la ubican en el Pleistoceno, superior para el último de los nombrados.

d) *Asociación Piroclástica Pumícea*

Se trata de tobas de moderada compacidad y de color rosado blanquecino. El vidrio que las constituye es de composición riolítica. Según Polanski (1964), fundador de la unidad, por esta litología se correspondería con el miembro superior, tobáceo aglutinado. Dicho autor le asigna una edad pleistocena superior.

e) *Basalto IV*

El Basalto IV aflora en la mayor parte de la ladera oriental del cerro Diamante y sobre la margen derecha del río Diamante en forma esporádica. También lo hace sobre la margen izquierda en dos pequeños afloramientos: uno sobre el faldeo occidental del cerro Colorado y otro frente al cerro Angostura. Es un basalto olivínico con fenocristales de olivina no mayores a los 2 mm y pasta afanítica de color negro. Son lavas en su mayoría, en partes amigdaloides, con depósitos subordinados de lapilli y cenizas. Groeber (1939), y Dessanti (1956) lo refieren al Pleistoceno, superior para Polanski (1964).

f) *Formación Las Tunas*
(Tercer Nivel)

Los afloramientos principales se sitúan sobre ambas márgenes del río Diamante, entre el cerro Colorado y el Paso Salinas. Esta formación, que co-

rresponde al Tercer Nivel de Agradación, ocupa una posición altimétrica superior que el Segundo Nivel (Formación La Invernada) a pesar de constituir éste una acumulación más antigua. Este hecho se debe a que coladas de Basalto IV indicaron parcial y temporariamente al río Diamante creando un nuevo nivel de base transitorio (González Díaz, 1964). Está muy disectada alcanzando un espesor máximo de unos 3 m. Se componen de rodados mezclados con arena, de tamaño no mayor a los 30 cm de andesitas, basaltos, calcáreos fosilíferos y tobas de la Asociación Piroclástica Pumícea. Fue definida por Polanski (1963) que la ubica en la parte más alta del Pleistoceno.

ii) HOLOCENO

a) *Basalto VI*

Son depósitos escoriáceos de lapillis, bloques y cenizas, con escasas intercalaciones de lavas. Las laderas meridionales de los cerros Chico y Morado se hallan sumamente alteradas a óxidos de hierro. Del pie del cerro Morado se extiende una pequeña colada en dirección al río Diamante. Todas estas efusiones son de color pardo rojizo a rojo pardusco, con pequeños fenocristales de olivina. Polanski (1963) las incluye en la Asociación Volcánica Postglacial, referida al Holoceno.

b) *Depósitos cuaternarios indiscriminados*

Bajo esta denominación se reúne a un conjunto heterogéneo de sedimentos postglaciales y actuales. En los alrededores de la mina Los dos Amigos existen pequeños afloramientos de limos parecidos al loess, cuyos espesores no exceden de los 2 m. Los depósitos arenosos están muy desarrollados. Son de origen eólico e incluso forman médanos. En el lecho de los arroyos y sobre todo en el río Diamante se encuentran sedimentos de muy variada granulometría.

B. ESTRUCTURA

La estructura de la comarca es compleja como consecuencia de varios movimientos que hicieron sentir su influencia y que corresponden a la fase Assyntica y a los ciclos Varísico y Andico. Predomina una estructura de corrimientos y fallas, con escasos plegamientos, que adquieren importancia en las rocas de la Formación La Horqueta. La datación de los movimientos es en ciertos casos dificultosa ante la falta de valederos elementos de juicio.

Fase Assyntica

En los primitivos sedimentos de la Formación La Horqueta de probable edad proterozoica y concomitantemente con el metamorfismo, se han desarrollado pequeños anticlinales y sinclinales apretados cuyas longitudes de onda varían de 5 m a unos 50 m menos frecuentemente. En general los planos axiales son verticales, con rumbo submeridional; también se observan pliegues isoclinales, en abanico y acostados. Los rumbos predominantes de la esquistosidad oscilan entre N 30° W y N-S, con inclinaciones hacia el poniente que varían de 28° a 40°.

CICLO VARÍSCICO

Fase Astúrica

Otros movimientos que corresponderían a la fase Astúrica del ciclo Varísico afectaron, tal como lo prueba la discordancia angular con la Formación Cochicó, a la espesa sucesión de sedimentitas carbónicas, la que es inclinada y poco plegada. Presentan una disposición homoclinal por largos trechos; los rumbos varían de N 20° W a N 20° E y las inclinaciones entre 22° y 40° hacia el SW y NW. El Miembro superior al sur de la Loma de la Piedra Verde presenta inclinaciones del orden de 70° al SW.

Fuerzas comprensionales provenien-

tes del oeste son las responsables de una serie de corrimientos. El más occidental de ellos se ubica sobre el curso del río Diamante, a unos 700 m al oeste del puesto Agua del Toro. Posee un rumbo aproximado N-S y una inclinación de 30° W; pone en contacto a la Formación La Horqueta con el Miembro inferior de El Imperial.

Ambos miembros de esta entidad quedan vinculados por medio de otro corrimiento en las inmediaciones de las desembocaduras de los arroyos Maulino y María Josefa en el río Diamante. El plano inclina unos 40° al oeste y se halla bastante cubierto.

El corrimiento más importante es el que vincula a la Formación La Horqueta con el Miembro inferior de la Formación El Imperial en el cuadrante nor-oriental de la comarca. Tiene un rumbo general NNE-SSW, para cambiar más al sur a NE-SW. La inclinación del plano es de 30° a 50° hacia el poniente.

Fase Saálica

Frente al cerro Angostura y a corta distancia de la Loma de la Piedra Verde un importante corrimiento logra que conglomerados de Cochicó y estratos del Miembro superior de la Formación El Imperial queden "cabalgados" por el Miembro inferior de esta última entidad. La magnitud de este desplazamiento es de algo más de 1 km. El rumbo general del plano es NW-SE con una inclinación variable de 40° a 50° W sobre el río Diamante a unos 10° W cerca de la loma de la Piedra Verde.

Al sur de la loma del Rincón Negro una falla de empuje pone en contacto al Miembro inferior de la Formación El Imperial con el clástico de Cochicó.

Estas líneas estructurales que afectaron como entidad más joven a la Formación Cochicó, son interpretadas como pertenecientes a un episodio inicial dentro de la fase Saálica, presunta responsable también de los eventos mag-

máticas adjudicados al Pérmico superior.

CICLO ANDICO

El ciclo Andico se inicia en el Mioceno inferior con la Primera o Segunda Fase del Segundo Movimiento de Groeber y según Polanski (1964) "se acentúa por primera vez la diferencia estructural y geomorfológica entre el bloque ascendido (Bloque de San Rafael) y las depresiones que lo rodean" (Depresión de los Huarpes en nuestro caso). Sólo un pequeño sector de la misma, en el Paso Salinas y adyacencias, es objeto de este estudio.

Los depósitos miocénicos que rellenan la depresión son afectados por la Tercera Fase del Segundo Movimiento de Groeber, que corresponde a la fase del Movimiento Tectónico Mioceno de Polanski (1963). Debido a ello están sumamente plegados y en partes dislocados. Suelen predominar pliegues en abanico de amplitud no mayor a los 10 ó 15 m, con planos axiales por lo común verticales a subverticales.

Durante el Pleistoceno, cronológicamente ubicada entre el segundo y tercer ciclo de agradación, se produce una falla de extensión regional, que en la actualidad sólo tiene expresión morfológica. Se extiende con rumbo NW-SE en la parte sur de la comarca, poniéndose de manifiesto fuera de la misma, ya más al sur, como una escarpa en el ámbito de riolitas pérmicas (González Díaz, comunicación verbal). Está también identificada por la disposición alineada de algunos aparatos volcánicos con emisiones de Basalto IV: cerro Diamante y rebasando los límites de la zona en estudio, cerro Negro de las Salinas, cerro de las Bolas, cerro Arroyo Hondo. Limita además por el poniente a los afloramientos terciarios ubicados en las inmediaciones del real del puesto Pantanito y en la Loma de los Huai-cos. A expensas de esta línea de debilidad tectónica se produce una reactiva-

ción del vulcanismo en el Holoceno, con nuevas efusiones basálticas (Basalto IV): cerro Negro de las Salinas, cerro Chico y cerro Diamante.

Dentro del ciclo Andico se incluye a un intenso fallamiento que afecta principalmente a la Formación El Imperial y en menor medida a las formaciones pérmicas, en especial a las vulcanitas. Teniendo en cuenta que por lo general la existencia de estas fallas se traduce en escarpas bien conservadas y con apreciables diferencias de nivel, se deduce que son posteriores a la disección de una peneplanicie formada durante la gran mayoría del Mesozoico y el Terciario inferior (Peneplanicie exhumada del Bloque de San Rafael, Polanski, 1963). No obstante cabe la posibilidad de que algunas pertenezcan al ciclo Variscico.

El fallamiento es gravitacional y por lo común en pequeños bloques. Los planos de fractura poseen inclinaciones que varían entre 60° y 90°; la orientación de los mismos es variada, predominando los rumbos ENE-WSW y WNW-ESE y adoptan una disposición paralela o subparalela. Muchas veces encierran fallas posteriores transversales y en ocasiones perpendiculares, de iguales características, como ocurre al sur de la mina Gibraltar, en el cerro Colorado, en los alrededores del puesto Los Boleadores y al sur de la loma del Rincón Negro. Al sudoeste de la mina Gibraltar los bloques de falla tienden a tomar en partes una disposición "en abanico".

Una de estas fracturas pone en contacto en la mayor parte de su recorrido, parcialmente aprovechado por el arroyo del Alumbre, a estratos carbónicos con rocas piroclásticas de la Formación La Josefa. La datación en este caso es factible, dado que afectó a la Formación Las Tunas. Un pequeño remanente de la misma ocupa una posición altimétrica superior a otros de sus afloramientos. Se lo ubica en la margen derecha del arroyo El Alumbre, sobre su

confluencia con el río Diamante. Por lo tanto la edad de la falla es cuarteria, posiblemente del límite Pleistoceno-Holoceno.

C. HISTORIA GEOLÓGICA

La comarca en estudio se caracteriza por presentar rocas de edades proterozoica (?), paleozoica superior (que en partes podrían alcanzar el Triásico inferior) y cenozoica. No estarían representados el Paleozoico inferior ni el Mesozoico.

Los acontecimientos se inician con la depositación de sedimentos psamíticos y pelíticos dentro de un geosinclinal probablemente proterozoico. Estos sedimentos son afectados luego por la orogenia Assyntica (?) que conduce a un dinamometamorfismo regional, cuyo grado pertenece al de la facies de esquistos verdes. Concomitantemente se producen inyecciones de cuarzo.

Un gran hiatus abarcaría el Paleozoico inferior. Posteriormente en el Carbónico medio se deposita la Formación El Imperial, constituida por un potente conjunto de sedimentitas marinas neríticas y en partes litorales (Miembro inferior) que hacia arriba transitan a continentales (Miembro superior). Todo este conjunto, en el que predominan areniscas y lutitas, es inclinado, poco plegado y afectado por corrimientos durante la Fase Astúrica y sobrepuesto luego en discordancia angular por depósitos continentales fanglomerádicos y areniscosos y por tobas. Esta litología pertenece a la Formación Cochicó, de probable edad pérmica inferior.

La fase Saálica produce un importante corrimiento, sobreviniendo luego una intensa actividad magmática que se desarrolla en el Pérmico superior y quizás también en la parte baja del Triásico inferior. Como resultado de la misma se deposita toda la gama de rocas piroclásticas acompañadas por cuerpos intrusivos, que en conjunto evolucio-

nan de una composición andesítica a riódacítica, pasando por dacítica. Representan respectivamente las Formaciones La Josefa, Malal y Cerros Azules.

Un segundo y extenso hiatus se registra en el Mesozoico o en casi su totalidad y en el Terciario premiocénico. En todo este prolongado lapso se supone que hubo gran tranquilidad tectónica que favoreció la elaboración de una peneplanicie. Durante el Mioceno inferior con la Primera o Segunda Fase del Segundo Movimiento de Groeber, el Bloque de San Rafael es ascendido diferenciándose de la Depresión de los Huarpes. Se inicia entonces una sedimentación continental que constituye las Formaciones Aisol y Arroyo Hondo.

En el Mioceno alto, con la Tercera Fase del Segundo Movimiento de Groeber (Fase del Movimiento Tectogénico Mioceno, Polanski, 1963) se pliegan y dislocan los estratos miocenos ubicados en el Paso Salinas.

El mismo autor supone que durante la Fase Tectónica Inicial, en el Plioceno, y concomitantemente con la sedimentación continental de la Formación Diamante, la Cordillera se elevó mientras la zona pedemontana descendía. Dicha formación que completó el sepultamiento casi completo del antiguo bloque premesozoico, es ligeramente flexurada en el límite Plio-Pleistoceno por la Fase Principal del Tercer Movimiento de Groeber (Fase Neotectónica Principal).

Con la primera etapa de la Fase Neotectónica Póstuma (Polanski, 1963) se crean las condiciones para la formación del primer nivel de agradación, como respuesta al levantamiento de la Cordillera. Dicho ciclo constituye la Formación Los Mesones, referida al Pleistoceno inferior. Sobrevienen luego las efusiones de "Andesita 4" que forman el núcleo del cerro Diamante.

La segunda etapa de la Fase Neotectónica Póstuma, trae como consecuencia el principio de la exhumación de la vieja superficie peneplanizada hasta

ese momento sepultada por la cubierta terciaria. A la vez ocasionada la disecación del primer nivel de agradación y la formación del segundo (Formación La Invernada). El río Diamante comienza a labrar un profundo cañón para mantener el equilibrio ante el ascenso, a expensas de las friables sedimentitas terciarias y del viejo sustrato peneplanizado.

Más tarde, a principios del Pleistoceno superior se depositan las pumicitas de la Asociación Piroclástica Pumícea y posteriormente ocurren efusiones de "Basalto IV". Luego sobreviene la deposición del tercer nivel de agradación (Formación Las Tunas), que debe su existencia a la primera etapa de la Fase Neotectónica Final (Polanski, 1963), la cual es responsable también de una intensificación en la exhumación de la peneplanicie. Durante el Holoceno se producen emisiones de "Basalto VI". Por último se depositan una serie de sedimentos no diferenciados en el presente estudio.

Se atribuye a los movimientos del ciclo Andico un intenso fallamiento gravitacional, principalmente en pequeños bloques.

IV. CONCLUSIONES

1ª Se asigna a la Formación El Imperial una edad carbónica media en base al hallazgo de nuevos fósiles.

2ª El vulcanismo neopaleozoico comenzaría en el límite Carbónico-Pérmico con la Formación Cochicó, de composición dacítica y riódacítica. Es evidente que hay manifestaciones previas, principalmente andesíticas, reconocibles en los clastos de sus piroclástitas pero no afloran en el área estudiada.

La Brecha Verde (Dessanti, 1956) o los Conglomerados brechosos del cerro Colorado (Rodrigo, 1948), se consideran como un miembro clástico de aquella entidad.

3ª Existe una completa secuencia volcánica, que evoluciona hacia un ápi-

ce ácido, con posterioridad a la deposición de Cochicó. Sería equivalente al Grupo Cerro Carrizalito (González Díaz, 1963).

Dicha secuencia se inicia con las piroclástitas andesíticas y andesitas intrusivas de la Formación La Josefa. Continúa con los pórfiros dacíticos de Cerros Azules y culmina con las rocas piroclásticas riódacíticas de la Formación Malal.

Se ha dividido a la Formación La Josefa en un miembro piroclástico y en otro hipabisal.

A estos importantes episodios volcánicos se los considera relacionados, al menos en parte, con los movimientos de la fase Saálica.

4ª El vulcanismo neopaleozoico es ubicado dentro del Pérmico, con posibilidades de que alcance la parte baja del Triásico inferior.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Amos, A. J., 1957. *New Syringothyrid brachiopods from Mendoza, Argentina*, Jour. Pal., XXXI 1, 60, Tulsa.
- Amos, A. J.; Baldi, B. A. y Csaky, A., 1963. *La fauna del Carbónico medio de la Formación La Capilla y sus relaciones geológicas (Calingasta, San Juan)*. Rev. Asoc. Paleont. Arg., III, 4, 123-132, Buenos Aires.
- Amos, A. J. y Rolleri, E. O., 1964. *El carbónico marino en el valle Calingasta-Uspallata (San Juan-Mendoza)*. Bol. Inf. Petr., 368, Buenos Aires.
- Bianchi, E. F., 1968. *Contribución a la Geología (en particular vulcanismo pérmico) del área del Bloque de San Rafael comprendida entre el río seco de Las Peñas y el arroyo puesto El Durazno (Provincia de Mendoza)*. Trabajo Final de Licenciatura; Fac. Cs. Exac. y Nat., UBA. Inédito.
- Bonaparte, J. F., 1966 a. *Cronología de algunas formaciones triásicas, argentinas basada en restos de tetrápodos*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI, 3, Buenos Aires.
- 1966 b. *Sobre nuevos terápsidos triásicos hallados en el centro de la Provincia de Mendoza, Argentina*. Acta Geol. Lilloana, VIII, Tucumán.
- Burckhardt, C. y Wehrli, H., 1900. *Profils géologiques transversaux de la Cordillere Argentinno-Chilienne*. An. Mus. La Plata.

- Dessanti, R. N., 1945 a. *Informe geológico preliminar sobre la Sierra Pintada, Dpto. San Rafael, Mendoza*. Dir. Nac. Geol. Min., Inf. Inéd., Carpeta 28, Div. Geol. Regional, Buenos Aires.
- 1945 b. *Sobre el hallazgo del Carbónico marino en el Arroyo El Imperial de la Sierra Pintada*. Univ. Nac. La Plata, Mus., Not. Mus. La Plata Geol., X, 42, 205-220, La Plata.
- 1956. *Descripción geológica de la Hoja 27 c (Cerro Diamante), Prov. de Mendoza*. Dir. Nac. Geol. Min., Bol. 85, Bs. As.
- Dessanti, R. N. y Caminos, R., 1967. *Edades Potasio-Argon y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y Sierras de San Rafael, Provincia de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXII, 2, Buenos Aires.
- Di Persia, C. A., 1969. *Breve nota sobre la edad de la denominada Serie de la Horqueta, Zona Sierra Pintada, Depto. San Rafael, Prov. de Mendoza*. Cuartas Jorn. Geol. Arg. (en prensa).
- Feruglio, E., 1946. *Los sistemas orográficos del Territorio Argentino*. Soc. Geogr. Arg. GAEA, III, 5-109, Buenos Aires.
- Giudici, A. R., 1968. *Contribución a la Geología (en particular vulcanismo neopaleozoico) de la zona adyacente al río Diamante entre los paralelos 34° 28' y 34° 44' de latitud sur y los meridianos 68° 55' de longitud oeste de Greenwich (Provincia de Mendoza)*. Trabajo Final de Licenciatura, Fac. Cs. Exact. y Nat., U.B.A. Inédito.
- González Díaz, E. F., 1963. *Descripción geológica de la Hoja 27 d (San Rafael), Prov. de Mendoza*. Dir. Nac. Geol., Min., Inf. Inéd., Buenos Aires.
- 1964. *Rasgos geológicos y evolución geomorfológica de la Hoja 27d (San Rafael) y zona occidental vecina (Provincia de Mendoza)*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XIX, 3, Buenos Aires.
- Greco, R. A., 1969. *Contribución a la geología (en particular vulcanismo neopaleozoico) de la zona adyacente al río Diamante comprendida entre los paralelos 34° 28' y 34° 45' sur y los meridianos 68° 42' y 68° 55' oeste (Provincia de Mendoza)*. Trabajo final de Licenciatura, Fac. Cs. Exact. y Nat., U.B.A. Inédito.
- Groeber, P., 1939. *Mapa geológico de Mendoza*. "Physis", XIV, 46, Buenos Aires.
- 1946. *Observaciones geológicas a lo largo del Meridiano 70°. 1 Hoja Chos Malal*. Rev. Soc. Geol. Arg., I, N° 3 y 4. *Hojas B. Blancas y los Molles*, I, N° 4, Buenos Aires.
- 1951. *La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'*. Rev. Inst. Invest., Mus. Argent. Cienc. Nat., C. Geológicas, I, 5, Buenos Aires.
- 1952. *Mesozoico*, en Geografía de la República Argentina, II, GAEA, Buenos Aires.
- Hauthal, R., Lance, I. y Wolff, E., 1895. *Examen topográfico y geológico de los departamentos de San Carlos, San Rafael y Villa Beltrán, Provincia de Mendoza*, Univ. Nac. La Plata, Mus., Rev. Mus. La Plata, VIII, 13-96, La Plata.
- Holmberg, E., 1948. *Geología del cerro Bola*. Rev. Asoc. Geol. Arg. II, 4, Buenos Aires.
- Keidel, H., 1938. *Über die "Gondwaniden" Argentinens*. Geologisch Rundschau, XXX, Stuttgart.
- Padula, E. L.; Rolleri, E. O.; Mingramm, A.; Criado, Roque P.; Flores, M.; Baldi, B. A., 1967. *Stratigraphy and distribution of Devonian Deposits in Argentina*. YPF. Geol. Staff, Group, Expl. Dept., Proc. Int. Symp. on Dev. System. Calgary, Canadá.
- Polanski, J., 1956. *Descripción geológica de las Hojas 24 a (Cerro Juncal) y 24 b (Cerro Tupungato), Provincia de Mendoza*. Dir. Nac. Min. Geol. Inf. Inéd., Buenos Aires.
- 1958. *El Bloque Variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XII, 3 Buenos Aires.
- 1963. *Estratigrafía, Neotectónica y Geomorfología del Pleistoceno Pedemontano, entre los ríos Diamante y Mendoza (Provincia de Mendoza)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XVII, 3-4, Buenos Aires.
- 1964. *Descripción geológica de la Hoja 26c (La Tosca), Prov. de Mendoza*. Dir. Nac. Min., Bol. 101, Buenos Aires.
- Rodrigo, F., 1948. *Levantamiento geológico de la zona limitada al norte por el paralelo 34° 20', al sur por el A° La Faja-Río Diamante, al este por el meridiano del C° de la Chilena y al oeste por la Ruta Nacional 40*. Dir. de Ingenieros, Ministerio de Ejército, Inf. inédito. Buenos Aires.
- Stappenbeck, R., 1934. *Geología de la Montaña de San Rafael*. Dir. Gral. de Y.P.F., Inf. inéd.
- Turner, F. J. y Verhoogen, J., 1963. *Petrología ígnea y metamórfica*. Ed. Omega, Barcelona, España.
- Volkheimer, W., 1959. *Estudio de los perfiles carbónicos (Serie del Imperial) en los Ríos Atuel y Diamante (Provincia de Mendoza)*. Dir. Nac. Geol. Min. Inf. Inéd., Carpeta, 254, Buenos Aires.

Recibido el 1° de Abril de 1971.

SOBRE LA COMPOSICION Y EDAD DE ALGUNAS PLUTONITAS DEL NORDESTE DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ, PATAGONIA (REP. ARGENTINA)

Por PEDRO N. STIPANICIC¹, ROBERTO O. TOUBES¹,
JUAN P. SPIKERMANN¹ Y MARTIN HALPERN²

RESUMEN

Se da cuenta de la edad triásica alcanzada por el método Rb/Sr para biotitas de varias muestras de rocas graníticas aflorantes en el "Macizo" del Deseado (provincia de Santa Cruz) y se discute el significado geológico de esta datación.

ABSTRACT

The Triassic age obtained by the Rb/Sr method on several samples of biotite from granitic rocks from the Deseado "Massif" (Province of Santa Cruz) is given, and the geological significance of this age is discussed.

1. ANTECEDENTES

Las referencias sobre rocas plutónicas que se muestran en la superficie del sector nordeste de la provincia de Santa Cruz tienen larga data, aunque en ciertos casos no pudo luego verificarse la certeza de algunas de ellas.

Ya en 1901, Burmeister citó afloramientos de diorita al sudoeste de laguna Sirven, los que luego no pudieron encontrar Roll y Feruglio (Feruglio, 1949, pág. 26), pero sí lo hicieron en tiempos recientes geólogos de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Poco después de Burmeister, el ingeniero Miguel Olmos indica en un mapa de 1903 la presencia de una sierra granítica que

se ubicaría a unos 40 km al oeste de Babía Laura (en Wichmann, 1927). Por su parte, Feruglio (*Op. cit.*) señala que encontró granito-pegmatita cerca de la estancia Malacara y granito biotítico rosado en la laguna Tordillo.

Referencias más concretas brindó Angelelli (1950, págs. 326, 327) cuando se ocupó del cuerpo diorítico que asoma en la zona de Tres Cerros - La Leona - La Golondrina, en el cual se alojan vetas cupríferas. Por su posición geográfica, el mismo se corresponde sin duda alguna con aquél que mapeara Olmos, como luego lo destacaron Suero y Criado Roqué (1955).

Por su parte, Lesta (1968) vuelve a citarlo y hace lo propio con otro que aflora más hacia el norte, en estancia La Juanita y con los cuerpos "graníticos" que tocaron las perforaciones petrolíferas del borde sur de la Cuenca del Golfo San Jorge.

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica, República Argentina.

² The University of Texas at Dallas, EE. UU. de Norte América. Contribución N° 194, Geoscience Division.

El mejor reconocimiento areal de los asomos graníticos del sector nordeste de Santa Cruz fue cumplido por geólogos de Y.P.F. y en especial por los Dres. De Giusto y Di Persia.

No se conocen en publicaciones estudios detallados sobre la verdadera composición o el carácter petrológico dominante de estas rocas ígneas, una de las cuales fue considerada como de tipo diorítico por Angelelli (1950), sobre la base de una determinación de la Dra. Pandolfi (c. v. Ing. Angelelli); otras como granito-pegmatita y granito biotítico por Feruglio (1949) o simplemente como granitos por casi todos los demás autores (Lesta, 1968; Stipanovic, 1957; Suero y Criado Roqué, 1955; Ugarte, 1966; etc.).

Tampoco existe coincidencia entre los autores con respecto a la edad de estas plutonitas, ya que sus relaciones con los sedimentos eopérmicos del Grupo La Golondrina, que llevan una flora

de *Glossopteris*, han sido interpretadas de maneras disímiles y a veces antagónicas.

Así, para Criado Roqué (en Lesta, 1968, pág. 256), los granitos de La Juanita y La Golondrina no intruyen a los estratos del Pérmico inferior, por lo que resultarían anteriores a estos últimos, reafirmandose en apariencia tal postura por el hecho de que los sedimentos citados contienen arcosas y rodados graníticos.

Tiempo atrás, sin embargo, Suero y De Giusto (en Suero y Criado Roqué, 1965, pág. 165 al pie), indicaron haber documentado en forma definitiva el carácter intrusivo de las plutonitas con respecto a los estratos del Grupo La Golondrina, indicando que aquéllas resultarían de edad triásica, opinión que en principio fue compartida por Stipanovic (1957). Ugarte (1966), a su vez, también aceptó que los granitos intruyen a las formaciones antracólicas y

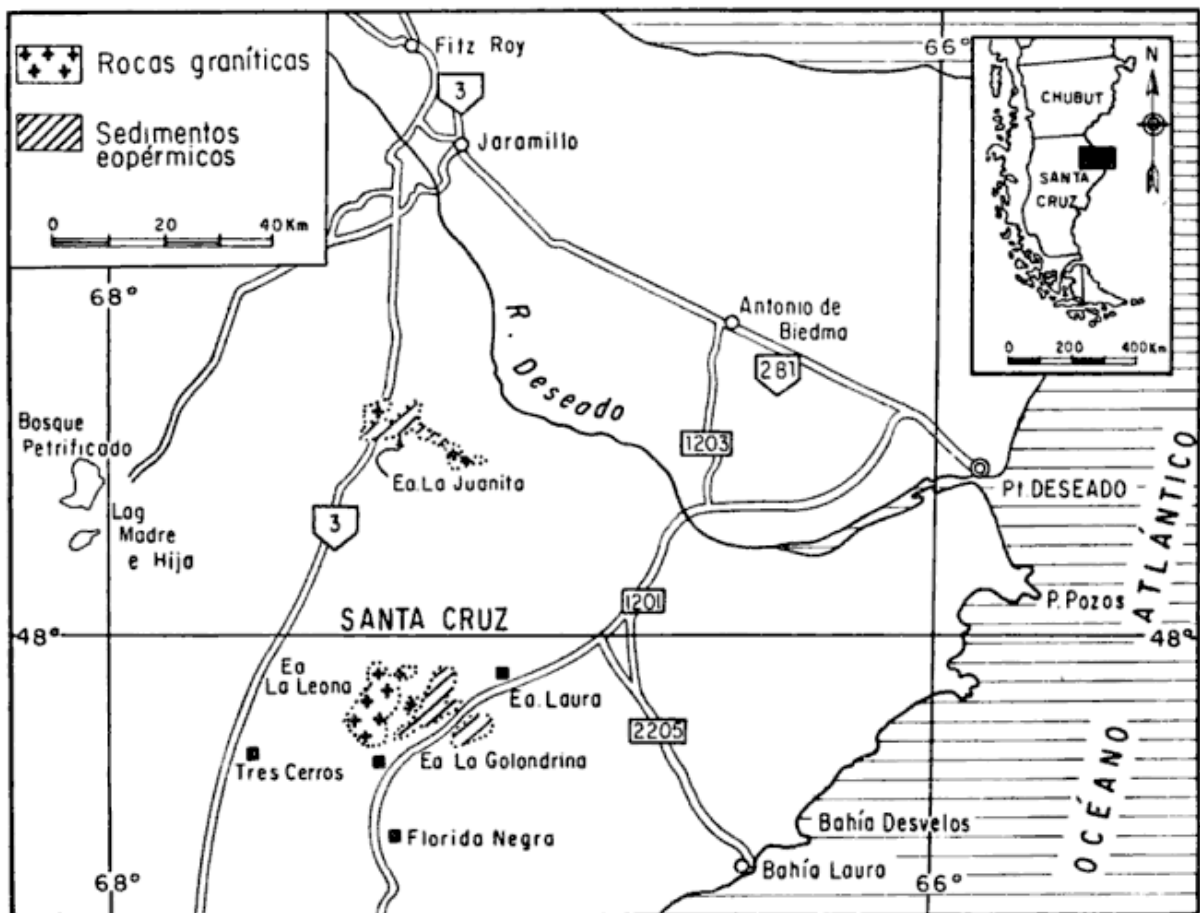


Fig. 1. — Principales afloramientos graníticos en el NE. de Santa Cruz. Según De Giusto y Di Persia

en la figura 1 de su trabajo los ubicó en el Neopérmico, pero en su cuadro estratigráfico de pág. 11 y en fig. 5, etc., los señala como "permo-triásicos". *A posteriori*, Stipanovic *et al.* (1968) prefirieron vincular las plutonitas de La Juanita y las del subsuelo austral de la Cuenca del Golfo San Jorge con aquel gran proceso ígneo neopaleozoico (Pérmico medio y superior) que pudo evidenciarse en el Macizo Norpatagónico y que resultó bien datado por métodos radimétricos (Stipanovic, 1967; Stipanovic y Linares, 1969).

Teniendo en cuenta la importancia que tendría la solución de este problema para contribuir al mejor conocimiento de la composición geológica y de la estratigráfica del área del Desado, como así también para dilucidar los tipos de relaciones o el comportamiento de la misma con respecto a las grandes unidades geoestructurales del cono austral del continente sudamericano, el autor senior estimó que debía buscarse otro enfoque para aclarar el tema. El tal sentido, consideró que por el momento no debería insistirse en dilucidar la cuestión de las relaciones entre los granitos y los estratos del Grupo de La Golondrina, ya que al estudiar las mismas, varios investigadores de indiscutible capacidad y experiencia, como Criado Roque por un lado y Suero y De Giusto por otro, habían alcanzado conclusiones opuestas.

Ajustándose a tal esquema, estimó recomendable obtener dataciones absolutas para las plutonitas del Desado, y en tal sentido sugirió al Dr. R. O. Toubes y al Lic. J. P. Spikermann que revisaran el área de Tres Cerros-La Leona-La Golondrina y muestrearán los "granitos" allí aflorantes, a los efectos de realizar estudios petrográficos y radionológicos (fig. 1). Con el mismo fin recomendó a los Dres. M. Halpern y E. Linares que hicieran lo propio con el granito de La Juanita, obteniendo las muestras respectivas los colegas recién citados, a

quienes acompañó el Dr. Carlos G. Martínez, de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

La investigación petrográfica sobre el material de Tres Cerros - La Leona - La Golondrina, como así también la preparación inicial de las muestras de biotita para su estudio isotópico, fueron cumplidos por Toubes y Spikermann, mientras que el análisis isotópico por Rb/Sr lo realizó Halpern en Dallas, lo mismo que el correspondiente a la muestra de La Juanita, cuyo fechado ya dieron a conocer Halpern, Umpierre y Linares (1971).

2. PETROGRAFIA

MUESTRA Nº 28

Sobre la huella de entrada a la estancia La Leona desde la ruta provincial Nº 1201 (fig. 2) y a unos 5 km de esta última, aparecen escasos afloramientos dispersos de una roca granítica gris rosada, en una zona llana cubierta por material aluvional fino (fig. 3). Estos asomos sobresalen de 1 a 2 m sobre el nivel de sedimentación reciente, ocupando cada uno de ellos un área no mayor de 20 m de diámetro, con formas erosivas redondeadas. Algunos de ellos presentan una variación textural hacia formas de grano más fino, color más grisáceo y algo porfíricas. El diaclasamiento principal tiene rumbo dominante NE.

Más adelante, a 200 m y a 2000 m por la misma huella, aparecen otros afloramientos mayores y más definidos (fig. 4), que muestran como rasgo característico numerosos xenolitos de grano muy grueso, anfibólicos, de color gris oscuro y que, distribuidos en forma irregular, varían en tamaño desde pocos centímetros hasta 1.50 m de diámetro. Además, se observan numerosos filones "aplíticos" de hasta 6-7 cm de potencia. El diaclasamiento es similar al descrito para el primer asomo.

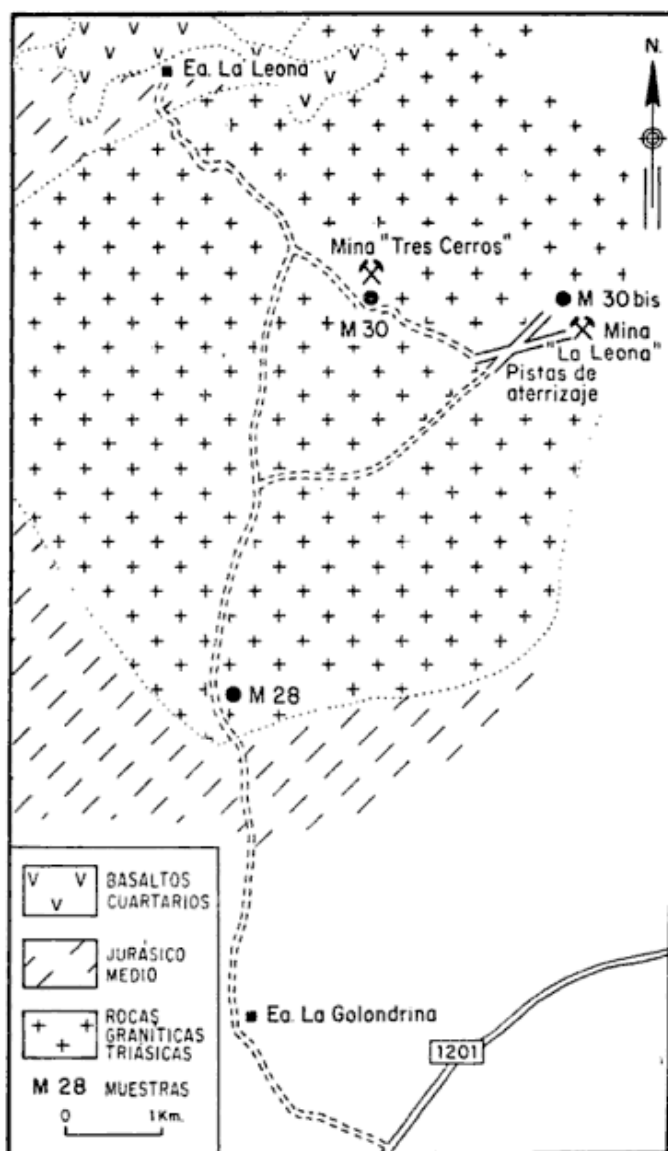


Fig 2. — Croquis de ubicación de las muestras de rocas graníticas

Descripción mesoscópica

Rocas de estructura granosa, de color gris claro rosado, compacta, con fractura irregular; estado fresco a ligeramente alterado. Está compuesta por cristales de *cuarzo* de 1 a 3 mm, *feldespatos* blancos y ligeramente rosados de 2 a 6 mm y laminillas de *biotita* de 2 a 4 mm.

Descripción microscópica

Los componentes principales, mencionados por orden decreciente de abundancia, son:

Plagioclasas (andesina ácida): en tablillas hipidiomorfas bien desarrolladas, con escasa alteración a material arcilloso y a sericita. Algunos individuos, en el contacto con el feldespato alcalino, presentan *mirmequitas* o un fino reborde más albítico.

Ortosa: xenomorfa, algo pertítica y parcialmente alterada a material arcilloso.

Cuarzo: xenomorfo, con extinción ondulada o en asociación de tipo mosaico incipiente.

Biotita: de color pardo, con escasa alteración a clorita y a óxidos de hierro.

Como minerales accesorios se observan escasos cristales de *apatita* y *zircón*.

La textura de la roca es granosa hipidiomorfa.

Clasificación: Las proporciones de plagioclasas y ortosa son muy cercanas (aun cuando predominan las primeras), por lo cual se clasifica a la roca como *adamellita*.

MUESTRA N° 30

Aproximadamente a 3 km en línea recta al SE de la estancia La Leona existen labores de una vieja mina de cobre abandonada ("Tres Cerros"). La mineralización consiste en varias guías (1-2 cm) alojadas en una zona de falla que afecta a la roca granítica con rumbo aproximado E-W. La muestra se obtuvo a la mayor distancia posible de la perturbación tectónica.

Descripción mesoscópica

Roca de estructura granosa, de color gris verdoso, compacta, con fractura irregular. Está compuesta por cristales de *cuarzo* de 2 a 3 mm, *feldespatos* de coloración gris verdosa de 2 a 8 mm, laminillas de *biotita* de 1 a 6 mm y cristales de *anfíboles* de 2 a 6 mm. Como mineral accesorio aparecen escasos y pequeños cristales de *pirita*.



Fig. 3. — Afloramientos de rocas graníticas *s. l.* (gr) sobre la huella de entrada a Ea. La Leona (Santa Cruz)

Descripción microscópica

Los componentes principales, mencionados por orden decreciente de abundancia, son:

Plagioclasas (oligoclasa básica): generalmente desarrolla estructura zonal concéntrica aun cuando se observan algunos cristales tabulares con la típica macla polisintética. Ciertos cristales sólo muestran un fino reborde de composición más albítica. Se presenta con una ligera alteración a material arcilloso y sericita.

Cuarzo: xenomorfo, con extinción ondulada hasta asociación incipiente de tipo mosaico.

Ortosa: xenomorfa, con estructura de tipo pertítico y mirmequítico. Se encuentra parcialmente alterada a material arcilloso y escasa sericita.

Biotita: de color pardo, algo cloritizada y desferrizada.

Hornblenda: en cristales hipidiomorfos, aparece en menor proporción que la biotita.



Fig. 4. — Afloramientos mayores de rocas graníticas *s. l.* sobre la huella de entrada a Ea. La Leona (Santa Cruz)

Los minerales opacos (*óxidos de hierro y pirita*) son relativamente escasos y aparecen muchas veces asociados a la biotita alterada.

Como minerales accesorios se observaron: *apatita, zircón y titanita*.

La textura de la roca es granosa hipidiomorfa.

Clasificación: granodiorita.

MUESTRA N° 30 BIS

Aproximadamente a dos kilómetros en línea recta al ESE del lugar de extracción de la muestra n° 30 y en el extremo NE de dos pistas de aterrizaje, aparece nuevamente el mismo "granito" con impregnaciones de minerales de cobre en diaclasas de rumbos dominantes NE (mina "La Leona"). En igual forma, la muestra fue obtenida en un lugar donde en apariencia no se observa una mayor influencia de la mineralización.

Descripción mesoscópica

Roca de estructura granosa, de color gris verdoso oscuro, con fractura irregular y que se desgrana ligeramente en partes debido a la alteración. Está compuesta por cristales de *feldespatos* de 2 a 6 mm con una coloración verdosa-amarillenta, *cuarzo* xenomorfo en cristales de 2 a 4 mm, laminillas de *biotita* de 2 a 6 mm y *anfíboles* de 2 a 4 mm.

Descripción microscópica

La roca que conforma esta muestra es similar en composición y textura a la de la muestra n° 30, observándose solamente una mayor cloritización de la biotita.

Clasificación: granodiorita.

3. ANALISIS ISOTOPICO POR Rb/Sr

Las muestras recogidas, con un peso individual de aproximadamente 15 kg, se molieron a malla 60-70 y por sucesivos cuarteos se redujo a 1 kg. De esta fracción se separó la magnetita y se obtuvo un concentrado de biotita mediante varias pasadas por un separador electromagnético Franz. Este concentrado se trató con bromoformo ($d = 1,82$) y se terminó de purificar mediante separación manual bajo lupa binocular. Luego, para homogeneizarla, se molió la biotita pura a un tamaño menor que malla 200.

El tratamiento posterior a que se sometieron las muestras para los estudios isotópicos por Rb y Sr es el mismo que describen Halpern *et al.* (1970, pág. 295) y los análisis fueron realizados por este en la Universidad de Texas at Dallas, Texas, EE. UU. de América.

Los resultados obtenidos se indican en el cuadro I.

Las relaciones Sr^{87}/Sr^{86} y Rb^{87}/Sr^{86} obtenidas en análisis de disoluciones duplicadas, concuerdan para la primera en el 0,1 % y para la segunda dentro del 2 %. Las variaciones en \pm para cada edad calculada, como se indica en el cuadro 1, son dos veces el error analítico (± 5 %).

Las edades calculadas de las biotitas deben ser consideradas como aparentes mínimas.

Debe considerarse que si en lugar de la constante de desintegración utilizada para calcular la edad ** del cuadro I se usara $\lambda_3 = 1,39 \times 10^{-11} \cdot a^{-1}$ (Aldrich *et al.*, 1956, pág. 1045), todas las edades deberían incrementarse en aproximadamente un 6 % de manera que la muestra 28 tendría 200 ± 10 m.a.; la 30, 179 ± 9 m.a. y la 30 bis alcanzaría a 208 ± 10 m.a.

CUADRO I
Análisis isotópicos por Rb y Sr

Muestra n°	Disolución	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ *	Rb ⁸⁷ (µm/g)	Sr ⁸⁸ (µm/g)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ asumido como inicial	Edad m.a. **
28...	A	1,111	2,73	0,0190	144	0,707	191 ± 10
30...	A	1,029	2,25	0,0174	130	0,707	169 ± 9
	B	1,027	2,23	0,0174	128		
30 bis.	A	0,8809	1,87	0,0309	60,5	0,707	196 ± 10

* Normalizado para relación de Sr⁸⁶/Sr⁸⁸ = 0,1194. En el momento de realizarse estos análisis, la relación normalizada Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ del patrón SrCO₃ (Eimer y Amend) del Massachusetts Institute of Technology, fue de 0,7081.

** Calculado usando $\lambda_2 = 1,47 \times 10^{-11} \cdot a^{-1}$ (McMullen *et al.*, 1966) y la ecuación

$$\lambda_t = \frac{Rb^{87}}{Sr^{86}} \left(\frac{Sr^{87}}{Sr^{86}} \text{ actual} - \frac{Sr^{87}}{Sr^{86}} \text{ inicial} \right)$$

4. CONCLUSIONES

1) El estudio petrográfico de las tres muestras obtenidas del cuerpo plutónico que aflora en las cercanías de Tres Cerros - La Leona - La Golondrina, indica que éste tiene un preferente carácter ácido, de tipo granítico.

2) Sobre cuatro de las muestras dadas para todo el ámbito del Deseado, tres de ellas acusan una antigüedad muy coincidente:

- Norte de La Golondrina (n° 28)
191 ± 10 m.a.
- La Juanita (Halpern *et al.*, 1971)
192 ± 10m.a.
- La Leona (n° 30 bis)
196 ± 10 m.a.

La otra muestra (n° 30), resultó con un valor menor, pero se estima que el mismo pudo ser afectado por la perturbación tectónica que se observa en el distrito minero cuprífero.

3) Debe admitirse, por ende, que el o los cuerpos graníticos del nordeste de Santa Cruz fueron emplazados como

mínimo entre 191 y 196 m.a. A. C., cifras que indican niveles medios del Triásico superior en las escalas de Holmes (1959) y de Kulp (1961), o del límite Trias-Lias, de acuerdo con las tablas del Simposio sobre el Fanerozoico (Harland *et al.*, 1964). Ya Stipanovic y Linares (1969, págs. 55-56) expusieron las razones que aconsejan adoptar los valores de Holmes y Kulp.

Si en cambio se adopta como constante de desintegración la propuesta por Aldrich, los valores de 200 y 208 m.a. señalan tiempos limítrofes entre el Trias medio y el superior.

Los autores estiman que esta última antigüedad es más representativa para el emplazamiento de los granitos del Deseado.

4) El fechado ahora disponible habilita a efectuar algunas consideraciones:

- a) Se certifica la existencia de un magmatismo predominantemente ácido y en esencia plutónico en el área del Deseado, producido en tiempos cercanos al límite Trias medio-superior.

b) Se evidencia que este proceso es posterior al momento de deposición de los estratos que llevan una flora de *Glossopteris*, por lo que si bien las relaciones entre ambas entidades podrían no estar bien expuestas, se hace necesario admitir que los granitos, al ser mesoneotriásicos, resultan intrusivos con respecto a los sedimentos del Grupo Golondrina, de segura edad eopérmica, confirmándose así lo sostenido por Suero y De Giusto (en Suero y Criado Roqué, 1955).

c) Que la edad resultante para el granito del Deseado resulta compatible con el fechado que se adjudicó a la Formación El Tranquilo en general y en particular a su mitad superior.

La flora de *Dicroidium* de esta entidad es de neto carácter triásico y aquella que ocupa los niveles altos tienen un aspecto keuperiano (Stipanovic, 1957; Bonetti, 1964), a la vez que los vertebrados de los estratos superiores muestran un grado evolutivo que los señala como keuperianos (Reig, 1964) o aun réticos, a estar con Casamiquela (1964).

Los granitos de Tres Cerros, etc. serían entonces anteriores a los estratos plantíferos y mantendrían con ellos el mismo tipo de relación que presentan formaciones similares del sur de Mendoza, en Llantenes (Groeber y Stipanovic, 1953; Stipanovic, 1967).

d) Al comprobarse la presencia de un plutonismo granítico triásico en el Deseado, se agrega otro dato en favor de lo sostenido por Groeber y Stipanovic (1953), Stipanovic (1967) y Stipanovic y Linares (1969), en el sentido que durante el período Triásico tuvo lugar en el territorio argentino un intenso proceso magmático ácido-mesosilíceo, cuya existencia fue cuestionada por Polanski (1966).

e) Este fenómeno, por otra parte, va certificándose fehacientemente en su aspecto regional, ya que además de las magmatitas ácidas y mesosilíceas triásicas señaladas por Stipanovic (1967), Stipanovic *et al.* (1968) y Stipanovic y Linares (1969), debe anotarse ahora que se dispone de otros fechados complementarios para el ámbito del "Macizo" Norpatagónico en Río Negro:

A) Con 220 m.a.

N 8-I. Sierra Colorada (I)
(Stipanovic y Methol, 1969).
N 6-II. 15 km al noroeste de Los Menucos (*Op. cit.*).

B) Con 226 m.a.

N 8-II. Sierra Colorada (II)
(Halpern, Linares y Latorre, 1971).
N 4. 12 km al sudoeste de La Esperanza (*Op. cit.*).
N 7. 30 km al noroeste de Los Menucos (*Op. cit.*).
N 16. 15 km al sur de Chasicó (*Op. cit.*).

f) Por último, debe destacarse que la inclusión de rodados graníticos y arcosas en los sedimentos eopérmicos del NE de Santa Cruz indica, como es obvio, la existencia de una etapa plutónica ácida (a mesosilíceica?) anterior (ya señalada por Stipanovic, 1956, pág. 217), la que con mucha posibilidad deberá vincularse con alguna/s de las fases magmáticas del mismo carácter que se registraron en el Macizo Norpatagónico y regiones adyacentes. Entre ellas cuenta una datada como eocarbónica por métodos radiométricos (Stipanovic y Methol, 1969) con 315 ± 10 m.a. para el granito aplítico de Cerro Moro y 335 ± 15 m.a. para el de Valcheta, existiendo otra que puede resultar copaleozoica o precámbrica (*Op. cit.*).

LISTA DE TRABAJOS CITADOS
EN EL TEXTO

- Aldrich, L. T.; Wetherill, G. W. and Tilton, G. R., 1956. *Half life of Rb-87*. Phys. Rev. T. 103.
- Angelelli, V., 1950. *Yacimientos metalíferos, en Recursos Minerales de la República Argentina, I*. Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Natur., Cienc. Geol., Vol. II. Buenos Aires.
- Bonetti, M. I. R., 1964. *Breve noticia sobre los conocimientos actuales de la flora triásica de El Tranquilo, provincia de Santa Cruz. Resumen*. Ameghiniana, III, 6. Buenos Aires.
- Burmeister, C., 1901. *Memoria sobre el Territorio de Santa Cruz*. Minist. Agric. y Ganad., Buenos Aires.
- Casamiquela, R. M., 1964. *Sobre el hallazgo de dinosaurios triásicos en la Provincia de Santa Cruz*. Argentina Austral, T. 35, N° 390. Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1949. *Descripción Geológica de la Patagonia*. Yac. Petrol. Fisc., Vol. I. Buenos Aires.
- Groeber, P. F. C. y Stipanovic, P. N., 1953. *Triásico*, en Groeber, P. F. C. et al., *Mesozoico, en Geografía de la República Argentina*, Vol. II, 1. GAEA (1952). Buenos Aires.
- Halpern, M., Linares, E. y Latorre, C. O., 1970. *Estudio preliminar por el método estroncio-rubidio de rocas metamórficas y graníticas de la provincia de San Luis, República Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXV, 3. Buenos Aires.
- Halpern, M.; Umpierre, M. and Linares, E., 1971. *Radiometric Ages of Crystalline Rocks from Southern South America as Related to Gondwana and Andean Geologic Provinces*. Ac. Conf. Problem. Tierra Sólida, II. Buenos Aires, 1970.
- Halpern, M.; Linares, E. y Latorre, C. O., 1971. *Edad rubidio estroncio de rocas volcánicas e hipabisales (?), del área norte de la Patagonia, Rep. Arg.* Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVI, 2, 169-174, Bs. As.
- Holmes, A., 1959. *A Revised Geological Time-scale*. Trans Edinb. Geol. Soc., 17.
- Kulp, J. L., 1961. *Geological Time-scale*. Science, Vol. 133, N° 3459.
- McMullen, C. C.; Fritze, K. and Tomlinson, R. H., 1966. *The half life of Rubidium 87*. Canad. Journ. Phys., Vol. 44.
- Lesta, P. J., 1968. *Estratigrafía de la Cuenca del Golfo San Jorge*. IIAs. Jorn. Geol. Arg. Comodoro Rivadavia, 1966, vol. I. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1966. *Edades de eruptivas supra-paleozoicas asociadas con el diastrofismo variscico*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI, 1. Buenos Aires.
- Reig, O., 1961. *Noticia sobre un nuevo anuro fósil del Jurásico de Santa Cruz (Patagonia)*. Ameghiniana, II, 5. Buenos Aires.
- Stipanovic, P. N., 1956. *I. Parte Geológica. Consideraciones sobre el denominado "Complejo Porfírico de la Patagonia Extraandina"*, en Stipanovic, P. N. y Reig, O. A., *El "Complejo Porfírico de la Patagonia Extraandina" y su fauna de anuros*. Ac. Geol. Lilloana, I. Tucumán.
- Stipanovic, P. N., 1957. *El Sistema Triásico en la Argentina*. XX Congr. Geol. Intern., México, 1956, Sec. II.
- Stipanovic, P. N., 1967. *Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXII, 2. Buenos Aires.
- Stipanovic, P. N., 1969. *Las sucesiones triásicas argentinas*. I Simp. Internac. Estrat. y Paleont. Gondwana. Mar del Plata, 1967. UNESCO, Cienc. d. l. Tierra 2. París.
- Stipanovic, P. N. y Linares, E., 1969. *Edades radiométricas determinadas para la República Argentina y su significado geológico*. Bol. Acad. Nac. Cienc., Córdoba. XLVII, 1. Córdoba.
- Stipanovic, P. N. y Methol, E., 1969. *El Macizo de Somuncura, en Simposio de Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba (en prensa).
- Stipanovic, P. N.; Rodrigo, F.; Baulies, O. L. y Martínez, C. G., 1968. *Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIII, 2. Buenos Aires.
- Suero, T. y Criado Roqué, P., 1955. *Descubrimiento de Paleozoico Superior al Oeste de Bahía Laura (Terr. Nac. de Santa Cruz) y su importancia paleogeográfica*. Notas Museo La Plata, XVIII, Geol. 68, La Plata.
- Ugarte, F. R. E., 1966. *La cuenca compuesta carbonífera-jurásica de la Patagonia meridional*. Anal. Univ. Patagonia "San Juan Bosco", N° 2. Cs. Geol., 1, 1. Comodoro Rivadavia, Chubut.
- Wichmann, R., 1927. *Resultado de un viaje de estudios geológicos en los territorios del Río Negro y del Chubut*. Dir. Geol. Min. Geol. e Hidrol., Publ. N° 33. Buenos Aires.

PROXIMAS PUBLICACIONES DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

La C. D. de la Asociación ha resuelto publicar, además de su Revista de edición periódica, otros trabajos que por su contenido, extensión y otras condiciones no pueden ser incluidos en aquélla.

En el transcurso de los primeros meses de 1972, aparecerá un volumen de unas 250 páginas, con mapas, fotografías y cuadros numéricos, el trabajo de los doctores Bernabé J. Quartino y Raúl A. Zardini sobre el Cuerpo de Cobre porfírico en la quebrada de Alcaparrosa, San Juan, al que seguirá el Diccionario Inglés-Español y Español-Inglés, del cual es autor el doctor Juan C. M. Turner.

Por otra parte, los doctores Horacio J. Harrington y Osvaldo I. Bracaccini han ofrecido a la Asociación una síntesis sobre la *Evolución geoestructural* de la Argentina, con encuadre en el marco sudamericano.

Los trabajos a publicarse integrarán series *ad hoc* a saber:

Serie "A" Monografías especiales.

Serie "B" Monografías Didácticas y Complementarias.

En la Serie "A" se incluirán estudios especiales, monografías, síntesis generales, etc., que por su extensión no deben aparecer en la Revista, pero que su importancia prestigia su edición en un cuerpo separado, de fácil adquisición.

En la Serie "B" aparecerán trabajos de carácter didáctico, tales como diccionarios, tablas, etc., que revisten suma utilidad, que podrán adquirirse a precios compatibles.

En ambas series, las publicaciones se numerarán en forma consecutiva con números arábigos.

Los precios y condiciones de venta se darán a conocer oportunamente.

ESTUDIO MINERALOGICO DE UNA ALLANITA DE VALLE FERTIL, PROV. DE SAN JUAN (REP. ARGENTINA)

POR MILKA K. DE BRODTKORB *

RESUMEN

Se dan a conocer las características físicas y ópticas, diagramas de rayos X y análisis químicos efectuados por espectrografía, de una allanita procedente de las pegmatitas de Valle Fértil, prov. de San Juan.

Los cristales presentan una costra de alteración formada por laumontita y óxidos hidratados de hierro.

ABSTRACT

Allanite from a pegmatite of Valle Fertil, Provincia of San Juan is reported with its physical and optical characteristics, X-ray powder patterns and spectrochemical analysis.

The allanite presents an alteration crust composed by laumontite and iron hydroxides.

INTRODUCCION

Este trabajo procura contribuir al mejor conocimiento de la mineralización de las pegmatitas de Valle Fértil y de los minerales radiactivos argentinos.

En las pegmatitas de Valle Fértil, se conoce desde hace años la presencia de monacita y recientemente fue reconocida la allanita (Brodtkorb, 1971), encontrada en el paraje denominado Las Juntas.

Para el estudio se contó con tres cristales de 4 a 7 cm de largo, uno puro y dos algo impuros, intercrecidos con feldespatos, los tres recubiertos con costras de alteración.

* Dirección Nacional de Geología y Minería.
Trabajo publicado con la anuencia de sus autoridades.

CARACTERISTICAS FISICAS Y OPTICAS

Para el estudio se eligió el cristal puro, de $4 \times 5 \times 1$ cm, que presenta bien desarrolladas las caras 100, 001 y $\bar{1}01$. La allanita cristaliza en el sistema monoclinico y es isomorfa e isoestructural con el epidoto.

Es de color pardo-amarillenta debido a la costra de alteración, pero pardo-negrucza y brillo vítreo en fractura fresca. Es opaca, algo traslúcida en esquirlas delgadas.

Se presenta casi totalmente metamictica y al microscopio petrográfico presenta un color amarillo-rojizo y sólo cierta anisotropía, variando los índices de refracción entre $\alpha = 1.69$ y $\gamma = 1.70$. Al microscopio calcográfico se observa también una leve anisotropía y se encuentran chispas de pirita no mayores de 10 micrones de diámetro.

El peso específico de las allanitas varía entre 2.9 y 4.1 según su contenido de tierras raras, siendo el de este cristal 3,72.

EL ESTADO METAMICTICO

Muchos autores han estudiado el estado metamictico de los minerales radiactivos, entre ellos Pabst (1952), Berman (1955), Ueda (1957) y Lima da Faria (1958).

La mayoría de los minerales radiactivos se transforman con el correr del tiempo, pasando al estado metamictico. Se destruye la estructura interna de los cristales, manteniéndose su forma cristalina externa. Se caracterizan además por la isotropización óptica, ausencia de clivaje y adquisición de fractura concooidal; son amorfos a los rayos X, pero su estructura cristalina es reconstituible por calentamiento. Los minerales se pueden encontrar en diferentes estados de metamictización entre relativamente cristalinos a completamente "amorfos". Algunos muestran heterogeneidad en el mismo espécimen. El método de reconocimiento recomendado para estos minerales es el uso de rayos X en material recristalizado por calentamiento.

En el caso de las allanitas es frecuente que se observe anisotropía óptica aunque no den diagramas de rayos X. Son fácilmente recristalizables calentándolas entre aproximadamente 850° C a 900° C (temperatura que varía según diferentes autores) dando un diagrama análogo a allanitas no metamicticas. A mayor temperatura se descomponen.

DETERMINACION MEDIANTE RAYOS X

Para el reconocimiento mineralógico de esta muestra se efectuaron diagramas de difracción de rayos X. El mineral en estudio, al estado natural, no es totalmente metamictico. Diferentes par-

tes del cristal dan diagramas levemente distintos que se explican por la isotropización algo diferencial. Estas líneas concuerdan con los dados por Lima da Faria (1958), Berman (1955) y Heinrich (1960).

Para los ensayos de recristalización se tomaron trozos de 1-2 cm de diámetro y se calentaron en un mufla, en aire, a diferentes tiempos y temperaturas. Los diagramas de muestras calentadas a 600° C y 800° C (durante 6, 8 y 10 horas) y a 900° C (durante 6 horas) han mostrado pocas diferencias entre sí y concuerdan con los que se encuentran en la literatura bibliográfica para allanitas no metamicticas o recristalizadas. El diagrama obtenido con una muestra calentada a 950° C es débil, pero en él ya se insinúan las líneas características de los diagramas de muestras calentadas a 1000° C y 1250° C, no presentando los espaciados característicos observados a menor temperatura de calentamiento (cuadro 1). Es decir, esta allanita es estable hasta los 900° C.

COMPOSICION QUIMICA

La composición química de la allanita bajo estudio, cuyos datos se dan en el cuadro 2, concuerda con las allanitas de otras localidades, de acuerdo a los trabajos de Correia Neves y Carvelho (1956), Murata *et al.* (1957), Hasegawa (1960), Lee and Bastron (1962) y Frondel (1964). En las allanitas las tierras raras ocupan parte del lugar del Ca, siendo normalmente el Ce la tierra rara más abundante ocupando por lo menos la mitad del total de las tierras raras presentes. Las relaciones entre Ce y La, y entre Nd y Pr varían entre 2:1 y 3:1 (Frondel 1964 y Semenov 1958), las de Gd:Tb y Dy:Ho son cercanas a 5:1 - 6:1 mientras que la de Sm:Eu es mucho más alta y es dada tentativamente entre 10:1 y 20:1. El Y se encuentra sólo en pequeñas cantidades.

CUADRO I
Diagramas de Rayos X

metam.		metam.		600°		800°		900°		950°		1000°		1250°	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
—	—	—	—	9,40 d	—	9,40 d	—	9,40 d	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	7,97 md	—	7,97 md	—	7,97 md	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,55 md	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,34 md	—	—	—	—
—	—	—	—	5,09 d	—	5,12 d	—	5,12 d	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	4,84 md	—	4,84 md	—	—	—	—	4,79 md	—	—	—	—
—	—	—	—	4,62 d	—	4,62 d	—	4,64 d	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	4,52 md	—	—	4,50 md	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	4,27 d	—	—	4,29 md	—	—	—	—
—	—	—	—	4,04 md	—	4,02 md	—	4,02 md	—	—	4,04 d	—	4,04 d	—	—
—	—	—	—	—	—	3,76 md	—	3,80 d	—	—	3,78 md	—	3,78 md	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,63 md	—	3,63 md	—	—
—	—	—	—	3,50 m	—	3,50 m	—	3,50 m	—	—	3,49 md	—	—	—	—
—	—	3,33 md	—	—	—	—	—	3,37 d	—	—	3,36 md	—	3,36 md	—	—
3,20 md	—	—	—	3,26 md	—	3,22 md	—	3,17 md	—	—	3,20 m	—	3,19 f	—	—
—	—	3,15 md	—	—	—	3,15 md	—	3,12 md	—	3,12 d	3,13 mf	—	3,13 mf	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,02 md	—	3,02 md	—	—
2,92 d	—	2,93 d	—	2,93 f	—	2,94 f	—	2,94 f	—	—	2,96 md	—	2,96 d	—	—
—	—	2,86 md	—	—	—	2,84 d	—	—	—	—	2,84 d	—	2,84 d	—	—
—	—	—	—	2,82 d	—	2,82 md	—	2,83 d	—	—	—	—	—	—	—
2,69 md	—	2,70 md	—	2,69 m	—	2,73 d	—	2,73 d	—	2,69 d	2,71 m	—	2,69 m	—	—
—	—	—	—	—	—	2,66 d	—	2,66 d	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	2,61 d	—	2,60 d	—	2,61 d	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	2,54 d	—	2,54 md	—	2,54 d	—	2,52 md	2,52 d	—	2,51 d	—	—
—	—	2,42 md	—	2,41 d	—	2,42 d	—	2,42 d	—	—	2,45 md	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,39 md	—	—	—	—
—	—	—	—	2,32 d	—	2,32 d	—	2,30 d	—	—	2,28 md	—	2,28 md	—	—
2,17 md	—	—	—	2,17 md	—	2,16 d	—	2,17 md	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	2,12 d	—	2,12 d	—	2,12 d	—	—	2,12 d	—	2,13 md	—	—
—	—	—	—	—	—	2,05 md	—	2,06 md	—	—	2,04 md	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1,93 md	—	—	1,99 md	—	—	—	—
1,90 md	—	1,90 md	—	1,89 m	—	1,89 m	—	1,89 d	—	1,92 d	1,92 f	—	1,91 f	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,84 md	—	1,84 md	—	—
—	—	—	—	—	—	1,73 md	—	—	—	—	1,77 md	—	1,76 md	—	—
—	—	—	—	1,71 md	—	1,66 md	—	1,66 d	—	—	1,70 md	—	1,69 md	—	—
1,63 md	—	1,63 md	—	1,61 m	—	1,64 m	—	1,63 m	—	1,63 d	1,63 f	—	1,63 f	—	—
—	—	—	—	1,59 md	—	1,59 md	—	1,58 md	—	—	1,57 d	—	1,57 md	—	—
—	—	—	—	1,54 md	—	1,54 md	—	1,54 d	—	—	1,55 md	—	1,55 md	—	—
—	—	—	—	1,46 md	—	1,49 d	—	1,46 d	—	—	1,49 d	—	1,49 md	—	—
—	—	—	—	1,42 md	—	1,41 d	—	1,41 d	—	—	1,45 md	—	1,45 md	—	—
—	—	—	—	—	—	1,39 md	—	—	—	—	1,37 md	—	1,37 md	—	—
—	—	—	—	1,30 md	—	1,30 md	—	—	—	—	1,35 d	—	1,35 md	—	—
—	—	—	—	1,27 md	—	1,27 md	—	1,26 d	—	1,24 d	1,24 d	—	1,24 md	—	—

CUADRO II

Análisis químico semicuantitativo

Si = >10 %	Sr = 500 ppm	Ce = >5%, ~10%
Al = >10 »	Ba = 30 »	La = ~5%
Fe = 7 »	Pb = 150 »	Nd = 3 »
Ca = 7 »	Cu = 5 »	Pr = 0,7 »
Mg = 0,7 »	Co = 20 »	Sm = 0,5 »
K = 0,7 »	Cr = 30 »	Gd = 0,2 »
Ti = 0,1 »	V = 500 »	Dy = 700 ppm
Mn = 0,5 »	Be = 1 »	Eu = 200 »
Th = 1 »	In = 15 »	Ho = 100 »
Y = 1500 ppm	Ga = 50 »	Tb = trazas

Los valores límites detectables son para Tb = 300 ppm, Yb = 1 ppm, Er = 50 ppm, Tm = 20 ppm y Lu = 30 ppm.

Yb, Er, Tm y Lu están debajo del límite de determinación.

El análisis (cuadro 2) se efectuó con un método espectrográfico semicuantitativo en el Servicio Geológico de los Estados Unidos de América, con un espectrógrafo a red Wadworths.

El valor del La fue del 5 %, pero el valor del Ce resultó superior del 5 % escapando al rango de análisis del método espectrográfico utilizado. En Heidelberg (Rep. Federal Alemana) se realizó la determinación del Ce por fluorescencia de rayos X, resultando la cantidad de Ce aproximadamente el doble de la del La.

Los diferentes minerales que contienen tierras raras tienen leyes de su distribución característica para cada especie (Adams, 1969). Generalmente los diagramas se confeccionan atendiendo al fenómeno de los "pares" de los lantánidos — que se explican por la similitud de los radios iónicos de ellos —, poniendo los números atómicos pares para la curva superior y la de los números atómicos impares para la curva inferior (cuadro 3).

LA COSTRA DE ALTERACION

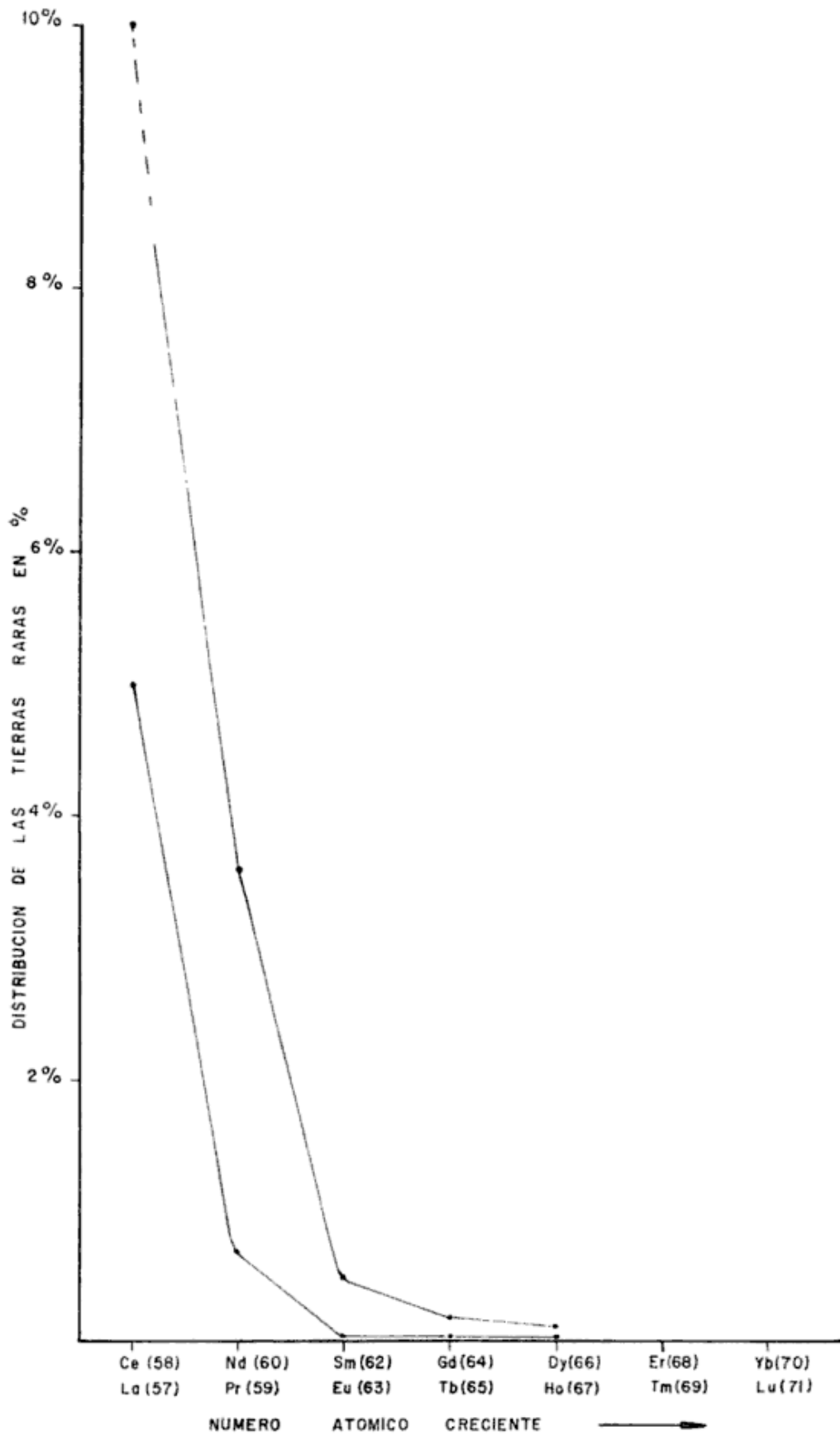
La costra de alteración tiene colores ocre, rosados y amarillentos y forma una capa continua, de unas décimas de milímetro de espesor, alrededor del cristal. Su textura es pulverulenta hasta finamente hojosa.

En la literatura generalmente se menciona una costra de alteración sin especificar su composición química ni mineralógica. En dos trabajos específicos de Watson (1917 y Hata (1939), se consiguan análisis químicos comparativos de allanitas "frescas" y del producto alterado, observándose que en este último hay pérdida de algunos elementos, como las tierras raras, y la concentración de otros, como ser hidróxidos de hierro, sílice, alúmina y agua; también mencionan que ópticamente el producto de alteración está formado por varias especies aunque no pudieron determinarlas; la costra de alteración de una allanita de Texas según Ehlman *et al.* (1964) está formada por bastnaesita.

La costra de alteración de la allanita de Valle Fértil está formada por laumontita (las partes más rojizas) y óxidos hidratados de hierro (las manchas color ocre), no habiéndose encontrado ningún mineral portador de tierras raras.

Fue estudiada mediante óptica, difracción de rayos X y espectrografía. Al microscopio se observan granos algo tabulares cuyas propiedades ópticas concuerdan con laumontita y granos de óxidos hidratados de hierro, habiéndose obtenido por difracción de rayos X un espaciado correspondiente a la laumontita descrita por Kaley y Hanson (1955). El análisis espectrográfico cualitativo mostró la presencia de Si, Al, Ca, Mg y Fe.

CUADRO III



SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS

Se destacan dos hechos de diferente índole. La investigación efectuada en esta allanita advierte un alto porcentaje de tierras raras, en especial el contenido de europio — elemento importante en la industria electrónica —, lo que podría alentar la prospección de este mineral.

Por otra parte cabe señalar la presencia de una zeolita como producto de alteración, especie no mencionada en la bibliografía respectiva.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Sra. Neiman del Servicio Geológico de los Estados Unidos, Denver, por el análisis espectrográfico de tierras raras.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Adams, J. W., 1969. *Distribution of lanthanides in minerals*. U. S. Geol. Survey. Prof Paper 650-c.
- Berman, J., 1955. *Identification of metamict minerals by X-ray diffraction*. Am. Min., Vol. 40.
- Brodtkorb, M. K. de, 1971. *Hallazgo de allanita en una pegmatita de Valle Fértil, Prov. de San Juan, Rep. Arg.* Nota Breve. Rev. Asoc. Geol. Arg., Tomo XXVI, N° 1.
- Correia Neves, J. M. y R. Guedes de Carvalho, 1956. *Allanita, tantalita-columbita e berilo de Nampula e Alto-Ligonha (Mozambique)*. Publ. do Museu e Laboratorio min. e geol. de Univ. Memorias e noticias, N° 41.
- Ehlman, A. J.; J. L. Walper and J. Williams, 1964. *A new, Barringer Hill Type Rare Earth Pegmatite from the Central Mineral Region, Texas*. Ec. Geol., Vol. 59, N° 7.
- Fronde!, J., 1964. *Variation of some rare earth in allanite*. Am. Min., Vol. 49, N° 9-10.
- Hata, S., 1939. *The alteration of allanite*. Inst. Phys. and Chem. Research Tokyo, Sci. Papers N° 36.
- Hazegawa, S., 1960. *Chemical composition of allanite*. Tohoku Univ. Sci. Rep. 3d. ser. Min. Petr. Ec. Geol., Vol. 6, N° 3.
- Heinrich, H. W., 1960. *Some rare earth mineral deposits in Mohave county, Arizona*. Univ. of Arizona Bull, Vol. XXXI, N° 1.
- Kaley, M. E. and R. F. Hanson, 1955. *Laumontite and leonhardtite cement in Miocene sandstone from a well in San Joaquin Valley, California*. Am. Min., Vol. 40.
- Lee, D. and H. Bastron, 1967. *Fractionation of rare earth elements in allanite and monazite as related to geology of the Mt. Wheeler mine area, Nevada*. Geoch. et Cosmoch. Acta, Vol. 31.
- Lima da Faria, J., 1958. *Heat treatment of metamict euxenites, polymignites, yttritanalites, samarskites, pyrochlores and allanites*. Min. Magazine, Vol. XXXI, N° 242.
- Murata, K. Rose; H. Carron, M. y J. Glass, 1957. *Systematic variation of rare earth elements in cerium earths minerals*. Geoch. et Cosmoch. Acta, Vol. 11.
- Pabst, A., 1952. *The metamict state*. Am. Min. Vol. 37.
- Semenov, E. I. and R. L. Barinskii, 1958. *The composition characteristics of the rare earths in minerals*. Geochemistry (a translation of Geokhimiya) N° 4.
- Ueda, T., 1957. *Studies on the metamictization of radioactive minerals*. Memoirs Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B., Vol. 24 N° 2.
- Watson, T. L., 1917. *Weathering of allanite*. Bull. Geol. Soc. Am., Vol. 28.

Recibido el 20 de octubre de 1971.



CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO
DE LAS COSTRAS Y ENCOSTRAMIENTOS CALCAREOS
DEL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES,
REP. ARGENTINA ¹

POR CARLOS ALBERTO MAZZA Y ANA MARIA GRAZAN

RESUMEN

Mediante determinaciones químicas, fisicoquímicas, mineralógicas y petrográficas se estudiaron las acumulaciones de calcáreo, (costras y encostramientos) en un perfil del sur de la provincia de Buenos Aires, República Argentina. Esto ha permitido establecer que el origen de las mismas se encuentra en los estratos de loess subyacentes, que constituyen, por otra parte, el material originario de los suelos isohúmicos de la región.

ABSTRACT

The present study deals with an extensive chemical, physicochemical, mineralogical and petrographic investigation of calcareous accumulations (crust and encrustments) commonly found in the South of Buenos Aires Province (Argentina). The research performed establishes that the parent rock of those formations is the loess deposit found below which is also the parent material of the isohumic soils of the region.

INTRODUCCION

Durante la pedogénesis el suelo puede evolucionar hacia nuevas formaciones, como ser eflorescencias salinas, concreciones, etc. El estudio de las mismas lleva indudablemente a esclarecer los diferentes fenómenos de la evolución del suelo.

Dichas formaciones están presentes en el perfil del suelo formando un manto continuo o discontinuo, dependiendo ello de diversos factores de alteración, como ser las condiciones climáticas, etc.

Las concreciones de CaCO_3 , generalmente conocidas bajo el nombre de

“tosca” en la Argentina, ocupan una gran superficie de la región pampeana (aproximadamente 90.000 km²), Siragusa (1964).

Naturalmente, la presencia de un manto impermeable de CaCO_3 en el suelo cambia las condiciones físicas, químicas y de fertilidad del mismo.

Pese a la importancia de la tosca en la productividad del suelo, ésta aún no ha sido estudiada detalladamente. Las investigaciones realizadas sobre estos niveles calcáreos sólo se han limitado a análisis mecánicos: Frenguelli (1922 y 1925) y Siragusa (1964). La necesidad de estudios detallados ha sido puntualizada por varios pedólogos: Aubert (1947), Durand (1959), Ruellan (1967) y otros.

El presente estudio tiende a establecer la relación que existe entre estas formaciones calcáreas y los estratos de

* Instituto de Edafología e Hidrología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

loess subyacentes, intentando establecer la génesis de las mismas. Esto se ha hecho apoyándose fundamentalmente en determinaciones químicas, fisicoquímicas, mineralógicas y petrográficas de las acumulaciones.

MATERIALES Y METODOS

El perfil estudiado posee las siguientes características.:

0-0,80 m. Costra calcárea, con lajas superficiales expuestas, a veces dislocadas, muy dura, de aspecto litográfico, presentando superficialmente lechos o películas coloreadas en forma de cintas de color blanco y salmón, con estructura foliada o laminar de color blanco-crema. Transición gradual.

0,80 - 1,90 m. Encostramiento calcáreo, de aspecto conglomerádico, nodular o concrecionario, relativamente friable. Color pardo claro. Los nódulos se encuentran a veces aprisionados en una ganga o matriz bastante calcárea. Transición gradual.

1,90 - 5,50 m. Loess de color pardo claro característico, sin estratificación, que constituye la roca generatriz de los suelos isohúmicos de la región, alternando generalmente con zonas de lehm.

PARTE EXPERIMENTAL

Tratamiento de la muestra:

La costra y el encostramiento calcáreo fueron convenientemente fraccionadas por medio de un molino a martillos. Los carbonatos fueron eliminados mediante un buffer ac. acético-acet. de Na pH = 5. La dispersión se realizó por medio de ultrasonido, siendo separada la fracción < de 2 μ . Dicha fracción se transformó en monoiónica con Ca Cl₂ 0,1 N.

Análisis químico:

Se empleó el método de la fusión alcalina Kolthoff y Sandell (1956).

La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), se determinó por el micro-método de Mackenzie (1951).

Superficie específica

Se empleó el método de retención del glicerol según el procedimiento de Kinter y Diamond (1956).

Análisis térmico diferencial (A.T.D.)

Los termogramas se efectuaron sobre muestras cuya humedad higroscópica fue equilibrada a 56 % de humedad relativa usando para ello una solución saturada de Mg(NO₃)₂.6H₂O a 20° C (Mackenzie, 1957). Se usó un equipo Netzsch (modelo 404). La velocidad de calentamiento fue de 10° C por minuto. Como material de referencia se usó caolín. La muestra se dispuso según la técnica de Barshad (1952). En todos los casos los termogramas se obtuvieron en atmósfera de O₂, luego de haber comprobado que no existían diferencias con los obtenidos en atmósfera inerte de N₂.

Difracción por rayos X

Se utilizó un difractómetro Rigaku-Denki con radiación de Cu y filtro de Ni. Incrementando la constante de tiempo y la amplificación del registrador se obtuvo una mejor resolución de los picos.

Microscopía electrónica

Se utilizó un microscopio electrónico marca Phillips 300, habiéndose realizado las micrografías con 10.000 aumentos. Las muestras fueron preparadas según la técnica propuesta por Serwatzky (1962).

CUADRO I
Composición química de la fracción < 2 μ .

Componentes	Costra calcárea	Encostramiento calcáreo	Loess
SiO ₂	74,28	64,97	58,98
Al ₂ O ₃	11,40	14,79	18,69
Fe ₂ O ₃	3,14	5,36	7,23
CaO	0,89	0,93	0,85
MgO	0,97	0,98	1,07
Na ₂ O	0,79	0,75	0,92
K ₂ O	0,30	0,39	0,48
Perd. por ignición	7,44	9,0	8,83
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	6,5	4,3	3,1
C. I. C. meq/100 g.	49,2	63,3	64,8
Sup. esp. m ² /g.	220	241	267
<i>Contenido total de Ca CO₃ %</i>			
	74,8	53,4	4,2

Análisis mineralógico de las arenas

El análisis se hizo siguiendo el método Solange Duplaix (1958), sobre la fracción de 0,5 - 0,05 mm.

Micromorfología

Las muestras se impregnaron con balsamo de Canadá y luego se prepararon y montaron con la técnica petrográfica corriente. Se usó un microscopio petrográfico Dialux-Pol (Leitz) operando sucesivamente con los aumentos 35, 100 y 500.

RESULTADOS

Composición química

Los resultados del análisis químico de la fracción < 2 μ en los tres niveles del perfil se exponen en el cuadro I.

Se observa en los mismos un alto porcentaje de silicio y aluminio, existiendo un decrecimiento del primero en profundidad y un aumento de la alúmina y del Fe; en tanto que el calcio, magnesio, sodio y potasio varían muy poco.

La C.I.C. varía entre 49.2 y 64.8 meq/100 de arcilla, mientras que los valores de la superficie específica oscilan entre 220 y 267 m²/g.

Respecto al Ca CO₃ total se observa un alto porcentaje tanto en la costra calcárea como en el encostramiento (74,8 y 53,4 % respectivamente); mientras que en el loess el contenido es de solamente 4,2 %.

Análisis térmico diferencial

Las curvas de las tres muestras presentan gran similitud (fig. 1).

Se observa un fuerte fenómeno endotérmico en la zona de 130-150° C y otro exotérmico débil hacia los 900° C, que indica la existencia de material no cristalizado. Además se observan dos fenómenos endotérmicos intermedios; uno de ellos hacia los 500-550° C y el otro menos pronunciado hacia los 800° C que precede al fenómeno exotérmico citado y que revelarían la coexistencia de montmorillonita.

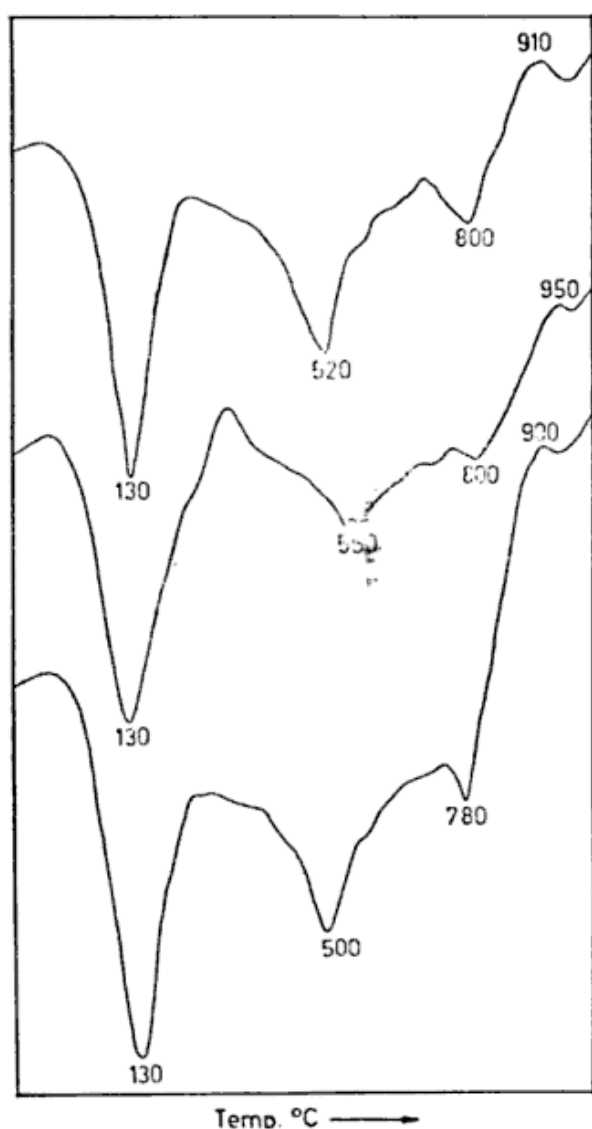


Fig. 1. — Curvas térmico-diferenciales de la fracción $< 2\mu$.

Difracción por rayos X

Los diagramas (fig. 2) son muy similares y típicos de material amorfo donde se observan pocos picos agudos representativos de materia cristalina. El tratamiento con calor y etilenglicol no mostró diferencias significativas.

Un análisis detallado de las reflexiones denota la presencia de los siguientes minerales:

- Minerales del grupo de la montmorillonita, posiblemente beidellita: una banda difusa en los alrededores

de los 15 Å y fuertes reflexiones a 4,48, 3,95 y 250 Å.

- Minerales del grupo de las micas hidratadas, probablemente illita: 10,1 Å; 4,50 Å; 3,32 Å y 2,50 Å.
- Minerales del grupo de caolín: 7,01 Å; 4,36 Å; 3,57 Å y 2,34 Å.
- Lepidocrocita: 6,27 Å; 3,29 Å y 2,47 Å.
- Cuarzo: una fuerte reflexión a 3,34 Å.
- Óxido de aluminio: débiles reflexiones a 4,85 Å y 4,37 Å indican un material no bien cristalizado.

Microscopía electrónica

Las micrografías I, II y III que se observan, no evidencian la presencia de material cristalino.

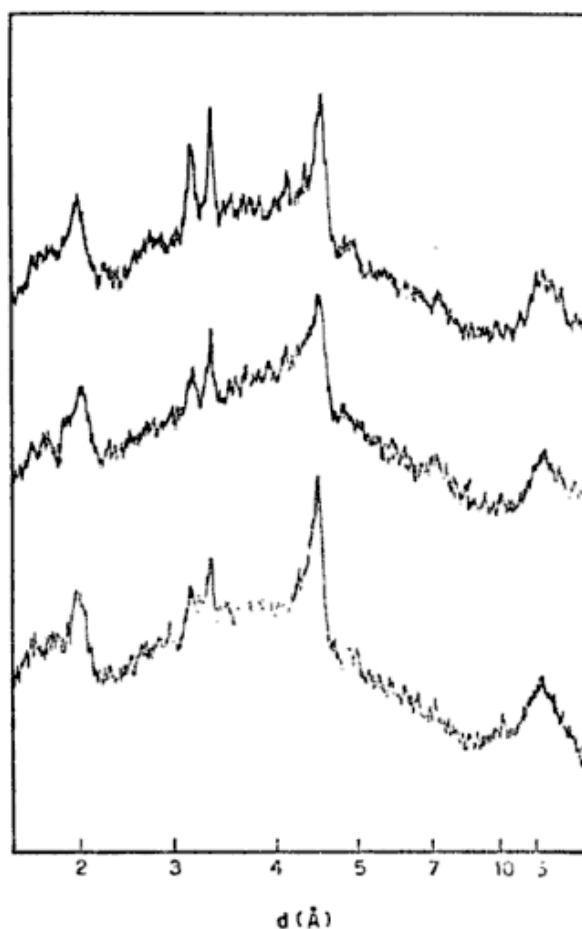
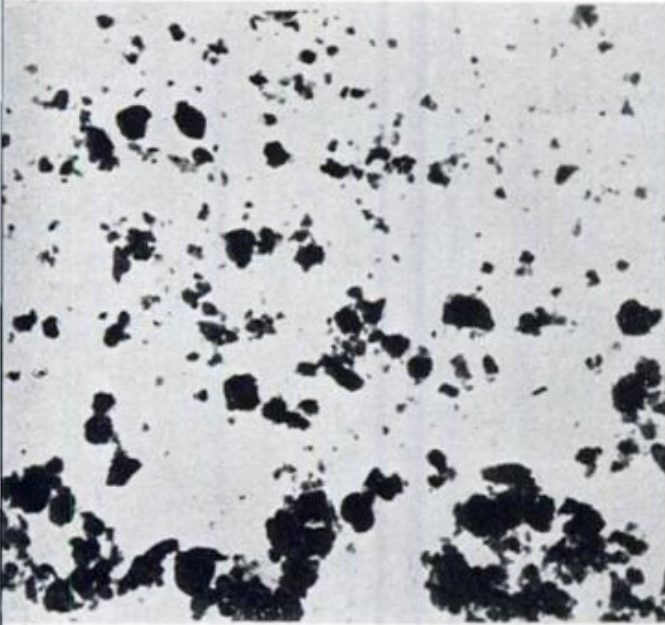
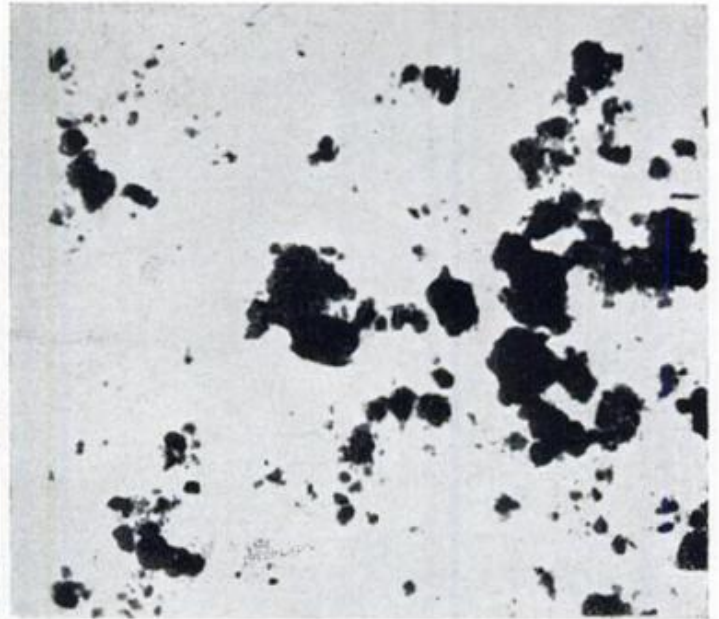


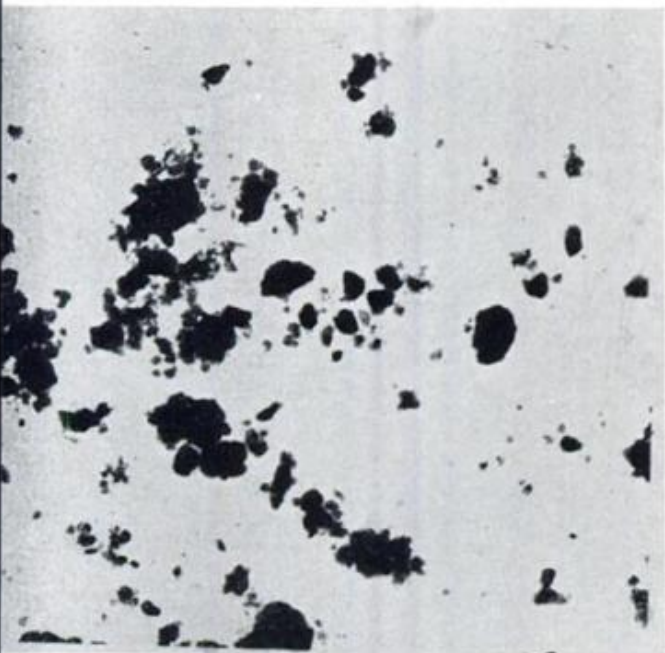
Fig. 2. — Diagramas de difracción de rayos X de la fracción $< 2\mu$.



I. — Costra. Micrografía electrónica de la fracción $< 2\mu$



II. — Encostramiento. Micrografía electrónica de la fracción $< 2\mu$



III. — Loess. Micrografía electrónica de la fracción $< 2\mu$

Mineralogía de las arenas

Las determinaciones mineralógicas de la fracción liviana y pesada que se observan en los cuadros II, III y IV, nos indican que el loess se halla constitui-

do por elementos cuyo origen corresponde a rocas volcánicas (andesitas, dacitas), existiendo además minerales de rocas metamórficas (epidoto, zoisita y granates).

En las formaciones calcáreas igualmente, el origen del sedimento son cenizas volcánicas, con neto predominio de augita, hipersteno y hornblenda verde y parda (minerales ricos en calcio).

Micromorfología

El esqueleto de las formaciones calcáreas y el loess presenta una gran homogeneidad constitutiva, encontrándose dominado por plagioclasas y feldespatos potásicos, algunos muy alterados. En menor cantidad minerales opacos, augitas, epidoto, hornblenda, hipersteno y algunos fragmentos de cuarcitas. En el plasma de la costra la invasión calcárea se halla dominado por calcita microcristalina, siendo en parte de naturaleza arcillo-férrica lo que determina colores pardo rojizos y pardo grisáceos.

CUADRO II

Determinación mineralógica de arenas % (0,05 a 0,005 mm)

Minerales	Costra	Encostramiento	Loess
Hipersteno.....	20	23	22
Augita.....	28	27	30
Anfiboles.....	2	4	2
Actinoto.....	2	3	1
Hornblenda verde.....	24	25	27
Hornblenda parda.....	4	2	2
Epidoto.....	6	3	5
Zoisita.....	2	1	1
Muscovita.....	12	12	10

Observaciones : No contados : 1 zircón, 1 granate, 1 biotita.

CUADRO III

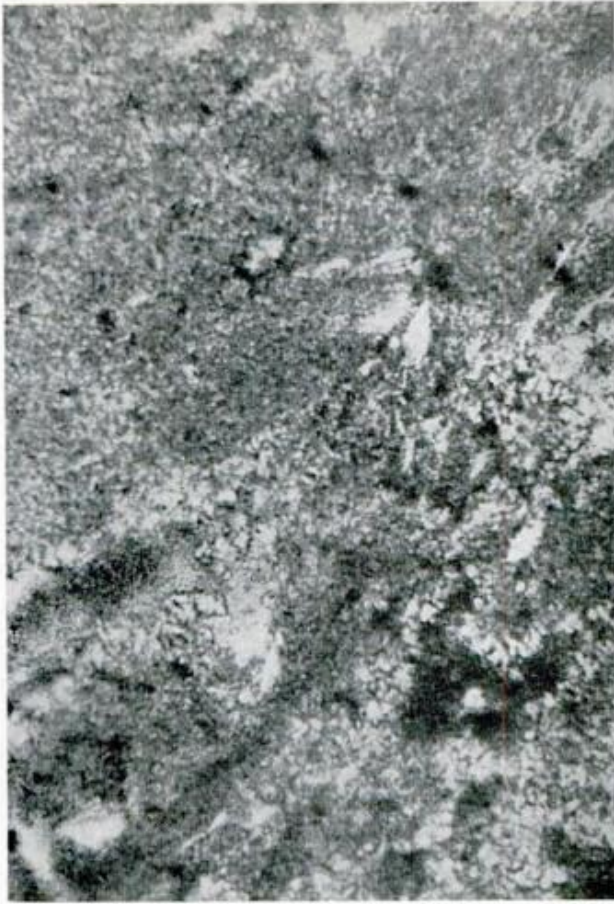
Análisis mineralógico de las arenas. % Fracción liviana

Muestra	Cuarzo	Feldespatos poco o no alterados	Feldespatos muy o completamente alterados	Analcima
Costra.. .. .	9	6	71	14
Encostramiento.....	16	19	62	2
Loess.....	2	3	91	4

CUADRO IV

Análisis mineralógico de las arenas %. Minerales pesados

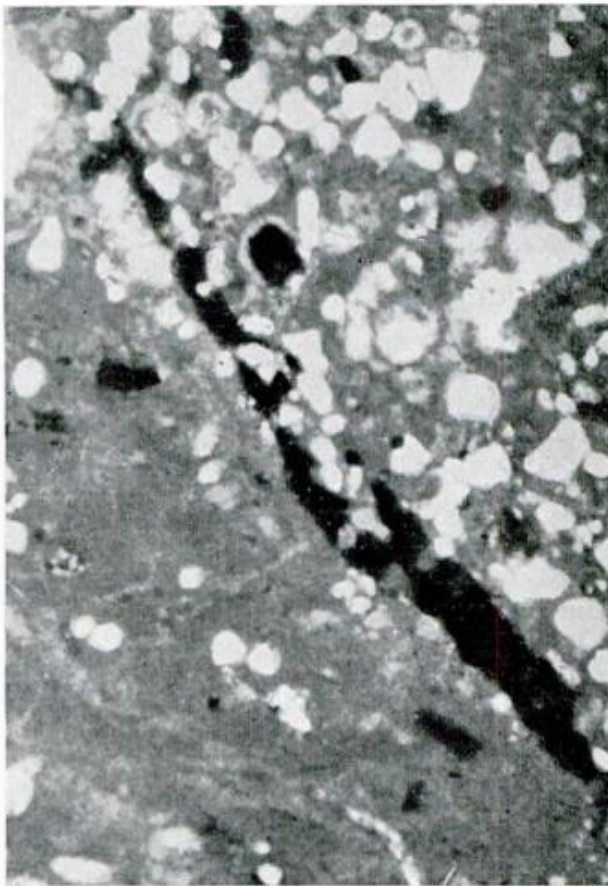
Muestra	Hipersteno	Augita	Hornblenda		Epidoto	Zoisita	Granates	Zircón	Minerales opacos	Ponderal
			Verde	Parda						
Costra	20	18	12	2	30	14	2	2	42	1
Encostramiento	28	30	12	2	12	12	2	2	64	0,25
Loess	38	17	18	1	6	19	3	—	32	0,5



A. — Arcillan encerrado y destruído. ($\times 100$)



B. — Cristalaria tubúlica. Organización groseramente concéntrica con bandas de calcita microcristalina más oscuras. (Nicoles cruzados $\times 35$).



C. — Ped calcitanes compuestos en bandas no bien definidas de calcita pura alternando con bandas pardo rojizas de calci-arcillanes. (Nicoles cruzados $\times 100$).



D. — Discontinuidad litológica o costra bandeada. Se observa claramente la diferencia entre la proporción de plasma y esqueleto entre los dos sectores. ($\times 35$).

A-B, Corresponden a la costra calcárea ; C-D, Corresponden al encostramiento calcáreo

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La composición química es relativamente constante u homogénea en los tres estratos del perfil, existiendo además un enriquecimiento de elementos resistentes a la alteración.

Los tenores de la C.I.C. varían de medianos a fuertes y corresponden tanto a arcillas de tipo montmorillonítico como a arcillas o materiales mezclados.

Los valores de la relación molecular $\frac{\text{Si O}_2}{\text{Al}_2 \text{O}_3}$ indican probablemente montmorillonita disminuyendo en profundidad.

La medida de la superficie específica nos indica también una mezcla de arcillas expandibles con otros minerales.

El contenido en calcáreo total, mayor en la costra que en el encostramiento, es característico para este tipo de formaciones de nuestra región.

El estudio térmico diferencial y roentgenográfico del coloide nos revelan en general la coexistencia de material cristalino y amorfo. Pensamos al respecto que estos geles se hallarían recubriendo a los primeros como verdaderos "coatings" sin excluir también por cierto la localización en partículas individualizadas en el conjunto, Mazza (1967).

El examen por microscopía electrónica tampoco muestra presencia de material cristalino. Las diminutas y escasas agujas que se aprecian se deberían a la formación del silicato de calcio denominado Tobermorita, Wieker (1968).

En las determinaciones mineralógicas de las arenas, la presencia de analcima y en menores proporciones de actinoto atestiguan que las mismas han debido sufrir una alteración hidrotermal más o menos importante. Las cenizas o vidrios volcánicos, existentes originariamente en el loess y hallados también en la costra y el encostramiento, bien pueden ser el origen, luego de haber experimentado transformaciones, de los materiales amorfos encontrados, Mazza (1967).

El examen micromorfológico de la costra no alcanza a explicar si se trata de un material que fue originariamente rico en calcáreo y luego removilizado y concentrado, o si se trata simplemente de una invasión de calcáreo como consecuencia de un fenómeno pedológico posterior a su deposición. Eso sí, los rasgos pedológicos indican una movilización, deposición y concentración del calcáreo bajo condiciones climáticas alternantes. El aspecto bandeado de algunas cristalarias y de las concreciones, indican que hubo al menos dos condiciones hídricas o físico-químicas distintas. En cambio del estudio de encostramiento se desprende que existió un proceso de iluviación de arcilla anterior al proceso de calcificación y que este se realizó contemporáneamente. Existiría una evolución policíclica.

Las facies cristalinas de calcita movilizada, indicarían cristalizaciones a partir de soluciones muy ricas en carbonatos.

Los rasgos pedológicos heredados, granos minerales con revestimientos férricos o nódulos férricos, indican una contaminación del material original con elementos ya pedogenizados (denudación o coluvionamiento de viejos suelos).

Los relictos sedimentarios descriptos unidos a la escasa angulosidad de los granos del esqueleto, hablan en favor de la deposición por agua del material original.

El Ca CO_3 , de baja movilidad geoquímica, cualquiera haya sido su origen, fue disuelto por aguas meteóricas o de río que por escurrimiento vertical y sobre todo oblicuo en el suelo, se cargaron de CO_2 , formando $\text{Ca} (\text{CO}_3\text{H})_2$ soluble y precipitado posteriormente por evaporación. Procesos posteriores alternantes de clima durante el Cuartario dieron lugar a recristalizaciones y litificación de los sedimentos, no existiendo, tal como lo afirma Ruellan (1967), ninguna relación entre la riqueza en

Ca CO₃ de la roca madre y la potencia de las acumulaciones calcáreas.

CONCLUSIONES

Las datos analíticos obtenidos del estudio del perfil de acumulaciones calcáreas compuesto por la losa superficial, costra y encostramiento del sur de la provincia de Buenos Aires, permiten afirmar que el mismo se ha originado a partir de los depósitos de loess subyacentes. En otras palabras, éste constituye la roca generatriz de esos depósitos.

Las alternancias climáticas del Cuartario y la aridificación posterior del clima proporcionaron el medio apto para la acumulación del Ca CO₃, unido a la actividad biológica que favoreció las condiciones para la solución y transporte del mismo.

La repetida acción de estos procesos con ciclos de calcificación, sedimentación y erosión dieron por resultado, las grandes acumulaciones de carbonatos. Estos períodos de deposición produjeron los encostramientos (estructuras terrosas), con mediano y alto contenido de Ca CO₃, que no alcanzaron la litificación en cambio la erosión del suelo y la meteorización de la parte superior calcárea produjo, en otros, el duro y compacto nivel alcanzado por la losa y la costra calcárea. La película acintada superficial, con mayor contenido de Ca CO₃, también se considera que se formó en ese período, Aristarain (1962). Siguiendo a este autor diremos también que: por la continuidad y amplitud de estas formaciones; la ubicación sobre superficies generalmente llanas; el paralelismo y superficialidad que guardan con respecto al suelo; el carácter cíclico de las acumulaciones; el carácter epigenético del Ca CO₃ y la mineralogía de las mismas, especialmente de los minerales arcillosos; entendemos que se deben a procesos pedogenéticos.

Finalmente, podemos afirmar que la "tosca", en general, es la resultante de una formación compleja, a menudo de

facies múltiples, no solamente polimórficas sino también poligenéticas y donde cada una debe ser examinada en particular apelando a estudios detallados de la morfología del perfil y de la constitución química y microscópica de la misma; considerando además del material litológico, el ambiente geomórfico en que se originó.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente al Profesor G. Fadda de la Universidad Nacional de Tucumán por la realización del estudio micromorfológico y a la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires por la ejecución de las micrografías electrónicas.

LISTA DE TABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aristarain, L. F., 1962. *Caliche deposits of New Mexico*. A thesis Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- Aubert, G., 1947. *Les sols a croute calcaires*. C. R. De la Conf. Pédol. Méditer. Alger-Montpellier, pp. 330-332.
- Barshad, I., 1952. *Temperature and Heat of Reaction calibration of the D.T.A. apparatus*. Am. Mineralogist 37, 667-94.
- Duplaix, S., 1958. *Détermination microscopique des minéraux des sables*. Librairie Polytechnique Ch. Béranger. Paris, 96 pp.
- Durand, J. H., 1959. *Les sols rouges et les croutes en Algerie*. Service des études scientifiques. Etude générale N° 7, Alger.
- Frenguelli, J., 1925. *Loess y limos Pampeanos*. Ministerio de Educación de la Nación. Universidad Nacional de La Plata, 88 pp.
- Jackson, M. L., 1956. *Soil chemical analysis*. Advanced course. University of Wisconsin, College of Agriculture. Dep. of soils. Madison, U.S.A., 894 pp.
- Kinter, B. and Diamond, S., 1956. *Gravimetric determination of monolayers glycerol complexes of clays minerals*. Proc. Natl. Conf. 5th-Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council, Publ. 318-333.
- Kolthof, I. M. y Sandell, E. B., 1956. *Tratado de Química Analítica Cuantitativa*. Libre-

- ría y Editorial Nijar S.R.L., Buenos Aires. 917 pp.
- Mackenzie, R. C., 1951. *A micromethod for determination of cation exchange capacity of clay*. J. Colloid Sci. 6, 219-222.
- Mackenzie, R. C. (Editor), 1957. *The differential Thermal Investigations of Clays*. Mineralog. Soc., London. 456 pp.
- Mazza, C. A., 1967. *Estudio de una secuencia de suelos insohúmicos, con costra calcárea del Sur de la Pcia. de Buenos Aires*. Rev. Fac. de Agronomía de La Plata (3a. época), t. XLIII (entrega 2^a). La Plata, Argentina.
- Ruellan, A., 1967. *Individualisation et accumulation du calcaire dans les sols et les dépôts quaternaires du Maroc*. Cahiers de Pédologie. O.R.E.T.O.M. vol. V, N° 4, 421-462.
- Serwatzky, G., 1962. *Über die Präparation von tonen für die elektronenoptische Untersuchung*. Sprechsaal, 21: 559-565.
- Siragusa, A., 1964. *Contribución al conocimiento de las toscas de la República Argentina*. G.A.E.A., t. XII, pp. 123-148.
- Wieker, W., 1968. *Chemische untersuchungen von Silicaten. XXXIV. Silicatanionenstruktur des 14 Å. Tobermorits von Crestmore und seiner Entwässerungsprodukte*. Z. anorg. Allg. Chem. Dtsch, 360, N° 5-6, 307-16.

Recibido el 21 de octubre de 1971.

CRITERIOS PARA EL RECONOCIMIENTO Y ESTUDIO DE LOS PALEOSUELOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL GRUPO DE TRABAJO SOBRE EL ORIGEN Y LA NATURALEZA DE LOS PALEOSUELOS

Por MARIO E. TERUGGI¹

RESUMEN

Se dan a conocer las conclusiones acordadas en el simposio internacional de Amsterdam sobre la naturaleza y edad de los paleosuelos.

El autor acompaña las conclusiones con comentarios que tienden a aclarar su alcance y significado, en base a lo discutido en el citado simposio. Además, detalla la terminología actual de paleosuelos y se explican algunos de los problemas relativos a su reconocimiento.

ABSTRACT

The INQUA Working Group on the origin and nature of paleosols has requested its members to publish its conclusions in the leading geological journals of their respective countries.

The conclusions, here published, are accompanied by the author's comments on their significance and application, in accordance with results of the discussions of the Amsterdam Symposium. A short note is also added on the terminology of paleosols and several aspects of paleosol recognition are considered.

ANTECEDENTES

En la última reunión de INQUA (París, 1969) se resolvió la creación, dentro de la Comisión de Paleopedología, de varios grupos de trabajo, uno de ellos destinado a estudiar el origen y la naturaleza de los paleosuelos, cuya presidencia se confió al Dr. D. H. Yaalon, de la Universidad de Jerusalén.

En noviembre de 1969, el Dr. Yaalon envió a todos los especialistas en paleosuelos una primera circular, en la que

se les solicitaba su opinión acerca de los problemas del reconocimiento y estudio de paleosuelos. En base a las respuestas recibidas, el Dr. Yaalon preparó un informe que fue sometido a la consideración de los miembros participantes del simposio sobre la edad de los materiales madres y de los suelos, que bajo el auspicio conjunto de la Asociación Internacional de la Ciencia del Suelo, UNESCO e INQUA, se celebró en Amsterdam entre el 10 y el 15 de agosto de 1970. Este Grupo de Trabajo efectuó una serie de enmiendas, modificaciones y aclaraciones al informe, y todo ello se ha incorporado

¹ Cátedra de Sedimentología; División de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

en una nueva circular que contiene las conclusiones finales.

En la reunión de Amsterdam, se solicitó a los participantes —entre ellos el autor de esta comunicación— que publicaran las conclusiones en los principales órganos geológicos de los respectivos países. La razón de tal pedido estriba en el hecho de que, hasta el presente, los geólogos han prestado poca atención a la posible presencia de paleosuelos en formaciones continentales, lo cual probablemente se ha debido a la difundida creencia de que están limitados casi exclusivamente al Cuartario. Sin embargo, como pudo demostrarse en el citado simposio, existen abundantes paleosuelos precuarterios y es por ello que el reconocimiento de estas entidades puede resultar de gran importancia en interpretaciones estratigráficas, geomorfológicas y paleoclimáticas. Los paleosuelos abren, pues, un horizonte promisorio para la investigación y de ahí que sea menester tener plena conciencia de esta cuestión y de los criterios aplicables para reconocer y clasificar los horizontes edafizados del pasado geológico.

Es indudable que la Revista de la Asociación Geológica Argentina, por su amplia difusión nacional, constituye el órgano por excelencia para hacer conocer las conclusiones y recomendaciones del Grupo de Trabajo. En lo que sigue, además de enumerar las conclusiones, se harán los comentarios adecuados para su mejor interpretación y comprensión, sobre la base de lo discutido por especialistas de todo el mundo en la reunión de Amsterdam.

Como podrá apreciar el lector, algunos aspectos del reconocimiento de paleosuelos no están todavía aceptados en forma unánime, y por ello es que se solicita, a quienes lo deseen, que hagan llegar sus observaciones y comentarios al autor de la presente nota, quien se encargará de derivarlos al Grupo de Trabajo para la redacción final de las conclusiones.

NOTA SOBRE LA NOMENCLATURA

Paleosuelos o *paleosoles* son los dos términos generalmente aceptados para designar los suelos formados bajo condiciones distintas de las que predominan en la región donde se los halla. Su presencia implica, por lo tanto, que ha habido cambios climáticos, de vegetación o de topografía. Algunos autores prefieren hablar de *suelos antiguos* (Flint, 1957), *suelos relictos* (Kubienski, 1953) o *suelos heredados* (Geze, 1959). Otra expresión que a veces se emplea es la de *suelos fósiles*.

El nombre de *suelos soterrados* (*buried soils*) es en parte sinónimo de paleosuelos; sin embargo, existen paleosuelos que no están enterrados o sepultados bajo otros depósitos. En este último caso, e incluso en el de algunos suelos soterrados a poca profundidad, no es raro que se esté en presencia de *suelos poligénicos* o *policíclicos* (Duchaufour, 1970), pues se superponen dos o más procesos consecutivos formadores de suelos: aquél que en el pasado lejano o reciente originó el paleosuelo y el que está actuando en el momento presente para configurar el suelo actual. Tanto los edafólogos como los geólogos deben tener plena conciencia de la posibilidad de que se superpongan, en un mismo material sedimentario o de otro origen, acciones edafizantes consecutivas.

CONCLUSIONES DEL GRUPO DE TRABAJO

Primera conclusión: “Los paleosuelos deben estudiarse con los mismos métodos que los suelos actuales. Sus propiedades deben correlacionarse con características o procesos similares de los suelos modernos.”

Esta conclusión se basa en el acuerdo general de todos los especialistas consultados de que en el estudio de los paleosuelos deben emplearse los mismos métodos que en la pedología. En la

práctica, ella implica que quien estudie formaciones continentales debería contar con los conocimientos básicos de la ciencia del suelo, como ser: familiarización con los perfiles edáficos y, en especial, sus horizontes, sus estructuras, sus variaciones verticales y otras características, además de una información global sobre los suelos típicos del presente.

Segunda conclusión: “El reconocimiento en el campo de más de una característica pedogénica distintiva constituye la base para la identificación de un paleosuelo.”

La presente conclusión subraya el hecho de que, por norma general, la identificación de un paleosuelo comienza con la observación de campo. Para ello, el geólogo debe tener el ojo entrenado para distinguir los caracteres pedológicos de rocas y sedimentos. Aún así, la consulta hecha a los especialistas ha demostrado que no siempre hay acuerdo acerca de los criterios distintivos que pueden utilizarse para reconocer paleosuelos. Por lo común, se admite que, en un perfil, la presencia de bandas o estratos de color y estructura diferentes constituyen a menudo la primera indicación de la posible presencia de paleosuelos.

En lo que se refiere a las características cromáticas, se suelen citar como ejemplo los cambios de color que se manifiestan en capas de cenizas volcánicas y que muchos autores suponen que se deben a la pedogénesis. Igualmente, existen investigadores —especialmente algunos que han trabajado en terrenos del Paleozoico superior de Europa septentrional— que postulan que la presencia de estratos morados o violáceos en formaciones continentales de capas rojas o similares representan la primera indicación de un posible paleosuelo. Contra estas interpretaciones cromáticas se han levantado algunas voces que sostienen que el color, en general, es un indicador pobre, por cuanto la coloración de las rocas puede deber-

se a meros procesos sedimentarios o, en el caso de que realmente fuera pedogénica, estaría expuesta a cambios posteriores después del enterramiento.

Con respecto a las estructuras, algunos autores consideran que constituyen una propiedad pedogénica relativamente estable, y, por ende, de gran utilidad para la identificación de paleosuelos. Las estructuras, si persisten, son generalmente visibles en los afloramientos, pero, y esto es muy promisorio, también pueden ser reconocidas a nivel microscópico. (Compárese el trabajo de Teruggi y Andreis, en ese mismo número de la Revista). Las estructuras visibles en el campo son casi siempre aquellas vinculadas con el horizonte B (columnar, prismática, en bloques, etc.), pues el horizonte A rara vez está totalmente conservado.

Aparte del color y las estructuras, los otros criterios diagnósticos más utilizados son la distribución de arcillas y carbonatos en el perfil. En efecto, la presencia de horizontes argílicos y cálcicos es citada con gran frecuencia como uno de los criterios más seguros para individualizar paleosuelos. A los horizontes mencionados deben añadirse otras acumulaciones pedogénicas, tales como las de compuestos de hierro, de sílice, etc., que forman costras y otras concentraciones en el subsuelo. En todos estos casos, es imprescindible que esas acumulaciones estén fuera de fase con respecto al ambiente y clima actuales.

Las acumulaciones mencionadas deben ser evaluadas con gran cautela, pues no todos los investigadores están de acuerdo sobre su significado. Así, las acumulaciones de carbonato de calcio (mantos o costras de tosca) pueden representar un proceso paleopedogénico, pero también llegan a originarse por otros procesos, tales como la acción del agua freática, la percolación, la migración de soluciones, etc., que si bien pueden acompañar a la pedogénesis, a menudo actúan independientemente.

Sin duda algunos lectores se preguntarán por qué no se ha mencionado la presencia de materia orgánica que, siendo esencial en los suelos del presente, cabría suponer que ha de ser también diagnóstica para los paleosuelos. El problema estriba en el hecho de que no hay acuerdo de opiniones acerca de la posible preservación y transformación de la materia orgánica. En primer lugar, como se mencionara más arriba, muchos paleosuelos han sido decapitados por la erosión previamente a su enterramiento, con la consiguiente desaparición del horizonte A, que es el portador del humus. En segundo lugar, suponiendo que se haya conservado dicho horizonte, se ha demostrado en numerosos trabajos que el contenido de materia orgánica es una propiedad transitoria, que tiende a desaparecer con el tiempo. Por ello, se estima que los análisis y determinaciones de materia orgánica son menos seguros que los otros criterios citados previamente. Todo ello sin dejar de señalar que existen depósitos aluviales que pueden presentar niveles humíferos que no son verdaderos suelos, sino que representan sedimentos orgánicos transportados y depositados en planos aluviales.

Tercera conclusión: “Para describir todas las características observadas debe emplearse una nomenclatura pedológica y específica de los horizontes, que debe complementarse con anotaciones que indiquen la naturaleza del paleosuelo cuyas características se describen.”

Puede apreciarse que esta conclusión aspira a que la identificación de paleosuelos sea abonada con toda la información pedológica que pueda obtenerse en el campo. De esta manera, se pretende que el reconocimiento de horizontes y otras características posibilite deducir qué tipo de paleosuelo está presente en un lugar determinado y, mediante eso, inferir qué tipo de clima o condición topográfica imperaban en el momento de su formación.

Cuarta conclusión: “Los perfiles, parciales o completos, deben seguirse lateralmente en el paisaje para determinar su variación espacial.”

Esta conclusión implica, sencillamente, que los paleosuelos deben ser reconocidos y estudiados como componentes de un paisaje tridimensional. Para obtener la visión espacial —que es esencialmente el enfoque geológico— se requiere que sean examinados una cierta cantidad de perfiles y secciones. El objetivo final de la reconstrucción tridimensional es determinar la existencia de paleosuperficies continentales, con las cuales se relacionan los paleosuelos.

Habrà apreciado el lector que, dado lo tenue de las evidencias de los paleosuelos y lo difícil de establecer con seguridad su naturaleza, un simple cambio textural, estructural, mineralógico o cromático en el espesor de un estrato o en un conjunto de ellos no implica necesariamente la existencia de un paleosuelo. Al igual que los suelos actuales, los paleosuelos se han formado en la interfase tierra-aire, por lo que el reconocimiento de esa interfase o superficie es fundamental para la identificación segura y correcta de paleosuelos. Esas paleosuperficies pueden ser concordantes o transgresivas con respecto a los planos de estratificación; en el segundo caso, que es el de una discordancia erosiva, su reconocimiento es más fácil.

En principio, toda paleosuperficie representa una antigua topografía, relacionada con la cual pueden haberse originado distintos paleosuelos, según las variaciones climáticas de un sitio a otro, los cambios en las rocas madres y la mayor o menor abundancia local de agua. El ejemplo más famoso de paleosuperficie es la de Sangamon, correspondiente al último Interglacial de la región del sur de los grandes lagos norteamericanos, con la cual se vinculan diversos tipos de paleosuelos originados sobre materiales loésicos.

Quinta conclusión: “Un conjunto de métodos de laboratorio suministran resultados, a menudo cuantitativos, acerca de la paleogénesis, y deberían emplearse en combinación con la identificación de campo.”

La presente conclusión refuerza la primera e insiste en la necesidad fundamental de combinar métodos de campo y de laboratorio. Los métodos de laboratorio más usuales son los que se emplean para determinar las siguientes propiedades: granulometría, contenido de carbonato de calcio, composición mineralógica (en particular, naturaleza y variación de los argilominerales) y meteorización de minerales livianos y pesados. Existen además otros análisis, tales como los de intercambio de cationes, nutrientes, sales solubles, composición química total, variación de pH, etc. que si bien son muy útiles en el estudio de suelos actuales, no parecen serlo tanto en el de paleosuelos.

Naturalmente que entre los métodos de laboratorio ocupa lugar prominente la micromorfología, a la que aludimos más arriba. Algunos especialistas han llegado a considerar que los estudios micromorfológicos son absolutamente esenciales para el reconocimiento de paleosuelos.

Sexta conclusión: “Es muy conveniente una nomenclatura de paleosuelos que tenga implicancias pedológicas y debería basarse en propiedades descriptas con precisión y objetividad.”

Esta conclusión trata de favorecer el desarrollo de una nomenclatura doble, en la cual se usa un nombre geográfico o cronoestratigráfico a un término pedológico. Esta cuestión, de gran interés estratigráfico, no se debatió a fondo en el simposio de Amsterdam, por entenderse que no competía directamente a su fin específico, remitiéndose por lo tanto el asunto de nomenclatura de paleosuelos al Grupo de Trabajo sobre Estratigrafía de Suelos de INQUA.

Séptima conclusión: “Para los paleosuelos, se propicia un sistema de clasificación pedológica de amplio uso nacional o internacional, ya que se trata de correlacionar las paleocaracterísticas con sus análogas del presente. En caso de que sea posible, debería denotarse con un calificativo la alteración diagenética observada.”

Esta conclusión plantea la grave cuestión de cuál sistema de clasificación de suelos debe emplearse. Se destaca, en primer lugar, la necesidad de la creación de una clasificación especial paleopedológica, para lo cual aconseja remitirse a las clasificaciones usadas en suelos actuales. La dificultad estriba en que ninguno de los sistemas actuales es totalmente satisfactorio, sin que sea posible decidir por uno determinado. Según la nacionalidad de los investigadores consultados, las respuestas han indicado el sistema norteamericano, el francés, el australiano, el de la FAO, etc. De cualquier modo que sea, el sistema que se adopte debe ser de uso amplio y esencialmente morfogénico, pues este tipo es el que resulta más adecuado y adaptable a la clasificación de paleosuelos, cuya naturaleza podría ser indicada mediante un prefijo.

Octava conclusión: “Una clasificación a nivel de gran grupo de suelos, o nivel similar, es la más útil para los fines interpretativos y comparativos.”

En esta conclusión se destaca que el nivel de gran grupo (o sub-orden de la clasificación norteamericana) parece ser el más adecuado para el estudio de paleosuelos.

Novena conclusión: “Se necesitan estudios sobre la preservación de características pedológicas y su posible alteración bajo distintas condiciones ambientales, tanto en superficie soterradas como en las que no lo son.”

Esta conclusión final alude a una cuestión de gran importancia, cual es la preservación de las características pedológicas de un paleosuelo. Es posible

que alteraciones posteriores a la formación del suelo, es decir, procesos diagenéticos, puedan enmascarar, modificar u obliterar por completo las características que sirven para su reconocimiento. En esos casos, dejaría de ser aplicable una clasificación morfogénica, por cuanto faltarían los elementos de juicio necesarios para distinguir las grupos de suelos.

Es evidente, por lo tanto, que se requiere investigar con gran detalle la acción de los agentes meteóricos y diagenéticos sobre los paleosuelos. Aparentemente, las características micromorfológicas serían las más estables, pero se requieren estudios cuidadosos para determinar cuáles de ellas son exclusiva-

mente pedogénicas y cuáles pueden formarse por procesos sedimentarios independientes de la edafización.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Duchaufour, P., 1970. *Précis de Pédologie*. Masson et Cie., Paris.
- Flint, R. F., 1957. *Glacial and Pleistocene Geology*. John Wiley & Sons, New York.
- Geze, B., 1959. *La terre, altération des roches et formation des sols*. Volume VIII Encyclopédie de la Pléiade, Paris.
- Kubienska, W. L., 1953. *The Soils of Europe, Illustrated diagnosis and systematics*. Thomas Murby, London.

Recibido el 6 de agosto de 1971.

MICRO-ESTRUCTURAS PEDOLOGICAS: CARACTERISTICAS, DISTRIBUCION EN SEDIMENTITAS ARGENTINAS Y POSIBLE APLICACION EN SEDIMENTOLOGIA

Por MARIO E. TERUGGI y RENATO R. ANDREIS¹

RESUMEN

Se describen brevemente rasgos y fábricas pedológicas, tal cual han sido caracterizados por los micromorfólogos, y se discute su valor diagnóstico en la determinación de paleosuelos, considerándose pedogénicos los cutanes, los pedotúbulos y algunas fábricas.

El examen microscópico de sedimentitas pertenecientes a diversas formaciones continentales ha demostrado que esas evidencias pedológicas se hallan presentes en los Estratos de Paganzo (Paleozoico superior), en el Grupo Chubut (Cretácico superior), en varias entidades terciarias y, naturalmente, cuartarias.

Los rasgos y fábricas pedológicos son muy estables ante las acciones diagenéticas y por eso, de ser efectivamente pedogénicos, pueden ser valiosos en la determinación de paleosuelos.

Las micro-estructuras pedológicas abren nuevas posibilidades para la investigación sedimentológica, de gran importancia para las interpretaciones ambientales, en especial las paleoclimáticas y paleoecológicas.

ABSTRACT

The authors briefly describe pedological features and fabrics as identified by micromorphologists and analyze their diagnostic value in identifying paleosols. Cutans, pedotubules and certain fabrics are considered to be truly pedogenic.

Microscopical inspection of continental rocks of Argentina has shown that pedological evidences do occur in Estratos de Paganzo (Upper Paleozoic), the Chubutian Group (Upper Cretaceous), several Tertiary Formations and, of course, in Pleistocene sediments.

The finding of these pedological feature and fabrics proves that they are able to withstand diagenetic changes, so that, if they are really pedogenic, they can be very useful to detect paleosols.

It seems that pedological microstructures open up a vast and promising possibility in sedimentological research, since recognition of paleosols based thereon will permit a more accurate environmental analysis, specially in the paleoclimatic and paleoecological domains.

INTRODUCCION

En el dominio de las rocas sedimentarias, la investigación de los suelos ocupa una posición muy singular. Por su carácter de entidades directamente vin-

culadas con los procesos biológicos y por su condición de cuerpos rocosos en estado de equilibrio dinámico con respecto a la atmósfera, hidrosfera (en parte) y biosfera, el estudio integral de esas porciones externas de la superficie terrestre requiere el auxilio de un conjunto de disciplinas variadas (ciencias geológicas, químicas, físicas, biológicas, climáticas, agronómicas, etc.). De

¹ Cátedra de Sedimentología, División de Mineralogía y Petrología; Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

esa conjunción, y con el correspondiente desarrollo de métodos y técnicas propios, se ha originado la pedología o ciencia del suelo.

La erección de la pedología como ciencia independiente ha determinado que sus resultados y conclusiones ejercen poca influencia sobre el pensamiento geológico, pues generalmente se publican en revistas y libros especializados. Tácita o reconocidamente, existe una valla entre pedólogos y sedimentólogos que impide la fácil y amplia comunicación de un dominio a otro, a pesar de que muchas de las cuestiones investigadas son comunes a ambas disciplinas.

Entre otras cosas, hace ya más de 35 años que la pedología viene ocupándose de la fábrica microscópica de los suelos o micromorfología (Kubierna, 1931). Las contribuciones en este campo son tan numerosas que, en los últimos años, se han publicado varios textos dedicados a esta cuestión (Brewer, 1964; Jongerius, 1964; Kubierna, 1970). Las observaciones y contribuciones de los micromorfólogos han sido poco utilizadas por los sedimentólogos, a pesar de que podrían tener aplicación inmediata a ciertos problemas texturales y genéticos de las rocas sedimentarias.

Nuestra experiencia con sedimentitas argentinas, especialmente las de origen continental, nos ha demostrado que en ellas suelen presentarse diversas estructuras que han sido reconocidas y caracterizadas por los micromorfólogos de suelos. Creemos, por lo tanto, que es conveniente llamar la atención sobre ellas, principalmente porque encierran la posibilidad de arribar a una mejor interpretación de las series sedimentarias, para el caso de que posean un significado pedogénico preciso.

La presente contribución está destinada a presentar las micro-estructuras fundamentales de tipo pedológico, comentar su distribución en algunas sedimentitas argentinas y analizar la implicancia que pueden poseer.

CONCEPTOS MICROMORFOLOGICOS FUNDAMENTALES

Los pedólogos especializados (cf. Brewer, 1964) consideran que los componentes de los suelos pueden dividirse en dos grandes grupos: los *granos esqueléticos* y el *plasma* (Kubierna, 1938). Con la primera designación se involucran los minerales detriticos más o menos estables y de un tamaño superior al coloidal, que no son afectados profundamente por los procesos edáficos. Por su parte, el plasma representa el material que por su tamaño diminuto, su inestabilidad o su solubilidad, puede ser transportado, reorganizado y/o concentrado por los distintos procesos edáficos.

La interacción de estos dos componentes fundamentales determina las dos características esenciales de los suelos: la *fábrica*, o sea la disposición espacial de clastos y huecos, y la *estructura*, que se refiere al tamaño, forma y disposición de clastos y huecos asociados (definiciones basadas en Brewer, 1964). La tendencia de los suelos a dividirse en "terrones" representa la manifestación megascópica de la estructura, propiedad que a veces, modernamente, se denomina también pedalidad. Las porciones o *pedes* en que se cuartea un suelo están separados por planos, que pueden ser reales o estar rellenos por acumulaciones de plasma. La presencia en sedimentitas de estructuras pedológicas (columnar, prismática, poliédrica, etc.), constituye muchos veces la primera evidencia de un posible paleosuelo. Sin embargo, en rocas antiguas o muy diagénizadas, esas estructuras megascópicas comúnmente son obliteradas.

Pero aparte de estos aspectos megascópicos, los micromorfólogos han elaborado una sistemática muy precisa y compleja de las estructuras y fábricas edáficas reconocibles bajo el microscopio. No podemos entrar aquí en el detalle de estas cuestiones, por lo que nos limitaremos a señalar los elementos funda-

mentales que interesan en relación con las rocas sedimentarias.

Las unidades o entidades más importantes reconocidas por los micromorfólogos son las siguientes:

- A) Huecos u oquedades.
- B) Rasgos pedológicos.
- C) Matriz - S.

En lo que sigue, se describen brevemente estas entidades.

A) Huecos u oquedades

La presencia de huecos en los suelos está directamente relacionada con la propiedad sedimentaria denominada empaquetamiento, aunque varias acciones posteriores pueden modificarlos o eliminarlos. Los huecos influyen sobre propiedades tales como porosidad, permeabilidad, aereación y muchas más de interés edáfico.

La clasificación de los huecos es la siguiente:

a) *Huecos de empaquetamiento*: son por lo general irregulares e interconectados, de formas ecuanteras a proladas. Sus dimensiones son submicroscópicas, salvo en los materiales arenosos. Su forma está condicionada por la de los clastos, su tamaño y empaquetamiento.

b) *Poros (vughs)*: relativamente grandes, son irregulares y no suelen estar interconectados. Su forma es indefinida, pero la más común es la ecuantera y la prolada. Muchos poros tienen bordes irregulares.

c) *Vesículas*: son huecos grandes, con paredes curvas simples y lisas. Pueden ser proladas, obladas o ecuanteras.

d) *Cámaras*: son huecos más grandes, de paredes lisas. La forma es ovoidal a irregular y pueden estar conectadas por canales.

e) *Canales*: son oquedades de forma más o menos cilíndrica, de paredes lisas y sección uniforme, circular o elipsoidal. Su tamaño supera al que deriva-

ría del empaquetamiento. Los canales suelen anastomosarse.

f) *Planos*: son meras superficies que atraviesan el material y que, en corte transversal, se ven como simples líneas. Los más comunes son los planos oblicuos (*skew planes*), que cruzan la masa edáfica de manera irregular y sin orientación, a diferencia de los planos de tensión (*joint planes*) que son paralelos a subparalelos y se presentan en juegos o sistemas. Una tercera categoría, los planos de rotura (*craze planes*), son grietas que se caracterizan por una conformación altamente compleja de las paredes, por asociación de tramos rectos con curvos.

Los huecos pueden preservarse como tales o ser posteriormente rellenados por el plasma o soluciones mineralizantes.

B) Rasgos pedológicos

Son entidades que se reconocen en el material del suelo porque se presentan como concentraciones de plasma o porque poseen fábricas distintas a la de la masa en que están incluidas.

Los rasgos pedológicos reconocidos son (Brewer, 1964):

- a) Cutanes
- b) Pedotúbulos
- c) Glébulos
- d) Cristalarias

Conviene describirlos someramente, pues algunos de ellos son comunes en rocas sedimentarias.

a) *Cutanes*: Con este nombre (derivado del latín *cutis*; Brewer, 1964) se designan las concentraciones o acumulaciones de plasma en ciertos puntos del suelo. Como muchos cutanes son arcillosos, se los llamó originariamente "clay skins" en inglés o "Tonhäutchen" en alemán; la nueva denominación es preferible, ya que su composición puede ser muy variada.

En base a su composición mineralógica, se distinguen las siguientes variedades de cutanes: *argillanes*, si están formados por minerales de las arcillas; *ferranes* o *sexcuanes*, si son de óxidos o sexquióxidos de hierro; *ferroargillanes*, si están constituidos por argilominerales y hematita; *manganes*, si están compuestos por óxidos e hidróxidos de manganeso; *soluanes*, cuando representan acumulaciones de sales solubles, tales como carbonatos, sulfatos, cloruros, etc.; *silanes*, si son de naturaleza silíceo y *esqueletanes* si están formados por granos esqueleticos.

Otro aspecto importante está dado por la naturaleza de la superficie sobre la que se han depositado los cutanes, pues la forma de éstos, que es uno de los caracteres diagnósticos, está controlada por la del sitio donde se produjo la acumulación de plasma. Los siguientes tipos son los más frecuentes:

1) cutanes de grano: son los que recubren granos esqueleticos u otras unidades. Forman una película delgada que recubre los clastos y, en los puntos en que éstos entran en contacto, facilita su unión (fig. 1).

2) cutanes de canales, vesículas y cámaras: son los que revisten o rellenan esas respectivas oquedades, cuyas formas conservan (fig. 4).

3) cutanes de planos: son los que se han depositado en los distintos tipos de planos o grietas descritos previamente (figs. 2, 3).

Los cutanes son los rasgos pedológicos más frecuentes en las rocas sedimentarias que hemos estudiado, como se describirá más adelante.

b) *Pedotúbulos*: Son estructuras tubulares en sentido amplio, por lo común megascópicas. Generalmente están rellenos de plasma o esqueletanes; este relleno difiere estructuralmente del material que lo rodea.

El tipo más conocido de pedotúbulos son los llamados *krotovinas*, que representan túneles y cuevas de animales

cavadores, rellenos por materiales finos.

c) *Glébulos*: Son unidades de forma por lo común prolada a ecuante, formados por la concentración de un componente o reconocidos por una diferencia de fábrica (fig. 5).

En realidad, bajo el nombre de glébulos (del latín *glacubula*, terrón; Brewer, 1964), los micromorfólogos designan lo que en sedimentología se llaman cuerpos crecionales (González Bonorino y Teruggi, 1953), o sea concreciones y secreciones en el sentido amplio de estos términos.

d) *Cristalarias*: Son cristales individuales o masas de cristales que rellenan cavidades, o, incluso, pueden reemplazar a la matriz. Muchas rosetas y otros agregados cristalinos caen dentro de esta denominación.

C) *Matriz-S*

Con esta denominación se designa el material que compone realmente el suelo y que está formado por una mezcla de granos esqueleticos, plasma y huecos. La matriz-S constituye, por lo tanto, el fondo material en el cual se desarrollan los rasgos pedológicos descritos más arriba; es un material que no posee ni forma ni orientaciones definidas. Si hubiese que traducir matriz-S a términos sedimentológicos, se podría decir que corresponde al conjunto de clastos mayores y matriz.

Los micromorfólogos se han preocupado por caracterizar minuciosamente la matriz-S desde el punto de vista estructural. En particular, han prestado atención a la disposición de las escamillas arcillosas o plasma. Estas estructuras plásmicas son las que se emplean para distinguir los tipos principales de fábricas de la matriz-S, que son:

1) fábricas asépticas: caracterizadas por plasma no orientado, de modo que las escamillas se distribuyen sin orientación (fig. 2).

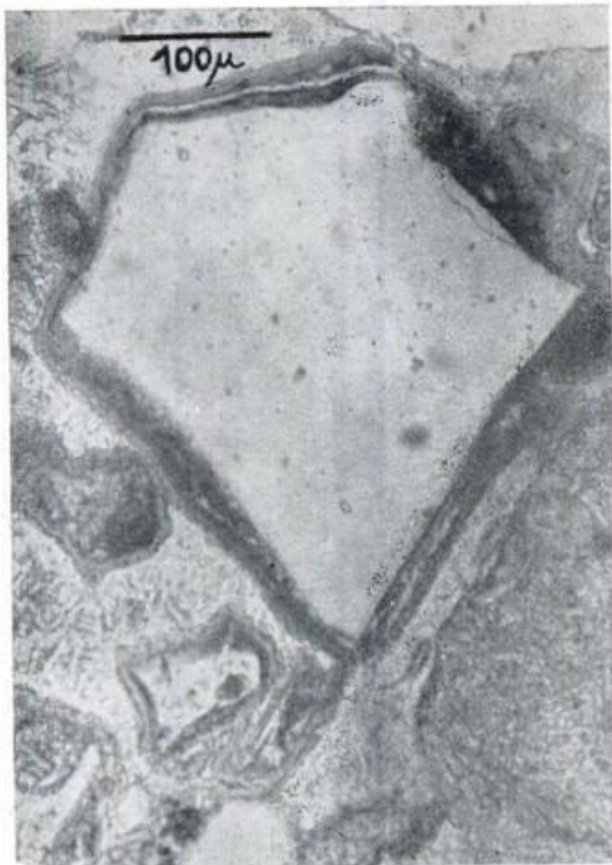


Fig. 1. — Cutanes (ferro-argillanes) en torno a un grano de cuarzo y los vitroclastos. La base incolora, bastonada, es de clinoptilolita. Luz paralela. Toba arenosa del Grupo Chubut; río Pinturas, Santa Cruz.

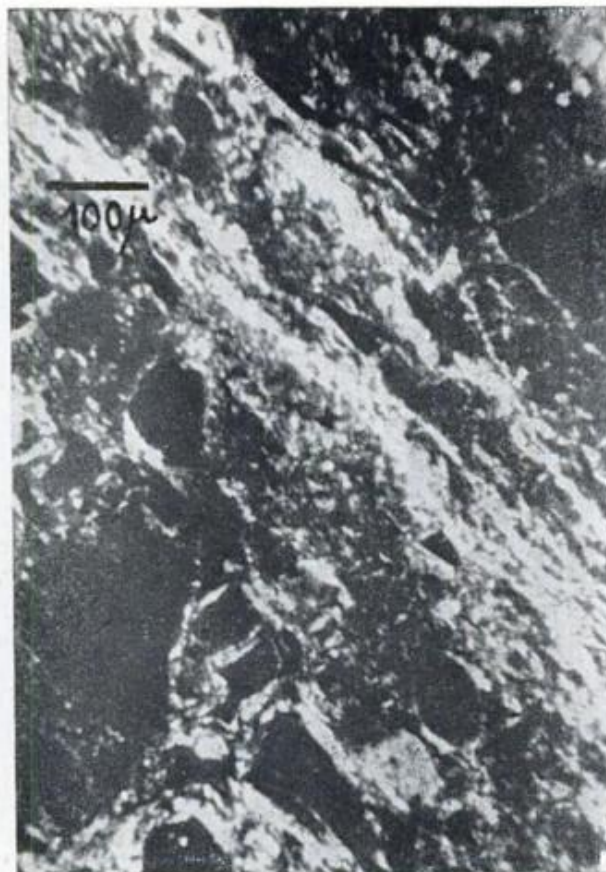


Fig. 2. — Cután (argillán) curvo y ramificado, que acompaña a un plano oblicuo que cruza la fotomicrografía del extremo superior izquierdo al inferior derecho. En la parte inferior, se observan vitroclastos con argillanes y se distingue la matriz-S de tipo aséptico. Con nicóles cruzados. Toba del Grupo Chubut; río Pinturas, Santa Cruz.

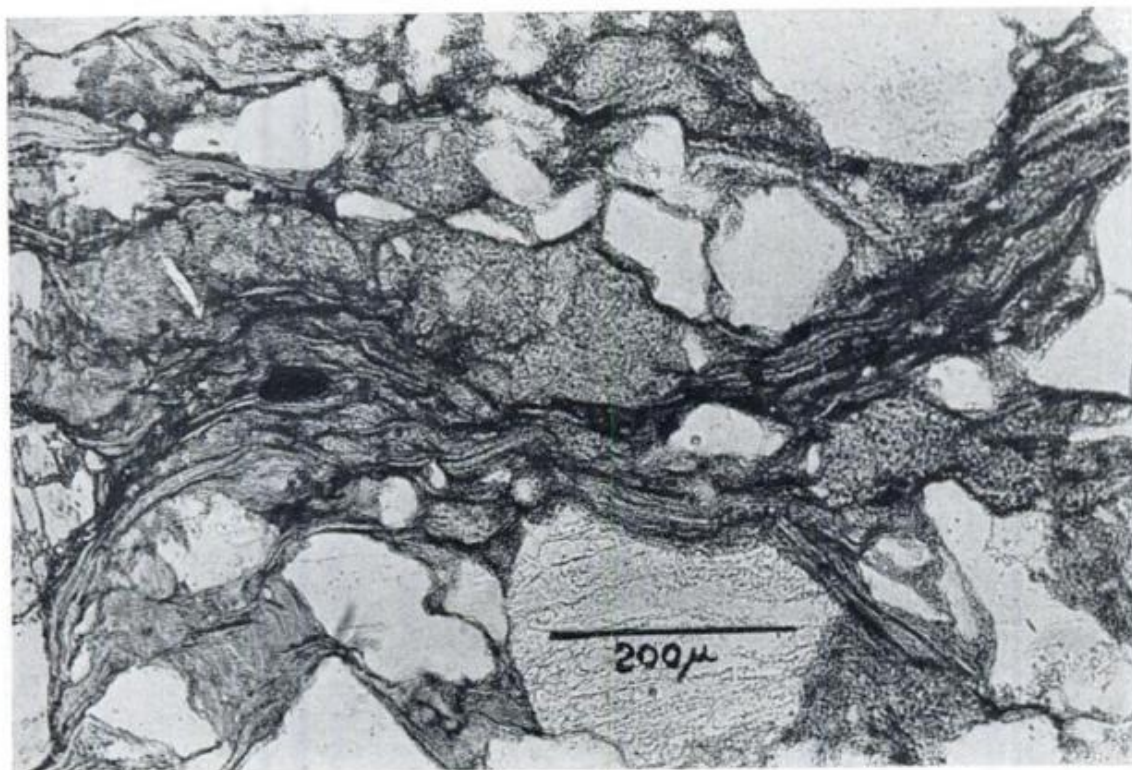


Fig. 3. — Largo y ramificado argillán (transformado en illita-muscovita) de un plano de rotura. Luz paralela. Arcosa de la Formación Tupe, Bauda Florida, La Rioja

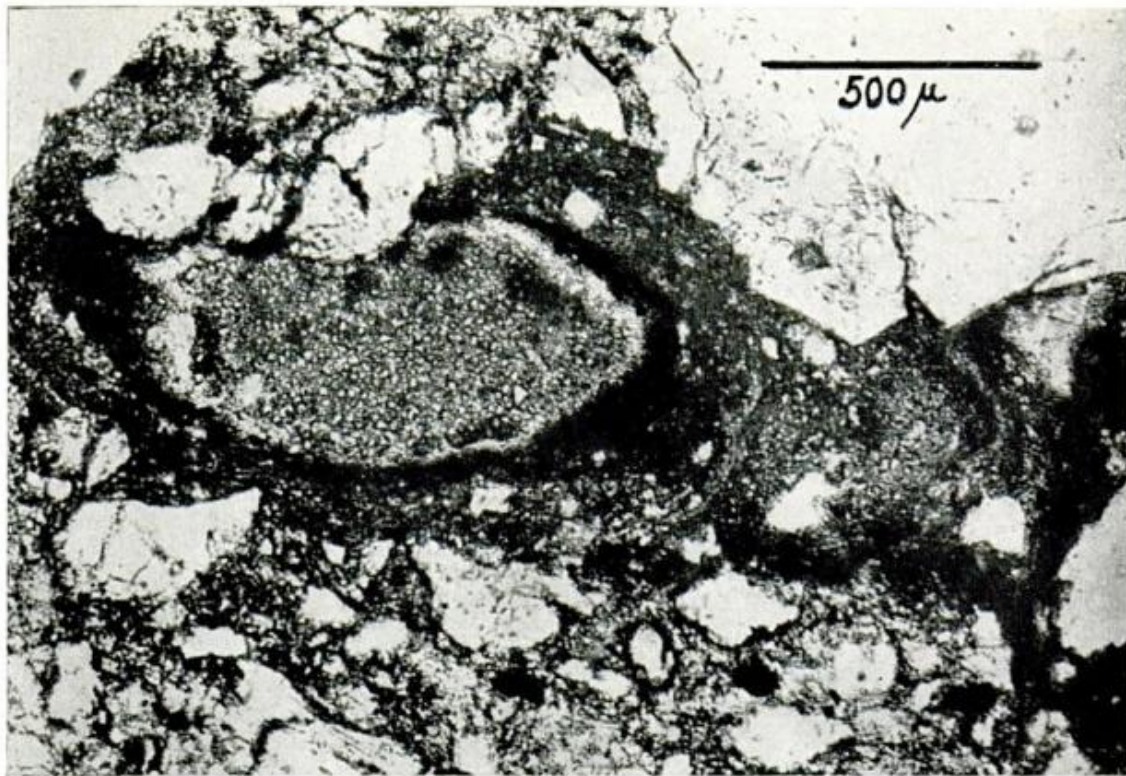


Fig. 4.— Ferro-esqueletón revistiendo una cámara que está rellena por matriz pelítica. Luz paralela. Wacke cuarzosa, matriz Brecha Cerro Colorado, Sierra de la Ventana, Peía. Bs. As.



Fig. 5.— Glóbulo ferruginoso con estructura concéntrica, en matriz-S aséptica. Luz paralela. Toba arenosa del Grupo Chubut; río Pinturas, Santa Cruz.



Fig. 6.— Matriz-S con fábrica séptica, con dos orientaciones fundamentales de las escamillas del plasma. Luz paralela. Toba del Grupo Chubut; río Pinturas, Santa Cruz.

2) fábricas sépicas: aquéllas en las que las escamillas del plasma adoptan uno o más modelos de orientación, que con frecuencia se entrecruzan (fig. 6).

Estas fábricas y las anteriores son las más comunes en suelos relativamente arcillosos.

3) fábricas undúlicas: aquéllas en que el plasma adopta una orientación ligeramente ondulada.

4) fábricas isóticas: las que están formadas por una base isotrópica.

5) fábricas crísticas: las que están formadas por cristales precipitados por por soluciones.

SIGNIFICADO DE LAS ESTRUCTURAS Y FABRICAS PEDOLOGICAS

Hemos descripto las principales entidades pedológicas porque, al parecer, han pasado inadvertidas en los estudios sedimentológicos, no obstante el hecho de que suelen encontrarse en cortes delgados de sedimentitas. La poca o nula atención que se ha prestado a estas entidades por los sedimentólogos sólo puede explicarse suponiendo que se desconocen sus características, pues basta la observación de las microfotografías de un texto de micromorfología para que cualquier petrólogo sedimentario compruebe que las estructuras y fábricas pedológicas son idénticas a las que a menudo se presentan en cortes delgados de rocas. Por ello, y previo a la descripción de ejemplos hallados en sedimentitas argentinas, conviene analizar el significado genético de ellas.

Los caracteres estructurales que los micromorfólogos han descripto en los cortes delgados de suelos son indiscutiblemente pedogénicos; los que aparecen en sedimentos y sedimentitas de variados orígenes, en cambio, pueden ser motivo de discusión en cuanto a su génesis. Corresponde, por lo tanto, tratar de establecer cuáles son los caracteres micromorfológicos que efectivamente son el resultado de procesos edáficos.

En este sentido, los huecos u oquedades son muy dudosos. Los de empaquetamiento son primarios y se deben a la sedimentación, no a la acción pedogénica. Los poros y vesículas se originan por varios procesos sedimentarios y pedológicos, tales como atracción y floculación de arcillas, lixiviaciones, burbujas gaseosas atrapadas, etc. Más significativos parecen ser los canales y cámaras, que se consideran de origen biológico pues representan sistemas radiculares o excavaciones de diversos organismos (hormigas, lombrices, grillos, ratones, etc.); por ello es posible que estén relacionados con los suelos, especialmente los canales. En cuanto a los planos, se formarían por fenómenos de mojaduras y secados de material limo-arcilloso, con las consiguientes expansiones y contracciones; por esta razón, su origen puede ser doble, es decir pedogénico y sedimentogénico.

Los rasgos pedológicos — como parece indicarlo su nombre — serían originados por la edafización y así los considera Brewer (1964), quien manifiesta que los cutanes se originan por iluvia-ción, por movimientos del plasma, por soluciones y por difusión (quedan excluidos los llamados cutanes de tensión, engendrados por una acción de ciza, que es posible en muchos materiales). Dado el posible significado pedológico de los cutanes, hemos tratado de verificar si se los encuentra en rocas que, por su origen, no pueden haber sido nunca paleosuelos. Con este propósito, hemos revisado numerosos cortes delgados de sedimentitas marinas, sin encontrarlos en ningún caso. Parecería, entonces, que la halmirólisis es incapaz de formar cutanes (conviene aclarar que el mero hallazgo de rasgos pedológicos en rocas marinas no implica necesariamente que aquéllos se formaron *in situ* en los fondos subácueos, pues las rocas pueden haber sido edafizadas posteriormente, cuando pasaron a formar parte de un continente; con todo, su ausencia en esos depósitos abona la suposición de

que efectivamente sean de origen pedogénico).

Si, como parece, los cutanes son pedogénicos, su presencia en sedimentitas es extraordinariamente importante, pues serían indicadores de paleosuelos. No sólo eso, sino que, como mostraremos más adelante, una vez formados parecen ser capaces de resistir la acción del tiempo y los cambios diagenéticos. Con todo, cabe la posibilidad de que la movilización del plasma que los origina pueda ser efectuada, además, por dos procesos puramente geológicos: la meteorización y la acción de aguas subterráneas. La primera está íntimamente ligada a la edafización y es muy posible que ambas marchen siempre juntas (recuérdese la dificultad para establecer el límite entre regolito y suelo); sobre la segunda, faltan estudios detallados de las estructuras microscópicas resultantes. Se necesitan estudios objetivos, a nivel micromorfológico, para poder delimitar los efectos de las diversas acciones citadas.

En cuanto a los pedotúbulos, su presencia es muy útil, pero se trata generalmente de una estructura megascópica. Los glébulos y cristalarias poseen poco valor diagnóstico, ya que su origen es tanto sedimentario como edáfico.

La matriz-S, y en especial las fábricas de tipo sépico y asépico, caracterizadas por escamillas minerales desorientadas u orientadas en varias direcciones, no parece ser compatible con los procesos deposicionales, como lo destaca Lafeber (1964), pues ellos normalmente determinan una disposición paralela de los componentes laminares. Nuevamente, en este campo, se plantea el interrogante de si la meteorización o el agua subterránea pueden o no originar fábricas similares.

En resumen, pues, se tendría que los cutanes y la matriz-S podrían ser los rasgos micromorfológicos que más valor poseen para el posible diagnóstico de paleosuelos. Un valor menor tendrían

los canales y cámaras, vacíos o llenos por el plasma. Los pedotúbulos, si están presentes, tienen también un valor diagnóstico.

Se comprenderá, en base a todo lo señalado, que un sólo rasgo micromorfológico no es completamente suficiente para identificar un paleosuelo. Se requiere la presencia de varios rasgos pedológicos e incluso las observaciones estructurales efectuadas en el campo.

POSIBLES PALEOSUELOS EN FORMACIONES CONTINENTALES ARGENTINAS

Una revisión sistemática de cortes delgados de algunas formaciones que habían sido estudiadas por nosotros ha permitido comprobar que con frecuencia aparecen fábricas o rasgos pedológicos. Los ejemplos que podemos citar son los siguientes, desde los más antiguos a los más modernos:

ESTRATOS DE PAGANZO: En esta entidad, que desde el punto de vista sedimentológico fue caracterizada por Terruggi *et al.* (1969), se encontraron varios horizontes con evidencias pedológicas a nivel microscópico. Ellas predominan en la parte basal de la Formación Tupe y consisten generalmente en cutanes localizados en planos de rotura (fig. 3) o, menos comúnmente, en torno a clastos. En la Formación Guandacol estas microestructuras son más escasas, al igual que en la Formación Patquía, donde están representadas por ferranes de clastos.

Como datos de interés, que apoya nuestra interpretación, debemos consignar que el geólogo inglés Bob Wagner creyó reconocer, en base a sus observaciones de campo, la presencia de paleosuelos forestales en la Formación Tupe (comunicación personal).

GRUPO CHUBUTIANO: En sus dos mil metros de espesor aproximado en el co-do del río Senguerr, este Grupo demos-

tró una abundancia notable de fábricas y rasgos pedológicos.

En efecto, una revisión microscópica de las 116 muestras que fueron oportunamente estudiadas por Teruggi y Rossetto (1963) permitió comprobar que 56 de ellas (48 %) poseen evidencias edáficas. Las muestras con esas características se distribuyen de la siguiente manera: 24 en la Formación Bajo Barral y 32 en la Formación Castillo. La abundancia de manifestaciones micropedológicas ha sido también verificada por L. Dalla Salda (estudio inédito) en el Grupo Chubutiano del perfil de río Pinturas, Santa Cruz. En este caso, sin embargo, la observación de campo permitió comprobar la presencia de pedotúbulos, megaestructuras poligonales y prismáticas, variaciones significativas de color y mineralógicas verticales, todo lo que, en conjunto, viene en apoyo de las microestructuras.

En los cortes delgados revisados, predominan los cutanes. De ellos, los más comunes son los argillanes y ferro-argillanes de clastos (fig. 1) o de planos oblicuos (fig. 2); menos abundantes son los ferranes, esqueletanes y silicanes. No son raros los glébulos de tipo ferruginoso (fig. 5). Junto con los cutanes, es normal encontrar matrices-S, especialmente las de tipo sépico (fig. 6). Estos distintos tipos de estructuras aparecen en rocas que pueden denominarse tobas, areniscas tobáceas, tobas arenosas, areniscas y conglomerados (nomenclatura de Teruggi y Rossetto, 1963).

Por otra parte, este nuevo estudio microscópico reveló que, en el codo del río Senguerr, muchos estratos chubutianos que son similares en composición, granulometría, compactación, grado de alteración, porosidad y otras características, a veces presentan micromorfologías pedológicas, a veces no, lo que resulta difícil de explicar desde el punto de vista puramente sedimentológico. Otro hecho que merece citarse es que esas micromorfologías pedológicas se

presentan en estratos aislados o en grupos de dos o tres estratos consecutivos, separados por estratos estériles en esas microestructuras.

Conviene recordar que, según las conclusiones de Teruggi (1962), los sedimentos del Chubutiano del codo del río Senguerr se depositaron en cuencas interiores poco profundas, bajo un clima de semi-aridez que provocaba períodos de desecación favorables para la formación de analcima sedimentaria. En base a este hallazgo de micromorfologías microscópicas, puede suponerse ahora que existieron numerosos períodos de desecación lo suficientemente prolongados para posibilitar el desarrollo de suelos, que en muchos casos deben haber sido de tipo hidromórfico o halomórfico, es decir, evolucionados bajo influencia de aguas salinas que se hallaban muy cerca de la superficie del terreno.

Por su abundancia de evidencias micropedológicas, el Grupo Chubutiano merece ser estudiado detalladamente. Un plan de investigación en curso, de la cátedra de Sedimentología del Museo de La Plata, prevé encarar próximamente esta cuestión. Si se verifica que, efectivamente, las micromorfologías encontradas corresponden a paleosuelos, se contará con elementos de juicio para analizar con mayor información la sucesión de los períodos de depositación y de no depositación en la cuenca, y se podrá alcanzar conclusiones paleogeográficas y paleoclimáticas de gran interés.

FORMACIONES EOCENAS: En varias formaciones eocenas se han encontrado ya evidencias pedológicas.

En la Formación Musters de las proximidades de la laguna del Mate, uno de los autores (R. R. Andreis) comprobó un buen desarrollo de argillanes de clastos y la presencia de abundantes canales de raíces, que se localizan en superficies enrojadas y litificadas de las tobas. Existen también numerosos nidos de escarabajos y restos de mamíferos

(información personal del Lic. O. Odreman Rivas).

Por otro lado, el supuesto Casamayorense del valle del río Chubut, entre Gaymán y Dolavon, está compuesto por psamitas enrojecidas, a veces interestratificadas con tobas. La base de esta secuencia es a veces neta, a veces transicional, y pasa a tobas friables blanquecinas en las cuales se observan estructuras prismáticas poco marcadas y, en corte delgado, desarrollo de cutanes.

FORMACIÓN RÍO CHICO: En la región de Pan de Azúcar, en la margen del río Chubut en las proximidades de Dolavon, esta formación del Oligoceno muestra una paleosuperficie enrojecida y, por debajo de ella, las areniscas presentan pedotúbulos. Al microscopio, se comprobó la existencia de cutanes (observación de R. A. Andreis).

FORMACIÓN BRECHA CERRO COLORADO: En la Formación citada, atribuida al Mioceno superior de la sierra de la Ventana, un reciente estudio efectuado por Andreis, Mazzoni y Spalletti (1970) permitió verificar la presencia de cutanes de huecos, del tipo ferro-argillanes, desarrollados en la matriz arenosa de la brecha (fig. 4).

FORMACIÓN RÍO BLANCO: Lluch (1971), en su trabajo de licenciatura, encontró cutanes en el miembro superior de esta formación mendocina, de edad triásica.

No nos detendremos a detallar los hallazgos de paleosuelos que hemos efectuado en formaciones cuartarias, tales como las de las barrancas de Mar del Plata-Miramar, las holocenas de las sierras de Tandil y las de otras localidades bonaerenses, sobre las cuales ya hemos preparado algunos trabajos de próxima publicación. Si omitimos estas menciones es porque nos guía el propósito de llamar la atención sobre los paleosuelos precuaternarios, acerca de los cuales la información es sumamente deficiente.

CONSIDERACIONES ACERCA DEL HALLAZGO DE POSIBLES PALEOSUELOS

Se podrá apreciar, en base a lo expuesto y a las ilustraciones, que en sedimentos continentales se encuentran, con relativa frecuencia, microestructuras y microfábricas que son idénticas a las que se hallan en suelos actuales. Las formaciones en que hemos descubierto estas evidencias pedológicas son pocas, pero representan la mayoría de las que hemos revisado, por lo que suponemos que han de ser muy comunes. Sin embargo, en los estudios sedimentológicos rara vez se las menciona, y ello induce a sospechar que generalmente pasan inadvertidas, o, en caso contrario, no se ha entrevisto su significado.

Es muy posible que la falta de descripciones de estructuras y fábricas paleoedáficas se deba al hecho de que no hayan sido buscadas, pues existe la creencia muy generalizada entre geólogos y sedimentólogos que los paleosuelos (con excepción de las sotoarcillas de depósitos carbonosos y casos similares) son propios del Pleistoceno. Esta creencia es infundada, al menos desde el punto de vista teórico, pues no cabe menos que admitir que, a partir del momento en que los continentes fueron colonizados por los vegetales, el desarrollo de suelos es poco menos que inevitable, no obstante los cambios florísticos que se han sucedido a través de los tiempos geológicos. Efectivamente, todo hiatus en la depositación de un conjunto de estratos continentales debe haber quedado signado por procesos de meteorización y/o edafización, por lo que cabe esperar que los paleosuelos sean comunes en esas secuencias estratigráficas y no una rareza. Su ausencia, por lo tanto, es atribuible o a que no se los ha buscado detenidamente (como señalamos más arriba) o a la destrucción u obliteración de las características edáficas por el soterramiento y la concomitante diagénesis. De este modo, desapa-

recerían las evidencias que permiten la identificación paleoedáfica.

Cualquiera que sea la razón de la aparente ausencia de paleosuelos en formaciones continentales, nuestros hallazgos de fábricas y rasgos pedológicos en sedimentitas fanerozoicas parecerían indicar que, a nivel microscópico, esos finos detalles no son borrados ni destruidos por cambios o modificaciones diagenéticos. Una vez formados, cutanes y matrices-S demuestran poseer una notable estabilidad, al punto de que persisten aún en formaciones paleozoicas.

Los cutanes y matrices-S que hemos encontrado son idénticos a los que se forman en suelos actuales, y por eso creemos que pueden ser realmente pedogénicos. Esta creencia está refirmada por los siguientes hechos significativos: tal cual cabe esperar, se presentan esporádicamente en las series continentales estudiadas; no parecen ser el resultado de procesos sedimentarios normales, especialmente algunos tipos de matrices-S y de cutanes que se desconocen en depósitos actuales; no han sido hallados por nosotros en rocas de origen marino. A todo ello corresponde agregar que, como en el caso del Grupo Chubutí, cuando la inspección microscópica ha hecho sospechar que existen niveles de paleosuelos, las observaciones de campo revelan que se pueden encontrar características diagnósticas de tipo megascópico.

Si nuestras interpretaciones son correctas (y nos apresuramos a aclarar que es mucho lo que falta investigar sobre este tema), el estudio microscópico de sedimentitas podrá suministrar una de las primeras pistas para el reconocimiento de paleosuelos. A su vez, si los paleosuelos son verificados, se abren valiosas posibilidades para el análisis geológico. Así, la identificación de estas entidades podría servir como criterio para orientar la búsqueda de restos paleontológicos, especialmente de organismos que han vivido directamente vincu-

lados al suelo, como vertebrados herbívoros, numerosos grupos de invertebrados y, por sobre todo, vegetales, que son los causantes de la edafización. Es posible que la investigación palinológica sea la que resulte más beneficiada del reconocimiento de paleosuelos e, inversamente, ella puede cooperar eficazmente en la confirmación de los datos obtenidos en el campo y en el laboratorio sedimentológico.

Por otro lado, el reconocimiento de paleosuelos debe ser investigado hasta que esas entidades sean clasificadas en una de las grandes categorías de suelos actuales (compárese *Criterios para el reconocimiento y estudio de los paleosuelos*, por Mario E. Teruggi, en este mismo número de la Revista). Alcanzado ese objetivo, se dispondrá de una valiosísima información adicional, pues quedará determinado el tipo de clima que predominaba en la región donde se encuentran los paleosuelos, además de aportes sobre las condiciones locales del drenaje y la topografía. O sea que se contribuirá notablemente tanto en el dominio de la paleoclimatología como el de la paleomorfología.

Finalmente, la presencia de niveles paleopedológicos en series continentales potentes podrá eventualmente utilizarse para distinguir los estratos que se han depositado rápidamente unos sobre otros de aquéllos separados por diastemas, cuya duración será probablemente proporcional al desarrollo adquirido por el paleosuelo que se estudia. Evidentemente, esta posibilidad repercutirá en el análisis estratigráfico.

El presente trabajo — primero de una serie en la que se describirán e interpretarán paleosuelos tanto cuartarios como precuartarios — abre en la investigación sedimentológica una nueva senda que, de resultar correcta, promete contribuir fuertemente al análisis de numerosos problemas de la sedimentación continental.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS
EN EL TEXTO

- Andreis, R. R., Mazzoni, M. y Spalletti, L., 1970. *Sedimentología de la Brecha Cerro Colorado (Sierras Australes, provincia de Buenos Aires)*. Simp. Geol. Sierras Australes, Bahía Blanca (inéd.).
- Brewer, R., 1964. *Fabric and mineral analysis of soils*. John Wiley & Sons, New York.
- González Bonorino, F. y Teruggi, M. E., 1953. *Léxico sedimentológico*. Publ. Ext. Cult. Didáct. N° 6, Museo Arg. Cienc. Nat.; Bs. As.
- Jongerijs, A., 1964. *Soil micromorphology*. Elsevier; Amsterdam.
- Kubiena, W. L., 1931. *Micropedological studies*. Wiss. Arch. Pflanzenbau, vol. 5, pág. 613-648.
- Kubiena, W. L., 1970. *Micromorphological features of soil geography*. Rutgers Univ. Press, New Brunswick.
- Lafeber, D., 1964. *Soil fabric and soil mechanics*. En Jongerijs, pág. 351-360.
- Lluch, J. J., 1971. *Paleocorrientes en el Triásico del norte de Mendoza. Sector Divisadero Largo-Papagayos*. Tesis Licenciatura Museo La Plata (inéd.).
- Teruggi, M. E., 1962. *Sobre la presencia de analcima sedimentaria en el Chubutiano del codo del río Senguerr*. Rev. Museo La Plata, Geol., tomo V, pág. 193-217.
- Teruggi, M. E. y Rossetto, H., 1963. *Petrografía del Chubutiano del codo del Senguerr*. Bol. Inf. Petrolíferas, N° 354, pág. 18-35; Bs. As.
- Teruggi, M. E.; Andreis, R. R.; Mazzoni, M.; Spalletti, L.; Abait, P. and Iñíguez, A., 1969. *Sedimentology of the Paganzo Beds at Cerro Guandacol, La Rioja*. Gondwana Stratigraphy, UGS Symposium Bs. As., Sect. III, pág. 857-880; UNESCO, París.

Recibido el 6 de agosto de 1971.

EDADES RADIMÉTRICAS Y CORRELACION DE METAMORFITAS DE LA PRECORDILLERA, SAN JUAN-MENDOZA, REP. ARGENTINA

POR RUBEN J. CUCCHI

RESUMEN

Se analizan metamorfitas de la Precordillera sanjuanino-mendocina que por su similitud petrológica e igual estilo estructural podrían ser de una misma edad. Estas metamorfitas, a diferencia de sedimentitas devónicas con las cuales han sido correlacionadas, han estado sometidas a una prolongada y repetida tectónica a juzgar por las evidencias de dos y hasta tres episodios de plegamiento. El metamorfismo y la deformación alcanzan mayor intensidad en las sierras de Uspallata y Cortaderas, disminuye hacia la quebrada del río San Juan y, sin llegar a la complejidad de las dos primeras localidades, aumenta nuevamente en Jáchal.

Sobre la base de las edades radimétricas de tres muestras, dos de ellas de Uspallata y la restante de la quebrada del río San Juan, se puede descartar la edad devónica de estas rocas propuestas por algunos investigadores, por cuanto ésta sería la edad del metamorfismo y/o deformación más reciente. Si las edades radimétricas son correctas puede dejarse de atribuir exclusivamente al Precámbrico la edad del metamorfismo en esta región del país.

ABSTRACT

Metamorphic rocks from Precordillera sanjuanino-mendocina are analyzed. These rocks have similar petrologic character and structural style and have been submitted to a long and repeated tectonics, as evidence of two or three episodes of folding and penetrative fabric reveal. Devonian sediments that are correlated with these metamorphites are not provided with such evidences of deformation.

The structural difference between metamorphites and Devonian sediments and absolute ages of three metamorphic samples indicate that Devonian age proposed by some authors for these metamorphic rocks have to be discarded; Devonian age would correspond to the last metamorphism and/or deformation in Precordillerean areas.

INTRODUCCION

El problema de la edad de las metamorfitas que constituyen el basamento cristalino de la Precordillera ha estado en debate desde hace mucho tiempo sin haberse llegado a ningún acuerdo. En este trabajo se analizan algunas características de las rocas metamórficas de varias localidades precordilleranas y se discute su ubicación cronológica sobre la base de la edad radimétrica

de tres muestras, una de ellas de la quebrada del río San Juan, en las cercanías de Calingasta, y las dos restantes de la sierra de Uspallata.

Existe entre las metamorfitas analizadas una clara continuidad física, un similar grado de metamorfismo, y un mismo estilo estructural. También existe, en partes, una relación similar con otras rocas de edades paleontológicamente conocidas, cuyo estilo estructural difiere considerablemente del de las me-

tamorfitas, como es el caso de las formaciones que han sido globalmente designadas como "pretillíticas".

Excepto los datos referentes a las edades radimétricas, las demás observaciones fueron adelantadas en un coloquio del Departamento de Geología de la Universidad de Buenos Aires, en agosto de 1965.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, las que proporcionaron un subsidio y fondos, respectivamente, que facilitaron la realización de este trabajo; y al ex-Instituto de Geología y Minería, que encargó y financió los análisis radimétricos.

ANTECEDENTES Y BREVE DESCRIPCION GEOLOGICA

Las primeras referencias a una edad prepaleozoica de las rocas metamorfizadas de la Precordillera fueron expuestas por Avé-Lallemant (1890, 1892). Este autor sostuvo que los esquistos filíticos y otros sedimentos alterados que forman gran parte de la falda occidental de la sierra de Uspallata, son hurónicos, así como los esquistos de la sierra de Cortaderas. Estas ideas fueron rechazadas por Stappenbeck (1910, p. 15) al sostener el punto de vista de que "no existen rocas precámbricas en la Precordillera propiamente dicha".

Otros investigadores apoyaron, en cambio, un punto de vista menos rígido y aceptaron la posibilidad de la existencia de representantes precámbricos en los terrenos de la Precordillera. Así, Keidel (1921, p. 19, nota 1), aunque no está de acuerdo con Avé-Lallemant pues, según su opinión, los esquistos filíticos y otras sedimentitas metamorfizadas de la falda oeste de la sierra de

Uspallata formarían parte de una serie paleozoica, sin embargo no descarta la posible presencia de rocas precámbricas en aquel flanco de la sierra. El mismo Keidel (1921, p. 74 y 89, nota 2) se refiere a depósitos muy probablemente precámbricos en la serie considerada devónica de la parte meridional de la Precordillera, y objeta, además, el uso del término *grauvaca*, dado por Bodembender y Stappenbeck a algunos sedimentos areno-arcillosos precordilleranos, pues ello daría idea, según él, de uniformidad en las formaciones, lo que a su criterio no existe. Más tarde, Keidel (1939, p. 5, 6, 7 y 69) reitera su argumentación de que no hay en la sierra de Uspallata una sola y espesa serie concordante sino que hay allí representadas varias edades geológicas. En relación a las extensas áreas de pizarras, *grauvacas* y sedimentos similares que en el mapa de Stappenbeck son atribuidas al Devónico, concluye Keidel (1939, p. 73) por afirmar que hay formaciones más antiguas o modernas que ese período.

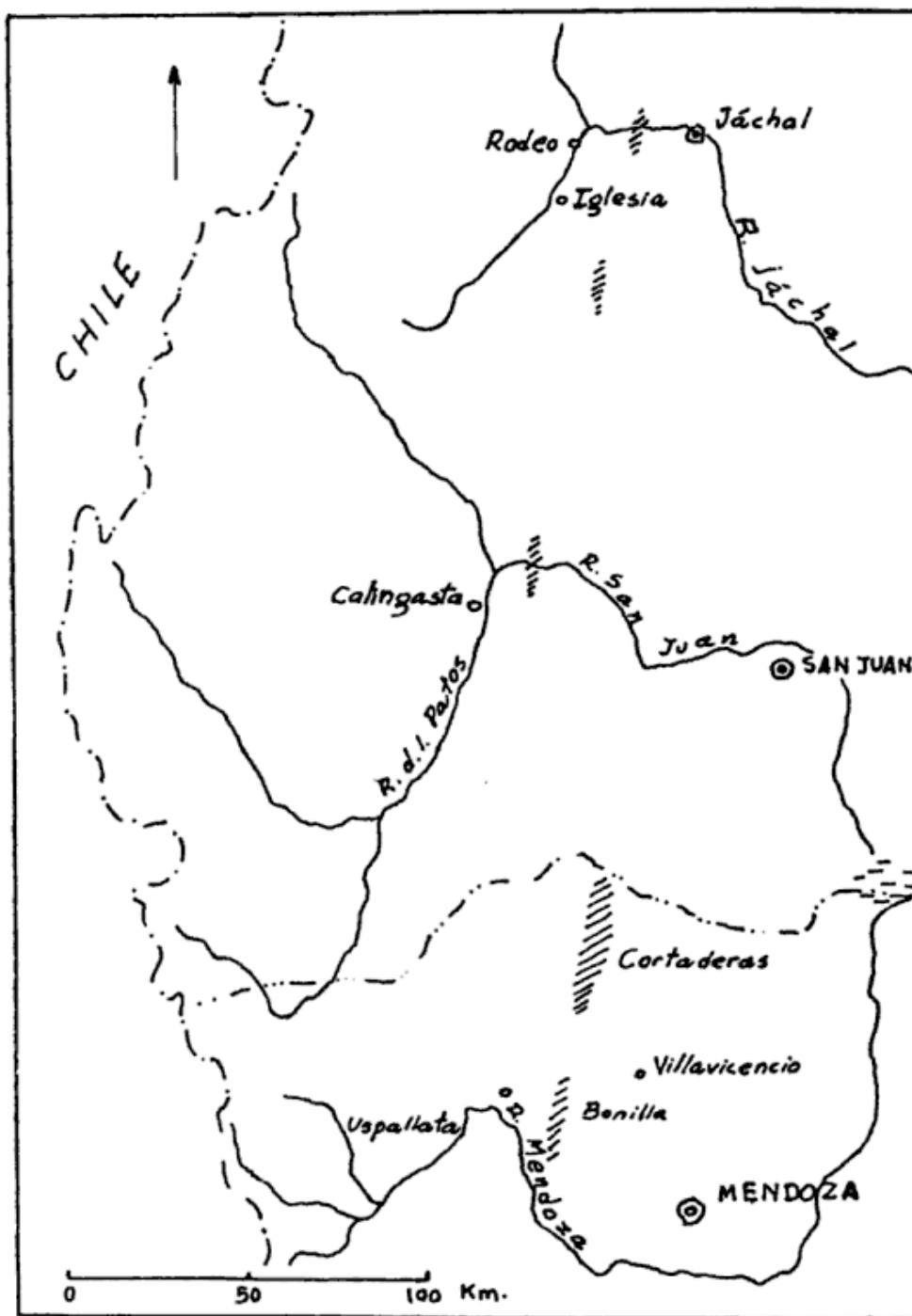
Groeber (1939, p. 172 y 205; 1963, p. 122) al igual que Bracaccini (1946, p. 120) participan también de la opinión de Keidel al sostener que es factible la existencia de rocas de probable edad paleozoica, afectadas por metamorfismo regional y mezcladas con rocas del Paleozoico.

Entre los autores que han atribuido edad paleozoica a estas rocas se encuentran Stelzner (1885, p. 36), Harrington (1941 y 1953), Zöllner (1950) y García (1951).

a) *Afloramientos de Jáchal*

En el tramo comprendido entre los kilómetros 27 y 37 de la ruta provincial 36, de Jáchal a Rodeo, afloran metamorfitas de bajo grado que han sido atribuidas al Precámbrico o al Paleozoico inferior.

Groeber (1948) asignó estas rocas a una faja proterozoica limitada al este por fallas, que desde el norte de los ce-



Croquis de ubicación. Areas de afloramientos (partes rayadas)

rros Bolsa y Cepo llega hasta el río San Juan. Según Groeber las rocas del Proterozoico y del Paleozoico inferior, en discordancia, se entremezclan en jirones o núcleos.

Pérez (1946, mapa geológico) atribuyó al Proterozoico superior las rocas que afloran entre los kilómetros 28 y 31, aproximadamente, de la ruta 36, así como pequeñas exposiciones a la altura

del km 27. El principal de estos asomos está limitado al este por una falla inversa y sobre calizas cambro-ordovícicas apoyan las metamorfitas atribuidas al Proterozoico.

Braccini (1946, p. 119), por el contrario, considera a las metamorfitas y calizas de una misma edad, Paleozoico inferior.

Heim (1952, p. 51) consideró que los

sedimentos metamorfizados son del Devónico. Más recientemente, Furque (1963, p. 36 y 77) ha asignado a la Formación Yerba Loca, cuya edad ordovícica fue confirmada por Volkheimer (1962), los mismos terrenos poco metamorfizados que Groeber y Pérez ubican en el Proterozoico.

En nuestra opinión, sin entrar a considerar su edad, estas rocas del tramo de la ruta 36 en discusión, tienen características litológicas, de grado metamórfico, de fábrica y mesoestructurales semejantes, si no idénticas, a las que constituyen el basamento de la sierra de Cortaderas, sierra de Uspallata, Los Caracoles y quebrada del río San Juan.

A la altura del km 27 de la ruta 36, según observaciones propias, afloran pizarras filíticas con esquistosidad secundaria visible, y calizas intercaladas de escasa potencia.

A partir del km 28.2 — pasando los túneles excavados en las calizas cambro-ordovícicas — se entra en la zona de los mejores afloramientos de las metamorfitas. Estos incluyen pizarras verdosas con corrugaciones (*kink-folds*), pizarras filíticas con una visible lineación de rumbo norte-sur y buzamiento al sur, y metagrauvas de bancos psamáticos y pelíticos de 50-60 cm y 5-15 cm de espesor, respectivamente.

En las metagrauvas la estratificación es aún reconocible e inclusive está preservado su carácter gradado; en ellas la esquistosidad oblicua penetra tanto los bancos psamáticos como los pelíticos (fotografía 1). El plegamiento es fuertemente apretado y en partes volcado; en estas metasedimentitas se encuentran filón-capas de metadiabasas, en las que se observa una débil esquistosidad paralela a la regional.

En el km 37 afloran pizarras filíticas cuya esquistosidad, S_2 , ha sido transpuesta con la consiguiente formación de "kink-folds" cuyos planos axiales coinciden con el clivaje de transposición, S_3 . Poco al oeste de los km 29 y 30, hay pseudo-ondulitas, de presumible origen

tectónico a juzgar por el paralelismo marcado de sus ejes y la relación con otras señales de deformación, en especial corrugación de la superficie S principal, es decir S_2 .

En el km 39.5, aproximadamente, hay lutitas negras con alumbre, semejantes a las lutitas ordovícicas que afloran en las cercanías del km 128 de la ruta Calingasta-San Juan en la Cuesta del Viento, cerca del km 41, hay cuerpos básicos con un hermoso diaclasamiento columnar y lavas en almohadilla. En esta zona, en el contacto oriental de las rocas basálticas, hay jirones de metasedimentitas de tipo pelítico con estratificación de esquistosidad visibles, junto con lutitas negras con exudaciones de sulfatos; de oeste a este la secuencia es la siguiente: basaltos con un ancho de unos 500 metros, luego lutitas negras alumbríferas en posición subvertical, de una potencia de alrededor de 200 metros, nuevamente un cuerpo de basaltos de unos 250 metros de desarrollo y más hacia el este otra faja de lutitas carbonosas con sulfatos y por último las metasedimentitas con S_1 y S_2 visibles. Veremos luego que esta secuencia también se repite en los afloramientos de la quebrada del río San Juan.

b) *Los Caracoles*

Las formaciones atribuidas al Devónico, en las adyacencias de la ruta Iglesia-Hualilán, con características bien representadas entre los kilómetros 69 y 71 de dicho camino, están constituidas por subgrauvas o areniscas de color gris verdoso, con estratificación mediana, de alrededor de 15-20 cm de espesor en los bancos arenosos, y más delgadas en las intercalaciones de lutitas; en éstas el desarrollo de clivaje, que falta en los bancos cuarzosos, hace que tomen un aspecto astilloso (fotografía 2). Filones capa de composición gábrica intruyen a estas sedimentitas; en general su tamaño es pequeño a mediano.

Aproximadamente entre los kilómetros 78.9-79.8 de la ruta, al oeste del



Fotografía 1. — Bancos de metagrauvascas en posición invertida ; en inmediaciones del km 30,5 de la ruta provincial 36, quebrada del río Jáchal. La esquistosidad oblicua S_2 es penetrativa : interesa tanto los bancos psammíticos como las intercalaciones pelíticas.



Fotografía 2. — Areniscas del « Preillítico » en las cercanías del km 69,5 de la ruta Iglesia-Hualilán. En las intercalaciones lutíticas se desarrolla un incipiente clivaje, indicado por el mango del martillo, que falta en las capas arenosas.

cerro del Coronel, existe una escama de metasedimentitas intercaladas entre las anteriores. Se trata de pizarras y metagrauvas de tonos gris-verdosos, con estratificación gruesa, gradada, de 50-60 centímetros de espesor, e intercalaciones pelíticas de 10-15 cm de potencia. El conjunto tiene esquistosidad penetrativa, la que está corrugada en forma de "kink-folds", con el consiguiente desarrollo de clivaje de transposición, S_3 . El rumbo general de la estratificación es norte-sur y la inclinación de 40-45 grados al oeste; el rumbo de la esquistosidad es más o menos paralelo inclinándose en la misma dirección entre 70 y 80 grados. A la altura del km 78.9 se observa que las sedimentitas atribuidas al Devónico inclinan al este, mientras que las metasedimentitas lo hacen al oeste; el contacto entre ambas formaciones está oculto por detritos no pudiéndose determinar con seguridad si se debe a una discordancia o a una falla.

Las pizarras y metagrauvas continúan hacia el sudoeste y afloran en el camino que sale del km 74 y va hacia Castaño Viejo. En efecto, al oeste de la quebrada de La Invernada, entre el Alto del Colorado y la sierra del Tigre, en Los Caracoles, a unos 4.3 kilómetros de aquella intersección, se presentan metagrauvas, pizarras y pizarras filíticas con las mismas características que las descritas más arriba.

Los afloramientos reaparecen entre 6.7 y 6.9 kilómetros de la unión de ambos caminos; se trata de una faja policroma de filitas, pizarras filíticas, incluidas algunas variedades algo calcáreas, de coloraciones azules, amarillentas y grises. Las pizarras se astillan en trozos pequeños y se parten en lajitas de alrededor de 1 mm de ancho. Las metasedimentitas tienen intrusiones de rocas básicas deformadas, concordantes, de forma lenticular y alrededor de 25 a 30 m de longitud por 4-5 m de ancho, aunque se piensa que los hay de mayor tamaño; en estos esquistos verdes hay un incipiente desarrollo de la esquistosidad

que los diferencia de los filones capa de las sedimentitas paleozoicas y hace presumir que pertenezcan a una distinta etapa ígneo-tectónica.

Finalmente, a unos 7.5 kilómetros del comienzo de este camino, sigue una espesa formación de rocas basálticas, en la que se ha observado también lavas en almohadilla.

c) *Quebrada del río San Juan*

Los afloramientos que se encuentran a lo largo de la ruta San Juan-Calingasta, entre los kilómetros 102-110 y 118.5-125, aproximadamente, en sus características esenciales son semejantes a las metasedimentitas de más al norte o sur. En efecto, como en Jáchal, o en Los Caracoles, o en la Formación Cortaderas, por ejemplo, el grado de metamorfismo es bajo, principalmente dinámico; la estratificación ha sido obliterada en partes; la esquistosidad, de plano axial, penetra tanto los gruesos bancos psamíticos como los pelíticos de las metagrauvas, y además fue corrugada formándose un nuevo clivaje de transposición, S_3 , y "kink-folds", lo que ocurre en especial en las facies pelíticas de las metamorfitas. También se presentan intrusiones de cuerpos de composición básica, concordantes, con indicaciones evidentes de deformación: incipientes superficies S que coinciden en posición con la esquistosidad principal S_2 ; faltan, en cambio, representantes ultrabásicos.

El rumbo general de las estructuras es norte a nornoroeste y la inclinación variable al este y oeste, en partes subvertical; el plegamiento puede ser de tipo isoclinal, con limbos apretados y volcados, aunque no están ausentes pliegues más abiertos.

Groeber (1948, 1963) ha incluido estos terrenos en el Proterozoico poco metamorfizado, no así Heim (1952, lámina I), quien los ubica en el Devónico, excepto en el km 125 de la ruta, donde coloca las lutitas moradas que afloran en ese punto, en la Formación

Tambolar del Gotlándico (Heim, 1952, p. 17 y fig. 14).

Nuestras observaciones revelan la siguiente sucesión: yendo desde Calingasta hacia San Juan, a la altura del km 128 se encuentran cuarcitas y lutitas negras; las últimas, carbonosas, con exudaciones de alumbre e intercalaciones de cuarcitas claras, son portadoras de graptolites del Ordovícico. Alrededor del km 127.6 hay basaltos con lavas en almohadilla, de un metro de diámetro, señaladas por Angelelli y Trelles (1938). Estos basaltos, que forman una extensa formación al oeste del km 125, están interpuestos entre los sedimentos ordovícicos y las metamorfitas de bajo grado. A partir del km 125, comienzan a aflorar pizarras grises y verdosas, de rumbo norte e inclinación subvertical, cuya esquistosidad está corrugada en forma de "kinks"; la estratificación ha sido, en parte, muy obliterada. Hay igualmente intercalaciones de esquistos verdes, concordantes, de pequeño desarrollo. En esta zona, una muestra de pizarras verdosas del km 123 ha dado una edad radimétrica de 365 ± 18 m.a., esto es del Devónico superior.

Hacia el este la facies se va haciendo más psamítica así en el km 121.5 hay metagrauvas con bancos gruesos, de 50-100 cm de espesor, con intercalaciones pizarrosas de 10-15 cm ambas con esquistosidad de plano axial; los pliegues son abiertos y más o menos concéntricos.

En los alrededores del km 118.5 se interrumpen las metasedimentitas por contacto, probablemente tectónico, con areniscas de estratificación, en partes, fina; hay alternancia de capas de 5-15 centímetros de arenisca con lutitas amarillentas de 1-2 cm de espesor; la estratificación es regular, de posición subvertical, con superficies onduladas suavemente, sin señales de deformación y ausencia de esquistosidad penetrativa. Al este de estos sedimentos siguen depósitos de tilloides.

A la altura del km 110.5 reaparecen

las metagrauvas, con poca deformación; ésta es la más intensa en el km 103 donde afloran pizarras filíticas replegadas, con esquistosidad oblicua, corrugada en forma de "kinks" y lineación en lápices determinada por la intersección de la esquistosidad, S_2 , con el clivaje de transposición, S_3 . En las inmediaciones de km 101.5 se interrumpe la faja de metamorfitas de bajo grado por contacto, quizás tectónico, con sedimentitas paleozoicas.

Existe la posibilidad de que intercaladas en las metamorfitas de bajo grado en consideración, haya jirones o escamas tectónicas de otras formaciones. Así en el km 123.5 hay grauvas en bancos gruesos e intercalaciones delgadas de lutitas astillosas, carentes de la esquistosidad penetrativa típica o propia de las rocas metamórficas de ésta y las restantes localidades que se analizan en este trabajo. En términos generales, las formaciones sedimentarias paleozoicas tienen una estratificación más regular y más fina, carecen de deformación interna y el plegamiento es más suave mientras que en las metasedimentitas, como se ha dicho, hay evidencias de una segunda fase de plegamiento manifestada por la corrugación de la esquistosidad y desarrollo de "kink-folds" y clivaje de transposición.

d) Sierra de Cortaderas

La sierra de Cortaderas, según Avé-Lallemant (1890, p. 156), está constituida por filitas, esquistos micáceo-cloríticos, cuarcitas, dolomías y filitas calcáreas y rocas básicas y ultrabásicas asociadas, que integran lo que denominó Esquistos Hurónicos. Sobre esta formación heterogénea descansan grauvas y pizarras del Silúrico inferior (Avé-Lallemant, 1892, p. 11).

Otros autores (Stappenbeck, 1910; Keidel, 1921; García, 1951) han considerado, en cambio, que estos terrenos son del Paleozoico inferior.

Harrington (1953) presenta, por su parte, tres alternativas en lo concer-

niente a la edad de estas rocas, a las que reúne en el Grupo Villaviciencio:

- 1) admitir que todo el conjunto sea precámbrico;
- 2) que todo sea, en cambio, devónico;
- 3) que las Formaciones Cortaderas y Alojamiento sean del Precámbrico, las grauvacas de la sierra del Tontal sean devónicas y los afloramientos orientales del Grupo de Villaviciencio (facies Normal) sean ordovícicos.

Según Harrington, los afloramientos orientales del Grupo de Villaviciencio (facies Normal) están desconectados de los de Cortaderas y Alojamiento sin poder demostrarse que pertenezcan a una misma sucesión estratigráfica. En aquellos afloramientos Aparicio (en Harrington, 1953) cita, en "Bordos del Carrizal", calizas con fósiles ordovícicos intercalados en el Grupo de Villaviciencio; Fernández, al norte de la Hoja 22c, ha hallado aun mayores masas de calizas fosilíferas ordovícicas interpuestas, a lo largo de fallas, en grauvacas y pizarras devónicas. Esta situación hace incierta la alternativa 2 y la última parte de la 3, sin resolver tampoco el problema de la edad (Harrington, 1953).

En la sierra de Cortadera, si se admite que las calizas son del Ordovícico y las metasedimentitas del Devónico, habría que admitir, según Harrington, la existencia de una enorme brecha tectónica que no afectó, sin embargo, a las intrusiones de metabasitas; de ahí que este investigador sostenga que la geología se explica mejor reconociendo como una interposición sedimentaria normal la existente entre las rocas calcáreas y las metasedimentitas, pues las calizas de Alojamiento, así como las intercaladas en Cortaderas son diferentes de aquéllas encontradas por Fernández al norte de la Hoja 22 c.

En cuanto a la posible relación entre las grauvacas de Villaviciencio y las

metagrauvacas de la Formación Cortaderas cabe destacar que, en nuestra opinión, en las primeras no existe esquistosidad secundaria penetrativa (Turner y Weiss, 1963) como la que se observa en Cortaderas. Al respecto es ilustrativo un párrafo de Harrington (1941, p. 12), referido a las sierras de Villaviciencio y Mal País: "muy común es ver cómo un estrato de pizarras, aplastado entre dos capas resistentes de cuarcitas o grauvacas movidas diferencialmente, ha desarrollado un clivaje falso muy perfecto y cómo desaparece, en forma de cuña, debido a estiramiento y supresión tectónica".

e) Sierra de Uspallata

En la sierra de Uspallata, los cordones de Bonilla y Farallones están formados por rocas metamórficas asignadas al Hurónico por Avé-Lallemant (1890), al Devónico por Stappenbeck (1910) y al Paleozoico inferior por Keidel (1939). Litológica y estructuralmente, en especial las mesoestructuras, estos terrenos tienen gran semejanza con los de la sierra de Cortaderas, aunque en ésta el grado de metamorfismo parece ser ligeramente inferior.

Según Keidel (1939), Farallones tiene mayor metamorfismo que Bonilla, la que presenta, en cambio, mayor "mezcla tectónica" y cuerpos de rocas básicas con textura esquistosa (*op. cit.*, p. 37). Para Rodríguez (1965, p. 314 y fig. 1) el Conjunto Farallones es Proterozoico.

Ultimamente Römer (1964), en El Choique, ha agrupado las metamorfitas en una Serie Metamórfica que constaría de una sección inferior compuesta de esquistos cloríticos y moscovíticos con esquistos verdes y filones capa de anfibolita y gabro alterado; la sección superior está formada por rocas calcáreas laminadas, filitas, esquistos dolomíticos, dolomías e intrusiones de serpentinitas. Esta "Serie Metamórfica" comprende lo que Keidel (1939) denominó, de abajo hacia arriba: Con-

junto de Farallones, Conjunto de Bonilla y Manto del Buitre; los dos primeros constituirían la sección inferior y el último la sección superior (Römer, 1964, p. 11). En cuanto a la deformación sufrida por esta "Serie", este autor señala que el área ha estado sometida a un repetido y largo período de plegamiento que produjo tres generaciones de pliegues con sus correspondientes esquistosidades asociadas.

En su mapa geológico del cordón de Bonilla, Römer (1965) modifica ligeramente su punto de vista anterior. Coloca las metamorfitas en el Grupo Bonilla que divide en una sección o zona inferior psammítica y con esquistos cloríticos, y una zona superior de composición carbonática-filítica. La zona superior tiene filones capa de gabro y diabasa mientras que la inferior lleva cuer-

pos serpentínicos además de filones capa de gabro y diabasa. En lo que respecta a la edad, las ubica con dudas en el Paleozoico y Precámbrico, respectivamente.

EDADES K^{40}/Ar^{40} DE MUESTRAS DE LA PRECORDILLERA.

Tres muestras de metamorfitas de la Precordillera fueron analizadas por el método potasio-argón. El trabajo estuvo a cargo del Lic. Salvador Ferraro, químico de la Dirección Nacional de Geología y Minería, quien realizó las determinaciones en el Centro de Pesquisas Geocronológicas de la Universidad de San Pablo, Brasil, bajo la supervisión del Dr. Umberto G. Cordani. Los resultados están consignados en el cuadro I.

CUADRO I

Muestra	Tipo de análisis	Roca	Ubicación	Edad
13...	Roca total	Filita	Cordón de Bonilla-Uspallata	350 ± 17 m.a. Devónico superior
14...	»	Filonita	Qda. Santa Elena-Uspallata	403 ± 20 » Silúrico »
15...	»	Pizarra	Qda. río San Juan-km. 123	365 ± 18 » Devónico »

En la muestra 14, fue determinada además de la edad Rb/Sr que arrojó un resultado de 720 ± 200 m.a. La edad real sería, sin embargo, inferior principalmente a causa de la gran cantidad de Sr normal presente en la muestra, lo que hace problemática la medida precisa del Sr radimétrico, de manera que el error analítico puede llegar a ser del 30 % (Cordani, comunicación personal).

a) Limitaciones del método

Las determinaciones de edad con las técnicas del método K/Ar se realizan mediante la medición de la relación K^{40}/Ar^{40} , sea en roca total o en un

mineral, en especial biotita, moscovita y feldespatos. Los resultados obtenidos con los métodos radimétricos de determinación de edades radimétricas son verosímiles siempre que se cumplan varias condiciones, a saber (Davidson, 1960, p. 316):

- 1) inexistencia de errores experimentales significativos;
- 2) se utilicen en los cálculos constantes de desintegración correctas del elemento radiactivo;
- 3) se tenga en cuenta la cantidad del isótopo hijo presente en el mineral en el momento de su formación;

- 4) no exista pérdida o ganancia de isótopos padre o hijo, por procesos distintos a los de desintegración radiactiva.

En las rocas metamórficas se admite que la aplicación del método argón/potasio proporciona la edad de la recristalización de los minerales portadores de potasio y por ende del metamorfismo más reciente. Sin embargo, como cada mineral puede responder al metamorfismo en grado diferente se suelen obtener varias edades para una misma roca; esta discrepancia podría, en términos generales, explicarse por la variable retención de la fase gaseosa del argón en diferentes minerales.

Se sabe que la modificación de la relación K/Ar puede deberse a causas muy variadas. Factores tectónicos, térmicos — sea magmáticos, del metamorfismo regional o de contacto — y de fábrica pueden alterar aquella relación. Inclusive el efecto mecánico de la molienda de micas realizadas en el laboratorio, provoca cambios en el estructura cristalina que determinan la pérdida de argón radigénico de alrededor del 30 % (Gerling, 1961, p. 233) con la consiguiente modificación de la edad.

Hart (1961, p. 194) ha determinado variaciones de edad K/Ar de moscovita, en mármoles de Vermont, relacionados con el tamaño (fábrica) de los granos, encontrando que los más pequeños dan edades menores. El mismo autor también ha señalado la influencia de intrusivos sobre la roca de caja, cuyas edades K/Ar de biotita en las inmediaciones del contacto, son semejantes a la edad del intrusivo aunque la edad de la misma caja datada con hornblenda, también con el método K/Ar, puede llegar a ser mucho mayor; esto podría indicar que la hornblenda retiene más argón radigénico que la biotita, en idénticas condiciones metamórficas. O bien, permitiría decir que el efecto de contacto no parece ser homogéneo sino variar con la mineralogía: la fase gaseosa se-

ría mejor retenida en unos minerales que en otros dando así mayor edad (Hart, 1961, tabla 2). Igualmente, con otros métodos (Rb/Sr) las determinaciones de la edad absoluta han dado discrepancias a causa de la mineralogía; en metamorfitas de composición granítica, la edad obtenida en feldespatos es mucho mayor que la que proporciona la mica, correspondiendo la última a la de una segunda recristalización (Nicolaysen, 1961, p. 198).

Según Kulp y Eckelmann (1961, p. 408), la mica, en especial la biotita de grano fino, es muy sensible a la pérdida de argón radigénico como consecuencia de apenas un ligero aumento de temperatura, por lo cual dicho mineral es muy útil para determinar el último acontecimiento térmico sufrido por una roca o para indicar la edad mínima probable de la misma. Este efecto de la temperatura sobre la migración o pérdida del argón radigénico, ha sido estudiado experimentalmente por Amirkhanoff y asociados (1961), en varios minerales; concluyen estos investigadores que en un mineral se pueden reconocer dos zonas: una "estable" (*steady*) en la cual hay preservación completa del argón radigénico y otra "lábil" (*unsteady*) de la cual es posible el escape de argón. En consecuencia los datos de edad radimétrica serán correctos cuando se obtiene la relación K/Ar de la primera zona pues la fracción de argón localizada en la segunda, que es la capa superficial del mineral, dará edades posiblemente discrepantes (Amirkhanoff *et al.*, 1961, p. 271).

Además, la pérdida de argón como resultado del aumento de la temperatura es variable para cada mineral, así como también el intervalo de temperatura en que se produce la expulsión. No se puede afirmar que por debajo de cierto rango de temperatura el argón quede retenido o escape total o parcialmente. En flogopita, Amirkhanoff (*op. cit.*, fig. 5) ha determinado que la pérdida de argón tiene lugar en la primera

media hora de calentamiento de 150° C a 600° C y luego la relación entre el contenido de argón inicial y el presente después del calentamiento permanece constante, mientras que en feldespatos dicha relación puede ser constante o ligeramente variable. Por otra lado, en glauconita a 100° C cerca del 20-25 % del argón radiogénico escapa del mineral mientras que a 550° C la expulsión es total (*op. cit.*, p. 262-263).

Si se acepta que en las rocas metamórficas la edad que se obtiene con el método del argón es la edad de la recristalización de los minerales portadores de potasio si el metamorfismo es completo, desde un punto de vista dinámico inclusive, y las edades obtenidas consistentes, se estará evaluando la edad del metamorfismo principal o más reciente. En condiciones favorables se podrán determinar niveles temporales de metamorfismo y zonas tectónicas como lo ha realizado Krylov (1961) en Tien Shan y otras regiones.

b) Discusión de los resultados

Las edades de las muestras de la Precordillera, indicadas en el cuadro I, oscilan entre el Silúrico superior y el Devónico superior si se adopta la escala de Holmes (en Davidson, 1960) quien ubica el límite Silúrico-Devónico en 400 millones de años, o bien pueden corresponder solamente al Devónico si se sigue la escala de Kulp (1960), con aquel límite colocado en los 405 millones de años.

Micacitas de la Cordillera Frontal (Dessanti y Caminos, 1967, muestras 3, 5 y 7) pertenecientes a terrenos del Complejo Metamórfico, correlacionables por similitud petrológica y continuidad de estructuras con los de la sierra de Uspallata, han suministrado edades del Devónico superior (muestra 3: 363 ± 18 m.a.) y Pérmico medio (muestra 5: 263 ± 13 m.a.; muestra 7: 251 ± 12.5 m.a.). La edad de las dos últimas, no puede ser vinculada al metamorfismo regional pues sobre el Complejo Meta-

mórfico yacen, en discordancia angular, formaciones carbónicas carentes de metamorfismo regional (Dessanti y Caminos, 1967, p. 144). Por ello, dichos autores atribuyen esos bajos registros a efectos de calentamiento producidos por cuerpos graníticos y tonalíticos pequeños, que intruyen las micacitas. La edad de la muestra 3, en cambio, es concordante con la edad de las muestras 13 y 15 (cuadro I), del cordón de Bonilla y quebrada del río San Juan, respectivamente.

En las tres muestras de la Precordillera, el valor de la relación K/Ar no puede ser atribuido a efectos térmicos de contacto, por cuanto en las áreas de donde proceden dichas rocas no hay cuerpos graníticos que puedan producir variaciones en el contenido de argón radiogénico. Con mayor probabilidad, hay que buscar en el metamorfismo regional, en nuestro caso con predominancia de los factores dinámicos, al causante de la probable expulsión de argón y responsable del actual valor de aquella relación.

En la filonita de la quebrada de Santa Elena, por analogía con las experiencias de Gerling (1961), los procesos de milonitización provocarían el escape de Ar⁴⁰. Puede pensarse, igualmente, que la acción repetida de la tectónica ha ocasionado la pérdida de argón radiogénico, pues los terrenos considerados han estado sometidos a varias fases de plegamiento. Así, en Uspallata, Römer (1964; 1965, mapa geológico) describe evidencias de hasta tres fases, mientras que en los afloramientos correlacionables de la Formación Cortaderas hemos determinado solamente dos fases de plegamiento.

Si bien con los escasos datos con que se cuenta el significado geológico de las edades radiométricas es preliminar, puede aceptarse una edad silúrico-devónica, o devónica, para el metamorfismo y/o deformación más reciente sufrido por los sedimentos de las áreas analizadas y admitiendo la influencia

de varias fases de plegamiento en la expulsión del Ar⁴⁰, concebir como posible una mayor antigüedad de las metamorfitas datadas y las correlacionables con éstas, en Jáchal, Los Caracoles y sierra de Cortaderas.

Por otra lado, si la edad del metamorfismo y/o deformación es la indicada por la datación radiactiva, habría que desechar la idea de algunos autores acerca de la edad devónica de las formaciones precordilleranas constituidas por metamorfitas, al menos en las áreas consideradas en este trabajo. Igualmente, habría que dejar de atribuir únicamente al Precámbrico la paternidad de todos los resultados del metamorfismo regional y atribuir éste, en el ámbito que nos interesa, a la orogenia caledónica.

Finalmente, también se plantean otros problemas, por ejemplo, porqué carecen de metamorfismo las formaciones, hasta ahora, probadamente devónicas que están en contacto con la metamorfizadas y porqué carecen igualmente de metamorfismo las rocas ordovícicas en contacto con las metamorfitas. Si la edad radimétrica es confirmada por ulteriores análisis, sería posible pensar que los sedimentos originales fueron depositados antes o durante el Ordovícico y sufrieron luego dos o tres etapas de metamorfismo y/o deformación.

LISTA DE TRABAJOS EN EL TEXTO

- Amirkhanoff, K. I., Brandt, S. B. y Bartnitsky, E. N., 1961. *Radiogenic argon in minerals and its migration*. Ann. New York Acad. Sc., vol. 91, art. 2, pp. 235-275.
- Angelelli, V. y Trelles, R. A., 1938. *Las alumbreras de Rodeo y Barreal y los sulfatos de hierro de La Alcaparrosa (Prov. San Juan)*. Bol. O.S.N., n° 8, 9 y 10.
- Avé-Lallemant, G., 1890. *Estudios mineros en la provincia de Mendoza. La parte septentrional de la sierra de Uspallata*. Bol. Acad. Nac. Cs. Cba., t. XII, p. 131-176.
- 1892. *Observaciones sobre el mapa del Depto. de Las Heras*. An. Museo La Plata, Sec. Geol. y Min. t. I, p. 5-20.
- Bracaccini, O., 1946. *Contribución al conocimiento geológico de la precordillera sanjuanino-mendocina*. Bol. Inf. Petrol., n° 258 y 260-265.
- Davidson, C. F., 1960. *Some aspects of Radiogeology*. Liv. & Manch. Geol. Jour. v. 2, part. 3, pp. 311-340.
- Dessanti, R. N. y Caminos, R., 1967. *Edades Potasio-Argón y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y sierras de San Rafael, provincia de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XXII, n° 2, p. 135-162.
- Furque, G., 1963. *Descripción geológica de la Hoja 17b-Guandacol*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bol. n° 92.
- García, E., 1951. *Contribución al conocimiento de la precordillera mendocina*. Actas XV Semana Geografía, Univ. Cuyo, Gaea, p. 491-507.
- Gerling, E. K. y Morozova, I. M., 1961. *The retentivity of radiogenic argon in ground micas*. Ann. New York Acad. Sc., vol. 91, art. 2, pp. 227-234.
- Groeber, P., 1939. *Mapa geológico de Mendoza*. Physis, t. XIV, p. 171-220.
- 1948. *Geología de la provincia de San Juan, Mapa 1:1.000.000*. Com. Nac. Climat. y Ag. Miner. t. IX.
- 1963. *La cordillera entre las latitudes 22° 20' y 40° S*. Bol. Acad. Nac. Cs. Cba., t. XLII, entreg. 2ª, 3ª y 4ª.
- Harrington, H. J., 1941. *Investigaciones geológicas en las sierras de Villavicencio y Mal País (prov. de Mendoza)*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bol. n° 49.
- 1953. *Descripción geológica de la Hoja 22c, Ramblón, prov. de Mendoza y San Juan*. Dir. Nac. Geol. y Min., informe inédito.
- Hart, S. R., 1961. *Mineral ages and metamorphism*. Ann. New York Acad. Sc., vol. 91, art. 2, pp. 192-197.
- Heim, A., 1951. *Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los ríos San Juan, Jáchal y Huaco*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. VII, pp. 11-70.
- Keidel, J., 1921. *Observaciones geológicas en la Precordillera de San Juan y Mendoza*. An. Min. Agric., Sec. Geol. y Min., t. XV, n° 2, pp. 1-103.
- 1939. *Las estructuras de corrimientos paleozoicos de la sierra de Uspallata*. Physis, t. XIV, n° 3, pp. 3-96.
- Krylov, A. Ya., 1961. *The possibility of utilizing the absolute age of metamorphic and fragmental rocks in paleogeography and paleotectonics*. Ann. New York Acad. Sc., vol. 91, art. 2, pp. 324-340.
- Kulp, J. L., 1960. *Geologic Time Scale*. Science, vol. 133, n° 3459, pp. 1105-1144.
- Kulp, J. L. y Eckelmann, F. D., 1961. *Potassium-argon isotopic ages on micas from the Southern Appalachians*. Ann. New York Acad. Sc., vol. 91, art. 2, pp. 408-419.

- Nicolaysen, L. O., 1961. *Graphic interpretation of discordant age measurements on metamorphic rocks*. Ann. New York Acad. Sc., vol. 91, art. 2, pp. 198-206.
- Pérez, J., 1946. *Mapa geológico*. Tesis Museo La Plata n° 83.
- Römer, H. S. de, 1964. *Sobre la geología de la zona de "El Choique", entre el cordón de los Farellones y el cordón de Bonilla, quebrada de Santa Elena, Uspallata (Provincia de Mendoza)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XIX, n° 1, pp. 9-18.
- 1965. *Mapa geológico del cordón de Bonilla, Uspallata, Provincia de Mendoza y Mapa geológico de los alrededores de la quebrada de Santa Elena, Uspallata, Provincia de Mendoza*.
- Rodríguez, E. J., 1965. *Contribución al conocimiento del Carbónico del extremo sur-occidental de la precordillera*. Actas 2das. Jorn. Geol. Arg., Salta 1963, t. III, pp. 303-331.
- Stappenbeck, R., 1910. *La precordillera de San Juan y Mendoza*. An. Min. Agric., Sec. Geol. y Min., t. IV, n° 3, pp. 1-187.
- Stelzner, A., 1885. *Contribuciones a la geología de la República Argentina con la parte limítrofe de lo andes chilenos entre los 31 y 33° S*. Act. Ac. Nac. Cs. Cha., t. VIII, entr. 1 y 2, años 1923-4.
- Turner, F. J. y Weiss, L. E., 1963. *Structural analysis of metamorphic tectonites*, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Volkheimer, W., 1962. *Nuevos hallazgos de Paleozoico marino en la precordillera de San Juan (con un perfil estratigráfico detallado del Carbónico)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XVII, n° 1-2, pp. 97-104.
- Zöllner, W., 1950. *Observaciones tectónicas en la precordillera sanjuanina: zona de Barrreal*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. V, n° 3, pp. 11-126.

Recibido el 4 de agosto de 1971.

PRIMER SIMPOSIO DE GEOLOGIA REGIONAL ARGENTINA

En oportunidad de celebrarse el centenario de la fundación de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, se realizó en su sede el Primer Simposio de Geología Regional Argentina, en cuya oportunidad acreditados especialistas en Ciencias de la Tierra presentaron sus trabajos acerca de la composición geológica de nuestro país abarcándolo en su conjunto desde el altiplano norteño hasta Tierra del Fuego y Antártida Argentina, y desde la Cordillera hasta el Atlántico y el archipiélago malvinense.

La Geología Regional de la República fue así tratada en su totalidad y las contribuciones mencionadas constituirán un verdadero Tratado de Geología Argentina, de 650 páginas aproximadamente, el primero de tal carácter desde que, hace cuarenta años, saliera de las prensas el libro de Geología del doctor Anselmo Windhausen.

Dicha publicación por parte de la Academia se encuentra próxima a aparecer, por lo cual esa Institución, en razón de disponerse de un número limitado de ejemplares, ha dispuesto abrir una suscripción de interesados en su adquisición.

El precio del ejemplar es de \$ 40.— (Cuarenta pesos), y a los fines de la reserva correspondiente, deberá enviarse la suma de \$ 20.— (Veinte pesos) en cheque sobre Córdoba o Buenos Aires, o giro postal o bancario, a la orden de Academia Nacional de Ciencias de Córdoba (Casilla de Correo 36, Córdoba).

ALGUNAS ORBICULOIDEAS DEVONICAS DE LA PRECORDILLERA DE SAN JUAN, REP. ARGENTINA

POR RODOLFO MENDEZ-ALZOLA Y PEDRO SPRECHMANN¹

RESUMEN

Se realiza el estudio de Orbiculoideas de la Precordillera de San Juan, correspondientes a la Formación Talacasto (Devónico inferior). Se describen tres nuevas especies: *Orbiculoidea crucecita* n. sp., *Orbiculoidea keideli* n. sp. y *Orbiculoidea baldisi* n. sp. y ejemplares incompletos de *Orbiculoidea baini* (Sharpe) y de *Orbiculoidea collis* Clarke.

ABSTRACT

Orbiculoideas of the Precordillera de San Juan, corresponding to the Talacasto Formation (Early Devonian) are studied in this work. Three new species are described: *Orbiculoidea crucecita* n. sp., *Orbiculoidea keideli* n. sp. y *Orbiculoidea baldisi* n. sp., as well as incomplete specimens of *Orbiculoidea baini* (Sharpe) and *Orbiculoidea collis* Clarke.

INTRODUCCION

A pesar que en la Argentina han sido reconocidas no menos de medio centenar de localidades fosilíferas atribuidas al Devónico temprano (Castellaro 1966), las referencias sobre representantes del género *Orbiculoidea* son muy escasas y limitadas a dos especies: *Orbiculoidea baini* (Sharpe) para la Precordillera y las Islas Malvinas; y *Orbiculoidea bodenbenderi* Clarke para las Malvinas Occidentales. Además han sido citadas solamente *Orbiculoidea* cf. *O. baini* (Sharpe) para la quebrada de Talacasto (Rolleri 1947); *Orbiculoidea* sp. para el afloramiento sobre Ruta Nacional N° 20 a la altura del km 43,5 (Leidhold y Wetten 1947); *Orbiculoidea collis* Clarke (?) para la zona al oeste de Ullún-Zonda (Leveratto 1968); *Orbiculoidea* sp. para el perfil de Los

Baños, cerro Blanco de Ullún (Baldis 1970) y *Orbiculoidea* sp. para la quebrada de los Bueyes (Baldis 1970).

De ahí, que hayamos considerado de interés abordar el estudio de casi una veintena de especímenes de Orbiculoideas, coleccionados por el Profesor de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Dr. Bruno A. Baldis, en diversas localidades fosilíferas de la provincia de San Juan y que, en forma tan amable, puso a nuestra disposición, proporcionando además el correspondiente croquis de ubicación geográfica que se incluye en el trabajo.

El material proviene de la Formación Talacasto (Devónico inferior) (Baldis 1970), compuesto fundamentalmente por areniscas, limolitas y lutitas de coloración predominante verde grisácea a pardo grisácea por alteración, que incluyen una importante fauna marina, habiendo sido señaladas por dicho autor, como especies más comunes:

¹ Departamento de Paleontología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad de la República (Montevideo, Uruguay).

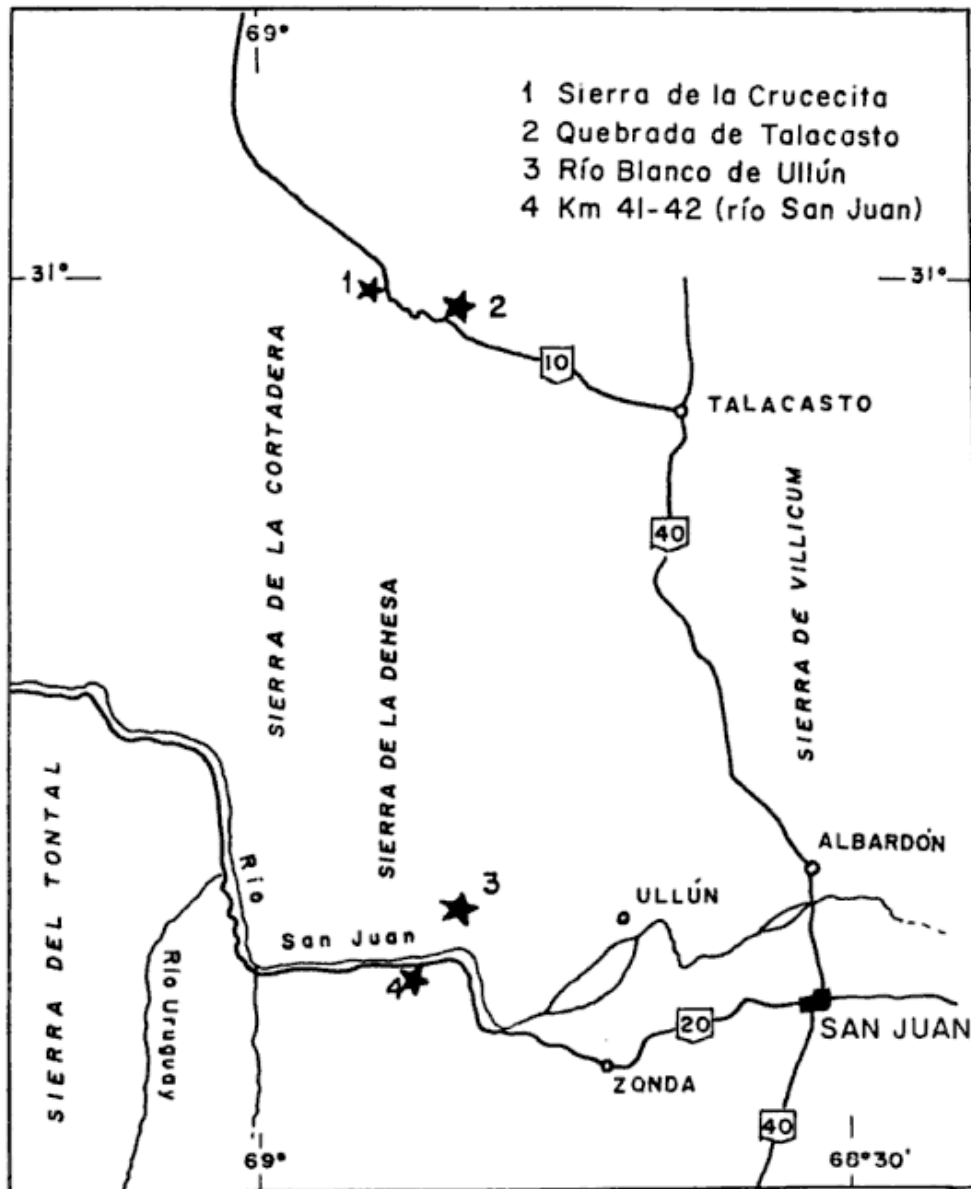


Fig. 1. — Ubicación de las localidades en la provincia de San Juan

Schellwienella inca (d'Orbigny)
Chonetes falklandicus Morris y Sharpe
Australocoelia tourteloti Boucot y Gill
Australospirifer kayserianus (Clarke)
Australospirifer antarcticus (Morris y Sharpe)

Y como especies menos frecuentes:

Burmeisteria (Digonus) noticus (Clarke)
Dalmanitoides drevermanni (Thomas)

Odontochile böhmi (Knod)
Bainella sanjuanina Baldis
Otharion cf. *O. dereimsi* (Kozłowski)

Si bien en general el estado de conservación de las valvas deja bastante que desear, nuestra tarea fue facilitada gracias a la gran cantidad de especímenes de Orbiculoideas del Devónico del Uruguay, que hemos logrado reunir de las diversas localidades fosilíferas, en las colecciones del Departamento de Paleontología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad de

la República (Montevideo, Uruguay).

El material estudiado corresponde a la colección de Paleontología del Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (CPUBA), en la cual quedan depositados los Holotipos y los Paratipos.

DESCRIPCIONES SISTEMATICAS

Clase **INARTICULATA** Huxley, 1869

Orden **ACROTRETIDA** Kuhn, 1949

Suborden **Acrotretidina** Kuhn, 1949

Superfamilia **DISCINACEA** Gray, 1840

Familia **DISCINIDAE** Gray, 1840

Subfamilia **Orbiculoideinae** Schuchert
y Le Vene, 1929

Género **ORBICULOIDEA** d'Orbigny, 1847

Orbiculoidea collis Clarke

Lám. I, figs. 1-2

Orbiculoidea collis Clarke, 1913; p. 306,
lám. XXV, figs. 23-26.

Orbiculoidea grandissima Kozłowski, 1913;
p. 109, lám. I, figs. 14-14a. [non]
Orbiculoidea (*Roemerella*) cf. *O. collis*
Clarke, Reed 1925; p. 36, Lám.
IV, figs. 9-9a.

Orbiculoidea collis Clarke, Méndez-Alzola,
1934; p. 27, lám. III, fig. 3.

Orbiculoidea collis Clarke, Méndez-Alzola,
1938; p. 10, lám. III, figs. 1-2.

Esta especie está representada por una gran porción de valva peduncular al estado de molde interno con su correspondiente molde externo, conservando restos de la conchilla, que comprende la región apical y el sector póstero central de la valva.

Apice bien prominente, dirigido hacia adelante y distanciado 30 mm del borde posterior. Esta medida concuerda con la asignada para los especímenes provenientes de Paraná (Brasil) y Rincón de Alonso (Uruguay) y permite calcular en forma aproximada una longitud de 65 mm para la valva. Región

apical con un fuerte declive hacia el borde anterior. Surco peduncular poco profundo y extendido desde el ápice en una longitud de 11 mm. Superficie de la región posterior convexa. Ornamentación de líneas concéntricas finas y poco salientes. En los restos de la conchilla que se conservan en el molde externo, se observa en la región apical una tenue estriación radial delimitada en bandas concéntricas, imbricadas en el espesor de la valva, las cuales presentan un aspecto similar al figurado por Ammon (1893, fig. 4) para una valva de *Orbiculoidea baini* (Sharpe) proveniente de Matto Grosso (Brasil).

La única referencia sobre la presencia de *Orbiculoidea collis* Clarke para el Devónico de la Precordillera se debe a Leveratto (1968), quien la incluyó, en forma dudosa, en la nómina de los fósiles recogidos al oeste del área de Ullún-Zonda.

Localidad: sierra de la Crucecita.

Formación: Talacasto.

Ejemplar figurado: CPUBA N° 8307.

Orbiculoidea crucecita n. sp.

Lám. I, figs. 3-4

Diagnosis: *Orbiculoidea* de tamaño grande. Valva braquial convexa y muy alta. Apice en posición posterior. Superficie en pendiente casi recta hacia adelante del ápice y convexa en la porción proximal posterior al mismo, dirigiéndose luego hacia el margen en forma casi vertical.

Descripción: el Holotipo está constituido por una valva braquial al estado de molde interno, virtualmente completa, ya que sólo falta la parte marginal del contorno.

Valva braquial de tamaño grande, convexa y muy elevada, representando la altura más del 50 % de la longitud. Por la configuración de la ornamentación concéntrica, podemos inferir que el contorno es triangular curvilíneo,

acentuándose el ancho de la valva hacia la región posterior.

Apice en posición francamente posterior, estando comprendida su distancia al borde posterior entre $1/5 - 1/4$ de la longitud de la valva. Superficie de la región anterior al ápice con una pendiente casi rectilínea, presentando una muy ligera convexidad. Superficie de la región posterior al ápice con una fuerte convexidad en su porción proximal, que se continúa hacia abajo con una inclinación casi vertical.

Ornamentación de finas líneas concéntricas que se conservan desgastadas, pudiéndose apreciar una distribución aparentemente uniforme e interespacios relativamente anchos. Vistas desde arriba parecen adoptar una forma subtriangular curvilínea. Además, resalta la presencia de 4-5 bandas anchas concéntricas que parecen ser delimitadas por corrugaciones de crecimiento.

Sólo en parte de la región apical es posible apreciar la presencia de vestigios de una tenue estriación radial interna.

Dimensiones del Holotipo: Longitud 57 mm. Ancho 53 mm. Altura 30 mm.

Observaciones: La nueva especie descrita sólo presenta cierta similitud con *Orbiculoidea doello-juradoi* Méndez-Alzola (1938, p. 11, lám. III, figs. 11-12)

proveniente de Rincón de Alonso, Uruguay, pero de la cual difiere fundamentalmente por la distinta posición del ápice y la diferente conformación de la superficie posterior al mismo. En la última especie, el ápice es subcentral, estando comprendida su distancia al borde posterior entre $1/2 - 1/3$ de la longitud de la valva y la superficie referida presenta un declive de aproximadamente 55° , con una convexidad mucho menos acentuada.

Localidad: sierra de la Crucecita.

Formación: Talacasto.

Ejemplar figurado: Holotipo CPUBA N° 8306.

Orbiculoidea keideli n. sp.

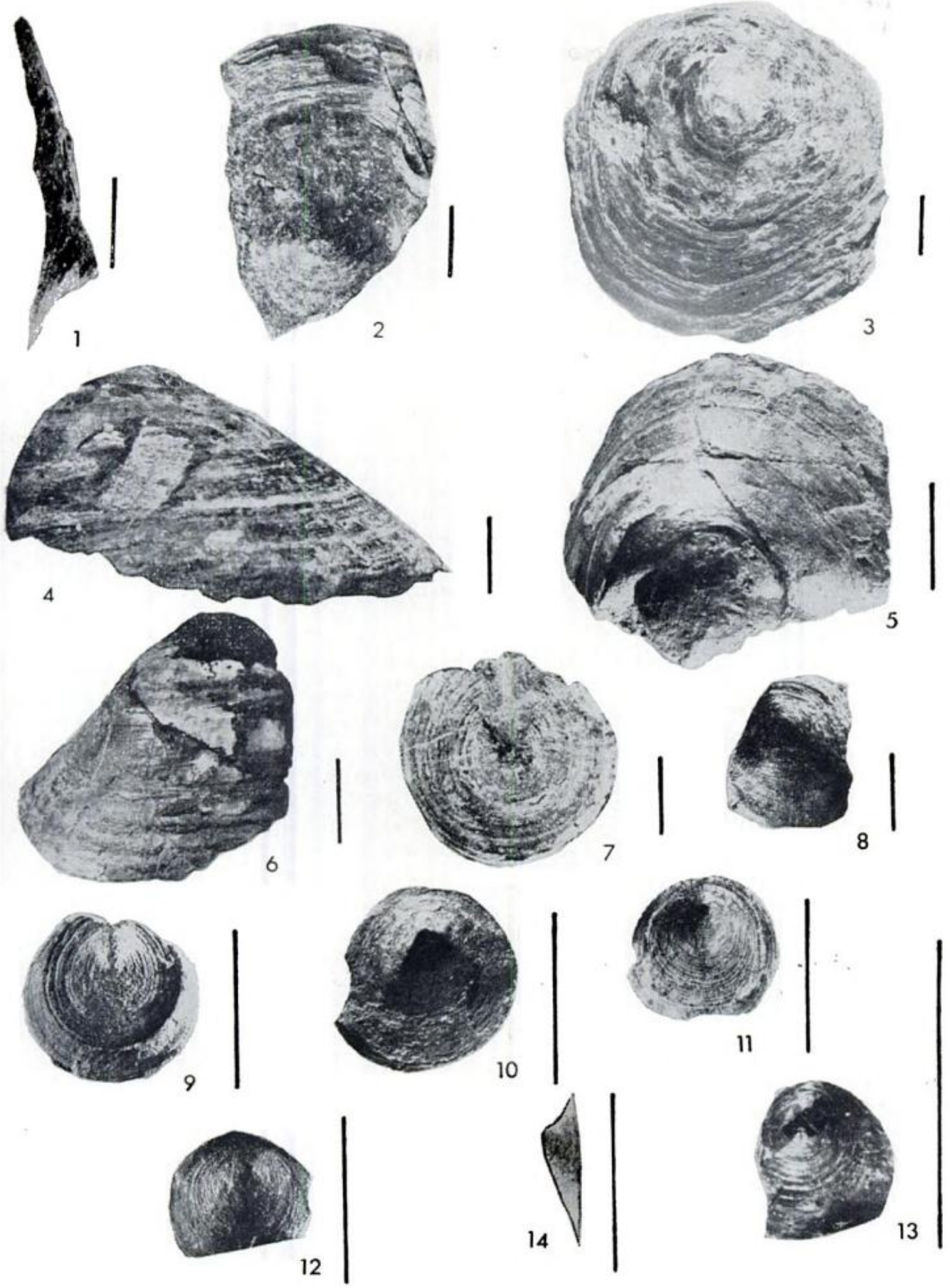
Lám. I, figs. 5-6

Diagnosis: *Orbiculoidea* de tamaño grande. Valva braquial convexa y alta. Superficie posterior al ápice con una inclinación promedial de 55° . La porción proximal al mismo es muy convexa y la distal ofrece una ligera concavidad.

Descripción: Una gran porción de valva braquial que corresponde a la región posterior al ápice ofrece una conformación tal que nos inclina a separarla en una nueva especie.

LEYENDA DE LA LAMINA I

Figs. 1-2. — *Orbiculoidea collis* Clarke: 1, vista del perfil del espécimen de la fig. 2; 2, molde interno de gran porción de valva peduncular con restos de conchilla. *Localidad.* — Sierra de la Crucecita. CPUBA N° 8307. Figs. 3-4. — *Orbiculoidea crucecita* n. sp.: 3, molde interno de valva braquial; 4, vista lateral de la misma valva. *Localidad.* — Sierra de la Crucecita. *Holotipo:* CPUBA N° 8306. Figs. 5-6. — *Orbiculoidea keideli* n. sp.: 5, porción posterior de valva braquial parcialmente exfoliada; 6, vista lateral del mismo espécimen. *Localidad.* — Río Blanco de Ullán. *Holotipo:* CPUBA N° 8239. Figs. 7-8. — *Orbiculoidea baini* (Sharpe): 7, molde interno de valva peduncular. CPUBA N° 8159; 8, vista braquial, molde interno del sector central de la valva, conservando restos de conchilla. *Localidad.* — Km 41-42 Río San Juan. CPUBA N° 8160. Figs. 9-10, superficie interna de valva peduncular. *Holotipo:* CPUBA N° 8130 a; 10, molde externo de valva braquial. *Paratipo:* CPUBA N° 8130 b; 11, molde externo de valva braquial. *Paratipo:* CPUBA N° 8130 c; 12, molde interno de valva braquial. *Paratipo:* CPUBA N° 8130 d; 13, gran porción de valva braquial. *Paratipo:* CPUBA N° 8130 e; 14, perfil de valva braquial. *Paratipo:* CPUBA N° 8130 g. *Localidad.* — Quebrada de Talacasto.



Valva braquial de tamaño grande, convexa y alta. Superficie de la región posterior al ápice marcadamente convexa en la parte proximal y luego forma una concavidad poco pronunciada; la inclinación promedial es de 55°.

Ornamentación de líneas concéntricas finas, poco prominentes, con interespacios angostos, que se van estrechando más hacia la región apical. En la región próxima al umbón, que se presenta exfoliada, es posible visualizar una fina estriación radial.

Dimensiones del Holotipo: La única medida que se ha podido tomar es la altura, que se aproxima a 30 mm.

Observaciones: Las únicas especies de tamaño grande que han sido descritas para el Devónico del Hemisferio Austral: *Orbiculoidea collis* Clarke, 1913 (p. 306, lám. XXV, fig. 25-26); *Orbiculoidea (Roemerella) cf. O. collis* Clarke, Reed 1925 (p. 36, lám. IV, figs. 9-9a); *Orbiculoidea doello-juradoi* Méndez-Alzola, 1938 (p. 11, lám. III, fig. 3-4) y *Orbiculoidea crucecita* n. sp., presentan la conformación de la región posterior al ápice notablemente diferente de la que se acaba de describir.

Localidad: río Blanco de Ullún.

Formación: Talacasto.

Ejemplar figurado: Holotipo CPUBA N° 8239.

Orbiculoidea baini (Sharpe)

Lám. I, figs. 7-8

Orbicula indeterminada. Morris y Sharpe, 1846; p. 272, lám. X, fig. 5.

Orbicula baini Sharpe, 1856; p. 219, lám. XXVI, figs. 20-23.

Discina baini Von Ammon, 1893; p. 359, fig. 4.

Orbiculoidea baini Schuchert, 1897; p. 277.

Orbiculoidea cf. O. humilis Hall, Kayser, 1897; p. 302.

Orbiculoidea cf. O. humilis Hall, Siemiradzki, 1898; p. 36.

Orbiculoidea baini (Sharpe), Reed, 1903; p. 168, lám. XX, fig. 4-5.

Orbiculoidea baini (Sharpe), Knod, 1908; p. 537.

Orbiculoidea baini (Sharpe), Clarke, 1913; p. 301, lám. XXV, figs. 5-15.

Orbiculoidea baini Morris y Sharpe, Kozłowski, 1913; p. 108, lám. I, fig. 11-13.

Orbiculoidea (Roemerella) baini (Sharpe), Reed, 1925; p. 36.

Orbiculoidea baini (Sharpe), Méndez-Alzola, 1934; p. 26, lám. III, fig. 1-2.

Orbiculoidea baini (Sharpe), Méndez-Alzola, 1938; p. 13, lám. IV, fig. 1-4.

Orbiculoidea baini Morris y Sharpe, Branisa, 1965; lám. XXXIII, fig. 1-2 y lám. XXXIV, fig. 1-7.

Esta especie se encuentra representada por una valva peduncular y una valva braquial incompleta que se presentan al estado de molde interno. La primera virtualmente completa, faltando sólo parte de la porción marginal del borde posterior. La segunda abarca la región apical continuándose la valva por delante y por detrás del ápice según el eje longitudinal conservando parte de las vertientes laterales.

Valva peduncular de tamaño mediano, relativamente plana y de contorno circular. Apice central. Surco peduncular profundo y largo, rodeado por una amplia depresión y extendido desde el ápice. Ornamentación de líneas concéntricas prominentes y espaciadas, pudiéndose visualizar en algunos de los interespacios escasas líneas concéntricas mucho más finas. Diámetro de 26 mm; medida que concuerda con la de algunos especímenes provenientes del Uruguay.

Valva braquial de tamaño mediano, cónica. Apice poco prominente y marcadamente excéntrico, correspondiendo su distancia al borde posterior de 1/4 del diámetro de la valva. Superficie de la región anterior al ápice en pendiente largamente convexa. Superficie de la región posterior al ápice cóncava. Ornamentación de líneas concéntricas que muestran imperfecto estado de conservación, presentándose poco definidas. Detrás del ápice, es posible observar interespacios relativamente anchos con muy finas líneas concéntricas.

Dimensiones: Diámetro 19 mm. Altura 4,5 mm.

Orbiculoidea baini (Sharpe) constituye un elemento muy común en las faunas de Paraná (Brasil) y en la de Rincón de Alonso (Uruguay) y es la especie de este género que tiene mayor área de dispersión geográfica, habiendo sido señalada también su presencia en el Devónico inferior de Africa Meridional, Argentina y Bolivia.

Localidad: km 41-42; río San Juan.

Formación: Talacasto.

Ejemplares figurados: CPUBA Nros. 8159-8160.

Orbiculoidea baldisi n. sp.

Lám. I, figs. 9-14

Esta nueva especie que con estricta justicia dedicamos al Dr. Bruno Baldi, por haber sido no sólo su descubridor sino también quien puso a nuestra disposición, para su estudio, el importante material de este género de braquiópodos por él colectado en diversas localidades fosilíferas del Devónico temprano de la Precordillera de San Juan, se encuentra representada por numerosas valvas braquiales y algunas pocas pedunculares que se presentan en distinto estado de fosilización y conservación.

Diagnosis: *Orbiculoidea* de tamaño pequeño. Valva peduncular de contorno subcircular. Surco peduncular relativamente ancho, corto y profundo, con las paredes laterales bien definidas, presentándose totalmente cerrado y con la superficie cubierta por las líneas concéntricas. Ornamentación de finas líneas concéntricas con interespacios más ensanchados en la región marginal y en la anterior que en la posterior. La valva braquial se caracteriza por el ápice prominente dirigido hacia atrás y situado en posición bien posterior.

Descripción: valva peduncular de tamaño pequeño, contorno subcircular,

algo más ancho que largo; ligeramente plano-convexa y con la región apical algo deprimida.

Surco peduncular relativamente profundo, ancho y corto, aproximándose su longitud a 3 mm. Las paredes laterales bien definidas y el listrio, que en una de las valvas restringe la hendidura, en otra se presenta totalmente cubierto, pudiéndose observar que las líneas concéntricas de crecimiento no se interrumpen en la superficie del mismo. Ornamentación de finas líneas concéntricas bien delimitadas y relativamente sobresalientes. Interespacios más ensanchados en la zona marginal y en la región anterior que en la posterior. En una de las valvas se puede constatar que las líneas concéntricas marginales son enteras en la región posterior, y en otra valva que no conserva integralmente la porción marginal del borde posterior de la valva se alcanzan a distinguir 2 ó 3 líneas completas, en la región posterior al surco peduncular.

Dimensiones del Holotipo: Longitud aproximada 10,5 mm. Ancho 11,9 mm. Valva braquial de tamaño pequeño, contorno subcircular, convexa y relativamente elevada, representando la altura entre $1/5 - 1/4$ de la longitud de la valva.

Apice prominente e inclinado hacia la parte posterior; marcadamente excéntrico pero situado sobre el eje longitudinal y en posición bien posterior, estando comprendida su distancia al borde posterior entre $1/6 - 1/5$ de la longitud de la valva.

Superficie de la región anterior al ápice con una pendiente planoconvexa o convexa poco acentuada. Superficie de la región posterior al ápice cóncava.

Ornamentación de finas líneas concéntricas más o menos prominentes, continuas y bien definidas. Interespacios relativamente anchos, estrechándose hacia la proximidad de la región apical y más aún en la superficie de la misma. En aquellos especímenes que presentan partes de la valva exfoliadas

se puede distinguir una delicada estriación radial, la que evidentemente corresponde a la estructura de la superficie interior de la valva.

Dimensiones de los Paratipos: Longitud 8,5 — 12,2 mm. Ancho 8,5 — 10,8 mm.

Observaciones: Los caracteres fundamentales de la valva peduncular de *Orbiculoidea baldisi* n. sp. muestran en forma concluyente que se trata de valvas correspondientes a individuos que han superado el estado adulto, por lo cual resulta totalmente innecesaria la comparación con valvas juveniles de *Orbiculoidea baini* (Sharpe).

Tampoco presenta similitud alguna con la especie más pequeña que se conocía hasta ahora de la fauna devónica austral: *Orbiculoidea duraznensis* Méndez-Alzola (1938, p. 14, lám. IV, figs. 5-6) proveniente de Rincón de Alonso, Uruguay.

En cuanto a la valva braquial que se acaba de describir sólo presenta una aparente similitud con *Discina* sp. α Ulrich (1892, p. 81, lám. V, fig. 10), proveniente de los estratos con Conularios de Chahuarani de Bolivia que corresponden a la Formación de Icla (Devónico inferior), pero en *Orbiculoidea baldisi* n. sp. el ápice no se encuentra en una posición tan posterior como en aquélla. Por otra parte, algunos autores han incluido a *Discina* sp. α Ulrich en la sinonimia de *Orbiculoidea baini* (Sharpe), criterio que no compartimos, pues si bien la valva figurada por Ulrich es de tamaño pequeño, no puede de ninguna manera ser considerada como perteneciente a un individuo juvenil de la última especie señalada, ya que difiere en forma bien marcada por muchos caracteres de las valvas jóvenes que disponemos en las colecciones del Devónico inferior del Uruguay del Departamento de Paleontología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de Montevideo.

Localidad: quebrada de Talacasto.

Formación: Talacasto.

Ejemplares figurados: *Holotipo* CPUBA N° 8130. *Paratipos:* CPUE N° 8130 a, b, c, d, g, y f.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ammon, L. v., 1963. *Devonische Versteinerungen von Lagoinha in Mato Grosso (Brasilien)*. Zeitschr. Gesell. Erkunde, Bd. XXVIII, p. 352-366, 7 figs. Berlín.
- Baldis, B. A., 1970. *Estratigrafía del Devónico de la Precordillera Sanjuanina entre los Paralelos 30° y 32°*. Tesis Univ. de Buenos Aires.
- Branisa, L., 1965. *Los Fósiles Guías de Bolivia. I Paleozoico*. Serv. Geol. de Bolivia, Bol. N° 6, 282 p., 80 láms. La Paz.
- Camacho, H. H., 1966. *Invertebrados Fósiles*. Eudeba, Buenos Aires.
- Castellaro, H. A., 1966. *Guía Paleontológica Argentina, Parte I: Paleozoico, Sec. III, Faunas Silúricas, Sec. IV, Faunas Devónicas*. Publ. Cons. Nac. de Inv. Cient. y Técn. 164 p. Buenos Aires.
- Clarke, J. M., 1913. *Fosseis Devonianos do Paraná*. Monogr. do Serv. Geol. e Miner. do Brasil, Vol. I, p. 1-353, 27 láms. Rio de Janeiro.
- Kayser, E., 1897. *Beiträge zur Kenntniss einiger paläozoischer Faunen Süd-Amerikas*. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesells., Bd. XLIX, p. 274-317, láms. VII-XII. Berlín.
- Knod, R., 1908. *Devonische Faunen Boliviens*. Beitr. z. Geol. u. Paleont. Südam. von G. Steinmann, N. Y. f. Min. Geol. Pal. Beil. Bd. XXV, p. 493-600, láms. XXI-XXXI. Stuttgart.
- Kozłowski, R., 1913. *Fossiles Devonians de l'Etat de Paraná (Brésil)*. Ann. de Paléontologie, t. VIII, p. 105-123, láms. I-III. París.
- Lange, F. W., 1954. *Paleontologia do Paraná*. Vol. Comemorativo do 1° Centenário do Estado do Paraná, p. 1-105. Publ. Comissão de Comemorações do Centenário do Paraná. Curitiba.
- Leidhold, G. y Wetten, F., 1947. *Sobre el hallazgo del Devónico fosilífero en la Quebrada del Río San Juan*. Rev. Minera, t. XVIII, Nros. 1, 2; p. 31-40. Buenos Aires y San Juan.
- Leveratto, M. A., 1968. *Geología de la zona al oeste de Ullún-Zonda, borde oriental de la Precordillera de San Juan, eruptividad subvolcánica y estructura*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XVIII, N° 2, p. 129-158. Buenos Aires.
- Méndez-Alzola, R., 1934. *Contribución al conocimiento de la Fauna Devónica de Rin-*

- cón de Alonso*. Inst. Geol. y Perf., Boy. N° 21, p. 21-54, láms. III-IV. Montevideo.
- 1938. *Fósiles Devónicos del Uruguay* Inst. Geol. del Uruguay, Bol. N° 24, p. 1-115, láms. I-XV. Montevideo.
- Morris, J. y Sharpe, D., 1946. *Description of Eight Species of Brachiopodus Shells from the Paleozoic Rocks of the Falkland Islands*. Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. II, p. 274-278, láms. X-XII. Londres.
- Reed, F. R. C., 1903. *Brachiopoda from the Bokkeveld Beds*. Ann. South African Mus. Vol. IV, p. 165-200, láms. XX-XXIII. Edimburgo.
- 1925. *Revision of the Fauna of Bokkeveld Beds*. Ann. South African Mus. Vol. XXII, p. 27-225, láms. IV-XI. Edimburgo.
- Rolleri, E., 1947. *Estudio geológico de la Quebrada de Talacasto y zonas adyacentes de la Provincia de San Juan*. Univ. Nac. La Plata. Mus. La Plata. Tesis inédita.
- Sharpe, D., 1856. *Description of Paleozoic Mollusca from South Africa*. Transact. of the Geol. Soc. of London. Ser. 2, Vol. VII. Londres. (Trabajo no visto).
- Schuchert, Ch., 1897. *A synopsis of American fossil Brachiopoda including bibliography and synonymy*. U. S. Geol. Survey, Bull. 87, p. 1-464.
- Siemiradzki, J. V., 1898. *Geologische Reisebeobachtungen in Südbrasilien*. S. B. k. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Classe, Band 107. Abt. 1, p. 23-39. Viena. (Trabajo no visto).
- Stappenbeck, R., 1910. *La Precordillera de San Juan y Mendoza*. An. Minist. Agric. Secc. Geol. Mineral. y Min. t. IV, N° 3, 187 p. Buenos Aires.
- Thomas, I., 1905. *Neue Beiträge zur Kenntnis der devonischen Fauna Argentinien*. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesells. Bd. LVII, p. 233-290, láms. XI-XIV. Berlín.
- Ulrich, A., 1892. *Palaeozoische Versteinerungen aus Bolivien*. Betr. z. Geol. u. Paleont. Süd-am. von G. Steinmann, N. J. f. Min., Geol. Pal., Beil. Bd. VIII, p. 5-116, láms. I-V. Stuttgart.
- Williams, A. et al., 1965. *Brachiopoda*. in: Moore, R. C. ed. *Treatise on Invertebrate Paleontology*, part H. (Vol. I-II). Univ. Kansas Press, Lawrence, Kansas.

Recibido el 17 de mayo de 1971.

CORRIGENDA

En el trabajo *Composición y propiedades físicas de la cordierita en las migmatitas graníticas de la Sierra de Córdoba* (N° 3 del tomo XXVI) se han deslizado dos errores, que se corrigen. En la página 318, 1ra. columna, línea 25, d'ice "en 15 km de su extensión"; debe decir en 5 km... En la misma página, 2da. columna, línea 2, debe leerse "La paragénesis más común en estas migmatitas es: cuarzo + feldespato K + plagioclasa + biotita ± cordierita ± almandino ± sillimanita.

COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

KÖSTER, E. y LESER, H., 1967. *Geomorphologie I. Bodenkundliche Methoden, Morphometrie und Granulometrie*. Braunschweig: Verlag Georg Westermann, 132 p., 35 ilustr., 10 cuadros.

Comprende esencialmente dos partes. La primera, referida a los métodos pedológicos, fue escrita por H. Leser. Aunque en ella dedicó amplio espacio a la descripción de los métodos analíticos, el autor no se ha limitado sólo a ello sino que comienza sistemáticamente con técnicas de muestreo y luego se ocupa de la preparación del material obtenido para el análisis. Además, pone especial atención en la evaluación y presentación analítica de los datos, de tal manera que el análisis de las muestras no constituya un fin en sí mismo. Basada en estas descripciones, se desarrolla la segunda sección, en la cual E. Köster se ocupa de la Morfometría y granometría. En ella se analizan las técnicas por medio de las cuales se consigue la determinación de las formas particulares de los cantos rodados y granos minerales. Algunas pequeñas secciones están dedicadas a la orientación del eje mayor, selección mineralógica y petrográfica, etc. El libro termina con una descripción detallada del tamaño del grano y la selección mineral. — *Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels y Lic. Celestino M. Esteban.*

BERTHOIS, L., 1969. *Océanographie sédimentologique*. C. D. U. ed., roneot., 329 p., 151 figs. París.

Luego de una introducción consagrada a la superficie, volumen y profundidad media de los océanos y mares, el autor se ocupa, en el cap. 1, de las propiedades físicas y químicas del agua de mar, dedicando el cap. 2 a las mareas: teorías de las mareas y de las corrientes de mareas; consecuencias de las corrientes de mareas; influencias de las corrientes de mareas sobre la sedimentación en los mares poco profundos. Las corrientes oceánicas son objeto del cap. 3: generalidades; grandes corrientes oceánicas y su influencia sobre la sedimentación. En el cap. 4 se pasa revista de las corrientes litorales y en el cap. 5 de la sedimentación litoral. El cap. 6 trata la utilización de los mapas marinos del Servicio Hidrográfico Central. Las mesetas continentales (cap. 7), la pendiente continental (cap. 8), las planicies abisales y las dorsales medio-oceánicas (cap. 9) y las montañas oceánicas (cap. 10), completan el contenido de esta obra en la cual el autor se ha esforzado en exponer brevemente, y de manera tan simple como le ha sido posible, los conocimientos indispensables de la oceanografía para la comprensión de los fenómenos considerados. Al final del trabajo se agrega una importante bibliografía. — *Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels.*

DERRUAU, M., 1969. *Les formes du relief terrestre. Notions de géomorphologie*. Masson et Cie ed., Col. "Initiation aux études géographiques, 120 p., 111 figs., 6 lám. fotogr. París.

Como se indica en el subtítulo —Nociones de geomorfología—, el autor ha intentado ofrecer un manual de iniciación, sin llegar por ello a sacrificar la exactitud de la información. En efecto, el pequeño libro del epígrafe presenta una geomorfología que a la vez es clásica y joven, al corriente de las nociones más modernas. Su contenido comprende cuatro partes: 1) La erosión de las pendientes, cursos de agua, aplanamientos; 2) geomorfología estructural; 3) geomorfología climática (o zonal); y 4) geomorfología litoral. Mediante un índice de definiciones se facilita la lectura pero, al mismo tiempo, desempeña el papel de un pequeño léxico que sirve de guía en el poco explorado campo de la terminología geomorfológica. — *Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels.*

NOTAS BREVES

HALLAZGO DE GRAPTOLITES ARENIGIANOS EN EL ORDOVICICO DE LA SIERRA DEL FAMATINA, LA RIOJA, REP. ARGENTINA

Por EDDY LAVANDAIO ¹

Durante la ejecución de las tareas de Geología y Prospección Minera que lleva a cabo la Dirección Nacional de Geología y Minería en su Plan La Rioja, en la provincia homónima, fue hallada, en el Ordovícico de la ladera occidental de la sierra del Famatina, una nueva localidad fosilífera. Está ubicada en el portezuelo de Las Minitas, entre las quebradas del Tolar y de las Ollas, unos tres kilómetros al sur del cerro Tolar y unos 25 km al este de la localidad de Villa Castelli.

¹ Geólogo de la Dirección Nacional de Geología y Minería, cuyas autoridades han autorizado la publicación de esta Nota Breve.

En el lugar afloran lutitas negro azuladas cuyo contenido fosilífero, estudiado por Florencio G. Aceñolaza (Instituto Miguel Lillo - Tucumán), es el siguiente:

Tetragraptus cf. *T. aproximatus* Nicholson
Didymograptus cf. *D. hirundo* Salter
Didymograptus cf. *D. v-deflexus* Harris
cf. *Dichograptus* sp.

Edad de la fauna: Arenigiano.

El hallazgo reviste singular importancia ya que es la primera vez que una fauna arenigiana es descrita de la sierra del Famatina.

Recibido el 8 de noviembre de 1971.

EDADES RADIMÉTRICAS DE ALGUNAS ROCAS DEL BASAMENTO DE LAS SIERRAS PAMPEANAS

Por RAFAEL R. GONZALEZ ¹, KOJI KAWASHITA ²
y MANUEL A. CABRERA ¹

Dentro del plan de trabajos programado por uno de los autores, relacionado fundamentalmente con formaciones del basamento cristalino de las Sierras

¹ Universidad Nacional de Tucumán.

² Instituto de Geociencias, Universidad de São Paulo, Brasil.

Pampeanas, se han iniciado una serie de dataciones radimétricas por el método K-Ar. Las presentes, realizadas en el Centro de Pesquisas Geocronológicas de la Universidad de São Paulo, Brasil, que son las primeras obtenidas, permitirán en forma sistematizada conformar

un panorama cada vez más claro de los eventos geológicos ocurridos en tan extensa área.

Si bien hasta el momento no es posible aventurar ningún tipo de conclusiones, creemos necesario adelantar por lo menos los resultados obtenidos hasta el presente, de manera de facilitar el conocimiento y permitir su utilización a quienes mantienen inquietud en tan apasionante problema.

1. *Rocas metamórficas.* A este tipo pertenecen dos muestras procedentes de la provincia de Tucumán, que corresponden a las siguientes localidades: *a)* Cumbres del Taficillo, serranía que conjuntamente con la sierra de San Javier componen los primeros cordones que se levantan inmediatamente al oeste de la ciudad capital de la provincia (TF 1) y *b)* sierra de Aconquija, sobre su faldeo oriental, próximo al cerro Peñas Azules, a la latitud de San Miguel de Tucumán con cota de 4000 m (A 29). En ambos casos se trata de rocas de muy bajo grado de metamorfismo, filitas o pizarras, con planos de esquistosidad bien marcados, compactas, homogéneas y de grano sumamente fino.

La bibliografía existente sobre las formaciones integradas por este tipo de rocas, las asigna en su totalidad al basamento cristalino precámbrico (p. e., González Bonorino, 1950; Ruiz Huidobro, 1966; Porto, 1971, entre otros).

Los resultados radimétricos efectuados sobre roca total, arrojaron los siguientes valores:

TF 1 (Taficillo)	513 ± 24 m.a.
A 29 (Aconquija)	483 ± 8 m.a.

Las cifras apuntadas señalan una edad cámbrica superior-ordovícica inferior para el metamorfismo de las sedimentitas originales.

2. *Rocas eruptivas.* Forman parte de este grupo granitos y granodioritas cuya procedencia se consigna a continua-

ción: *a)* Santa Rosa de Tastil, pendiente oriental del Acay (T 3); *b)* Albigasta, sierra de Ancasti (AC 1); *c)* Paimán, ruta 40 (Chilecito), (P 5); *d)* Huaco, sierra de Velasco (V 1).

Como fuera señalado para el complejo metamórfico, los autores que las han considerado, incluyen estas rocas como parte integrante del basamento precámbrico (Turner, 1960; Quartino y Villar Favre, 1963; González Bonorino, 1950; etc.).

Los análisis efectuados sobre biotita señalan:

T 3 (Sta. Rosa de Tastil) granito	489 ± 10 m.a.
AC 1 (Albigasta) granito	459 ± 7 m.a.
P 5 (Paimán) granodiorita	470 ± 20 m.a.
V 1 (Huaco) granodiorita	444 ± 6 m.a.

En todos los casos el momento de intrusión se produjo en el lapso abarcado por el Ordovícico.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- González Bonorino, F., 1950. *Descripción geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi, provincia de Tucumán.* Direc. Nac. de Minería, Bol. n° 74. Buenos Aires.
- Porto, J. C., 1971. *Geología de las Cumbres del Taficillo, Sierras de San Javier septentrional, provincia de Tucumán.* Acta Geol. Lilloana, XI, 2. Tucumán.
- Quartino, B. y Villar Favre, J., 1963. *El cuerpo granítico orbicular precámbrico de la Pampa de los Altos, Sierra de Velasco (provincia de La Rioja).* Rev. Asoc. Geol. Arg., XVIII, Nos 1 y 2. Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. J., 1966. *Descripción geológica de la Hoja 11e, Santa María.* Acta Geol. Lilloana, VIII. Tucumán.
- Turner, J. C. M., 1962. *Las Sierras Transpampeanas como unidad estructural.* Anales Prim. Jorn. Geol. Arg., II, San Juan.

Recibido el 26 de octubre de 1971.



PROFESOR DR. ANGEL V. BORRELLO

1918-1971

A poco de cumplir 53 años de edad, y encontrándose en el momento más fecundo de su actividad científica, quedó truncada la vida del Profesor Doctor Angel V. Borrello. Su deceso ocurrió en Mendoza, el 28 de octubre de 1971, donde había llegado tras concurrir a las sesiones del Primer Simposio Nacional de Geología Económica, realizado en la ciudad de San Juan.

En el ámbito de las ciencias hay hombres que, impulsados por una indeclinable vocación en la búsqueda de la verdad científica, subordinan toda su actividad a ese natural imperativo. Apremiados por el tiempo, como si éste no alcanzara para volcar todo el fruto de su creación, proyectan sus vidas en un agitado fluir donde quedan excluidos la pausa y el reposo. El Dr. Borrello perteneció a esta categoría de hombres, y en verdad que toda su vida fue una permanente carrera contra el tiempo.

Reuníanse en él un conjunto de brillantes cualidades espirituales sustentadas por una clara y penetrante inteligencia, destacándose sus condiciones de organizador y capacidad de síntesis en el pensamiento geológico. Este último rasgo caracteriza a una buena parte de su producción científica y que de modo especial imprimió en sus últimos trabajos. Pero por sobre las condiciones de innato investigador, sobresalían en la personalidad del Dr. Borrello las cualidades humanas caracterizadas por una amplia generosidad. Puso su vasta experiencia y talento personal al servicio de quienes se iniciaban en la investigación científica, orientando su labor con reflexiones oportunas sobre los temas tratados. Quienes lo rodearon conocieron de sus sugerencias a través de un trato cordial y chispeante de fino humor.

La investigación científica y la docencia fueron en el pensamiento del Dr. Borrello dos actividades inseparables y complementarias. Por eso se volcó a la enseñanza universitaria, poniendo en ella el mismo entusiasmo y ardor con que abordaba su labor científica. Sus clases en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, dictadas primero en las cátedras de Geología Histórica y Geología Económica y posteriormente en la de Geología Argentina, quedarán como un ejemplo de claridad y versación sobre los temas tratados.

Había nacido en Necochea, provincia de Buenos Aires, el 13 de setiembre de 1918, ciudad en la cual cumplió los estudios primarios y secundarios. Fue precisamente cursando

los últimos años del Colegio Nacional cuando se despertó en su mente el interés por los problemas geológicos. Sus primeras inquietudes quedaron impresas en un artículo aparecido en el periódico local "Ecos Diarios", al plantear sus reflexiones sobre el origen de las restingas que marginan el frente acantilado en la costa cercana.

Orientada su vocación científica hacia el conocimiento de las Ciencias de la Tierra, ingresa en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata para egresar, en 1942, con el título de Doctor en Ciencias Naturales, versando su trabajo de tesis sobre la "*Estratigrafía y tectónica del Triásico-Retiense en los alrededores de Potrerillos, Provincia de Mendoza*".

La producción científica del Dr. Borrello cubre unos 110 títulos vinculados con problemas de Geología Económica, Geología General, Estratigrafía, Paleontología Estratigráfica, Paleontología y Geotectónica. Esta labor se relaciona con dos etapas definidas de su vida. La primera se vincula con su actividad cumplida en principio en Yacimientos Petrolíferos Fiscales y luego en Yacimientos Carboníferos Fiscales, la que abarca el lapso comprendido entre 1942-1959 y cuyo término coincide con su retiro voluntario de la última repartición mencionada. Trabajos de geología económica y geológicos regionales desarrollados durante la prospección carbonífera caracterizan esta primera etapa, la que culmina con su obra "*Combustibles Sólidos de la República Argentina. Recursos Minerales de la República Argentina, III*" (Museo Argentino de Ciencias Naturales). Por su trascendencia en el campo de la Geología Económica, esta obra fue distinguida con el premio "Eduardo L. Holmberg", otorgado por la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, con el dictamen de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires.

La segunda etapa enunciada abarca desde 1960 hasta la fecha de su fallecimiento y coincide con su total incorporación a la Universidad Nacional de La Plata, al ser designado Profesor con dedicación exclusiva y Jefe de la División Geología en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

Dos líneas de investigación emprendió el Dr. Borrello en esta segunda etapa. Una se relaciona con la iniciación de los estudios bioestratigráficos del Cámbrico en la Precordillera de San Juan y Mendoza, tareas que culminaron con el descubrimiento del Cámbrico inferior "*olenellidiano*" en la primera de las provincias citadas. Por su amplio conocimiento de las faunas cámbricas argentinas y sudamericanas el Dr. C. Holland, de la Universidad de Dublin, le confió la redacción del Capítulo "*The Cambrian of South America*" para la obra "*Los Sistemas Geológicos*", editada en Inglaterra.

A partir de 1963 y paralelamente a la labor bioestratigráfica en desarrollo, comienzan sus investigaciones geotectónicas en el ambiente de la Precordillera del oeste argentino. Mucho influyó en la nueva orientación dada a sus investigaciones las lecturas de las obras de Stille, así como la distribución de las faunas eopalcozoicas con arreglo a los ambientes geotectónicos ofrecida por Lochman-Back y Lee Wilson para el territorio de América del Norte. La elaboración de un sistema geotectónico propio y su generalización para todo el territorio argentino fue dada a conocer en su última obra sobre los "*Geosinclinales de la Argentina*", publicada en 1969. En los dos últimos años había volcado todo su esfuerzo al estudio de los ciclos geomagmáticos en suelo argentino y tenía en preparación el mapa respectivo en escala 1 : 2.500.000. Como apéndice de esta labor abordó el estudio de la metalogénesis conexas, cuyos resultados dio a conocer en el Primer Simposio Nacional de Geología Económica.

Deja tras sí el Dr. Angel V. Borrello una cuantiosa producción científica y su inquebrantable vocación y laboriosidad, que no conoció la pausa ni el reposo, constituye un digno ejemplo para las futuras generaciones. Con el Dr. Borrello desaparece un amigo, un digno maestro y un honesto hombre de ciencia, el que perteneció a la Asociación Geológica Argentina desde el nacimiento de esta última, la que teniendo en cuenta la calidad de sus investigaciones, lo nombró Miembro Honorario en 1965, a la vez que por los mismos motivos, la Academia Nacional de Ciencias, con sede en Córdoba, lo incorporó en su seno en 1962.

Nuestra entidad, así como todos sus colegas, le rinden al Dr. Borrello su más sincero y sentido homenaje. — *Dr. Alfredo Cuerda.*

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

MAIPU 645 - 1º

Miembros Honorarios

- † Prof. Dr. JUAN KEIDEL
† Prof. Dr. FRANCO PASTORE
† Prof. Dr. JOAQUIN FRENGUELLI
Prof. Dr. PABLO GROEBER
Prof. Dra. EDELMIRA MÓRTOLA, Junín 1357, Capital
Prof. Dr. HORACIO J. HARRINGTON, José María Gutiérrez 2585, 6º, 14
Prof. Dr. ARMANDO F. LEANZA, Caseros 119, Haedo
Prof. Dr. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO, Fundación Bariloche, S. C. Bariloche, R. Negro
Prof. Dr. JORGE POLANSKI, Virrey del Pino 3887
Prof. Dr. PERCY QUENCEL (Suecia)
Prof. Dr. OSVALDO I. BRACACCINI, Estrada 2561, Martínez
Prof. Ing. VICTORIO ANGELELLI, Calle 2, N° 1179, La Plata, piso 2º d. P
† Prof. Dr. ANGEL V. BORELLO, Av. Alsina 1748, Lomas de Zamora
Prof. Dr. RICHARD FOSTER FLINT (U.S.A.), 265, Bradley Street New Haven, Conn.
0650, Connecticut

Miembros Correspondientes

- † Prof. Dr. ARNOLDO HEIM (Suiza)
Prof. Dr. VÍCTOR M. LÓPEZ (Venezuela)
† Prof. Dr. LUCIANO JACQUES DE MORAES (Brasil)
Prof. Dr. ENRIQUE GERTH (Alemania Occidental)
† Prof. Dr. ABEL HERRERO DUCLOUX
Prof. Dr. GUILLERMO ZULOAGA (Venezuela)
Prof. Ing. HÉCTOR FLORES WILLIAMS (Chile)
† Prof. Ing. JORGE MUÑOZ CRISTI (Chile)
Prof. Ing. CARLOS RUIZ F. (Chile)
Prof. Dr. RODOLFO MÉNDEZ ALZOLA (Uruguay)

Miembros Protectores

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA.
Yacimientos Petrolíferos Fiscales.
Dirección Nacional de Geología y Minería.
Fabricaciones Militares.
Yacimientos Carboníferos Fiscales.
Esso S. A. P. A.
Shell C. A. P. S. A.
Pan American Argentina.
Tennessee Argentina.

Miembros Activos

- Aceñolaza, F. G. Pasaje 1° de Mayo 767, Dep. L, San Miguel de Tucumán.
Achen, Héctor, T. Luzuriaga 219, Mendoza.
Alcántara, Pedro Florencio, Calle 61, N° 936 La Plata.
Alderete, Mario C., Miguel Lillo 205, San M. de Tucumán.
Altevogt, Gustavo, Geol. und. Paleontol. Inst. (der Universität) Pferdegasse 3-44
Munster, Alemania Occidental.
Amengual, Rodolfo, Calle Francisco Arias 667, Salta.
Amoco, Argentina, Maipú 942, 16, E. C.
Amos, Arturo J., Calle 12, entre 24 y 25, City Bell.
Andreis, Renato R., Libertad 683, Quilmes.
Andreoli, Sergio, Alsina 505, Bahía Blanca.
Angeleri, Alberto D., C. C. 181, Neuquén (Cía. Pérez Companc).
Anselmino, Adolfo M., Maipú 231, 3°, Capital Federal.
Antinori de Gutierrez, Alicia, Estafeta « Dr. García » Diamante, Entre Ríos.
Antonietti, Carlos E., Calle Chile 939, Mendoza.
Antonlioli, Jorge, Calle 7, N° 1594, La Plata.
Antuña, Eloy J., Rivadavia 6003, Capital Federal.
Aparicio, Emiliano P., Tierra del Fuego 19, Mendoza.
Arcidiácono, de Durán, Eva Carmen, Rosario 814, 13° A, Capital Federal.
Ardüser Silvia Rey de, Quaglia 342 (Casita Suiza) San Carlos de Bariloche.
Archangelsky, Sergio, Av. Santa Fe 3344, p. 12, dep. 27, Capital Federal.
Argañaraz, Rafael Aurelio, España 771, Salta
Aristarain, Lorenzo F., Larrea 1058, 1° B, Capital Federal.
Armando, Vicente, Calle Chile 939, Mendoza.
Arrospide, Alberto, Calle 11, N° 1463, La Plata.
Asociación de Geólogos Sudpatagónica. Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Avila, Fenelón, M. Lillo, 205, San Miguel de Tucumán.
Azcu, Carlos Leopoldo, Somellera 5665, Capital Federal.
Azpileneta, Juan, Calle 8, N° 281, La Plata.
Baccega, Ernesto A., Montevideo 1046, Córdoba
Bachmann, Elsa W. de, O'Higgins 2030, 7° A., Capital Federal.
Baldis, Bruno A., Salguero 1859, Capital Federal.
Baldomir, Héctor, (no comunicó su dirección postal).
Balmaceda Alberto N., Goya 378, Capital Federal.
Baluszka, Juan C., San Juan de Dios 2125, Dorrego, Mendoza.
Banchero, José C., Güemes 4629, 8° dto. A, Capital Federal.
Banks, Luis M., Tacuarí 336, 6° A, Capital Federal.
Bareat, Carlos, Y.P.F. Km. 3, Distrito Geológico, Explotación, Comodoro Rivadavia.
Barranquero, Héctor, Calle 39, La Plata.
Barrera, Ricardo Ernesto, M. G. Exp. Respuero, Salta.
Barrionuevo, Luis A., C. C. 127, F. M., San Luis.
Bassi, Hugo, Posadas 1572, 13 E, Capital Federal.
Battaglia, Atilio, Piedras 2031, 5°, B, Capital Federal.
Bayarsky, Adelma, Estomba 1375, Bahía Blanca.
Bedlivi, Dora, José Penna 1166, Vicente López (Prov. Bs. As.).
Belcastro, Humberto, Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.
Belluco, Alberto E., La Plata 469, Mendoza.
Benedetto, Juan Luis, Las Palmeras 519, Tres Carritos, Salta.
Bengochea, Jorge D., Av. España 866, dep. 38, piso 3° Mendoza.
Benvenuti, Juan C., San Lorenzo 4581, Rosario.
Bercowski, Felisa, Jean Jaures, 659 - 3°, Capital Federal.
Bergmann, Federico, Chacabuco 159, Bernal, F. C. R.
Bernabó, Elena A., Centro Minero « Los Alamos » San Antonio oeste.
Bernasconi, Alfredo, Dirección Provincial de Minería, La Rioja.

- Bertels, Alvine, Zabala 2434, 6° A, Capital Federal.
Bianchi, José Luis, Saavedra, 1040, Comodoro Rivadavia.
Bifano, Enrique, Chiclana 1083, Don Bosco, Bs. As.
Bitar, Antonio, Congreso 1735, Capital Federal.
Bitesnik, Hugo Osvaldo, Amenabar 1930, 2°, dep. 10, Capital Federal.
Blasco de Nullo Graciela, Garay 358, 2° B, Capital Federal.
Bohorquez, Mario, Distrito Geológico Austral, C. C. 246, Río Gallegos, Santa Cruz.
Bojarski, Salomón, Distrito Exploración Y.P.F., Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Bolsi, Alfredo S., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Bonaccorso, Felipe, C. C. 246, Río Gallegos (S. Cruz).
Bonaparte, José, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Bonetto, Argentino A., José Macía 1933/43, Santo Tomé, Sta. Fe.
Bonorino, Alfredo, Salta 2726, Mar del Plata.
Bordas, Alejandro, Espinosa 870, Capital Federal.
Bosnero Hernán, A., Entre Ríos 2745, San Vicente, Córdoba.
Bosselli, Ricardo R., Pedro Morán 4420, Capital Federal.
Bossi, Gerardo (no comunico su dirección postal).
Braidot, Jorge, San Martín 2002, Florida (Bs. As.)
Brarda, Santiago, Echeverría 1528, Capital Federal.
Britos, Adrián A. Juan A., García 5723, Capital Federal.
Brocca, Hugo Mario, Y. P. F. Campamento Vespucio, Salta.
Brodtkorb, Milka K. de, Av. Santa Fe 1771, 4° D, Martínez, Prov. Bs. As.
Bucich, Norberto G., Zamudio 5250, Capital Federal.
Busignani, Vicente, Marcos Paz. 831, 3°, San Miguel de Tucumán.
Burnet, Bruce Ronald, Belgrano 1670, Capital Federal.
Caldironi, Carlos, Salta 330, Bahía Blanca.
Caligari, Horacio R., Larrea 738. 2°, dep. 6, Capital Federal.
Calmels, Augusto P., Viamonte 685, Bahía Blanca.
Caló, Jorge Edgardo, Casanova 528. Bahía Blanca.
Camacho, Horacio H., Alsina 3203, 7°, dpto. 15, Capital Federal.
Cambra, Higinio, Rawson 533, Trelew, Chubut.
Caminos, Roberto, O'Connor 136, Ramos Mejía.
Caminos, Regina L. de, O'Connor 136, Ramos Mejía.
Cané, Tomás H., Agüero 1653, 12, Capital Federal.
Cangini, Jorge O., Y. P. F. Casa 140 Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.
Cano, Eduardo, Amenábar 2322, 7° B, Cap. Federal.
Capitanelli, Ricardo G., Calle Juan B. Justo 295, Godoy Cruz, Mendoza.
Cappannini, Dino A., Calle 36, N° 1029, La Plata.
Carrara, Eduardo C., Distrito Geológico Exploración Y. P. F., Vespucio, Salta.
Carriquiry, Guillermo, Güemes 4285, 9° dep. 44, Capital Federal.
Casadevall, Tomás, c/o depart. of Geosciences, Geologie Section, 303 Deike BLDG
 Pennsylvania state University, Pennsylvania 16802, USA.
Casajus, Guillermo, Av. Mitre 840, Agua y Energía, Mendoza.
Casamiquela, R., Centro de Investigaciones Científicas. Viedma (Río Negro).
Caserta, Nicolás, Acoyte 483 2°, Capital Federal.
Castaño, Omar F., CC. 1538 La Rioja.
Castellanos, Alfredo, Alem 1626, Rosario.
Castellaro, Hildebranda, A., Esmeralda 1073 5°, Capital Federal.
Cavalié, Casimiro, Yapeyú 73 p. b. Dto. 8 Cap. Federal.
Cazau, Luis, Casa 135, Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.
Cayo, Roberto M., Joaquín V. González 572, dep. 3, Capital Federal.
Ceci, José A., Calle 54, N° 1363, La Plata.
Cefaly, Walter, Hipólito Yrigoyen 1974, B., Capital Federal.
Cela, Carlos A., Calle 42, N° 754, 1° A, La Plata.
Cellini, Néstor, C. C. 1957, S. S. de Jujuy.
Cesari, Omar, Centro Minero Los Alamos, C. C. 57, San Antonio Oeste, Río Negro.
Cetrángolo, Zulema Ch. de, Melincué 3733, Capital Federal.

- Cingolani, Carlos A., Calle 56, N° 649, La Plata.
Cionchi, José L., San Martín 111, Arroyo Seco, Santa Fe.
Civalero, Heraldo F., Calle Rivadavia N° 439, Pan American Oil Comp. Comodoro Rivadavia.
Clayton, Rogelio C., Clasificador 1146, Santiago Chile.
Coco, Alberto L., Cangallo 3494, 4° A., Capital Federal.
Codignotto, Jorge O., Patricios 267, Ramos Mejía.
Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires, Calle 6, N°, 1136 La Plata.
Coira, Beatriz, Perez de, Gral. Pacheco 3966, Olivos.
Conti, Luis, Callao 1253, 2° A., Capital Federal.
Colombo, Jorge Juan Carlos, Nicaragua 5854, Capital Federal.
Colón, Héctor, V. López 652, La Lucila.
Colqui, Benito S., Francisco Portela 1255, Lomas de Zamora F. C. R.
Corbella, Jorge H., Barrientos 1566, 5° B. Capital Federal
Cordon, Victor, Inspección de Riego, Cinco Saltos, Río Negro.
Coronado, Julio, CC 15, Malargüe, Mendoza.
Corte, Arturo, Av. de los Constituyentes 741, Bahía Blanca.
Cortés, Julia, Mitre 337, Santiago del Estero.
Cortelezzi, César, Calle 5, N° 675, La Plata.
Cosentino, José T., Santa Fe 2245, Capital Federal.
Cozzi, Nestor, A., C. C. 127. F. M. San Luis.
Cravero, Osvaldo H., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Cremonte, Esteban Alberto, 1092 Sixth. St. Albany, California, 9 a 710, U.S.A.
Crouset, Alejandro, Ituzaingó 333, Villa Ballester.
Cucchi, Rubén J., Esquiú 1256, B., Capital Federal.
Cuerda, Alfredo, J., Mimstro Brin 438, Block 22, 1° 6°, Capital Federal.
Cueto Vilches Julio (no comunicó su dirección postal).
Cuomo, Jorge R., Callao 1253, 3° C, Capital Federal.
Curuchet, Jorge, Mitre 716, Tandil.
Chaar, Edmundo. Leiva 4073, 2° A, Capital Federal.
Chebli, Gualter, Gral. Roca y Uruguay, Sarmiento, Chubut.
Chotin, Pierre, Universidad de Concepción, Chile.
D'Angelo, Hugo A., Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Dalla Salda, Luis M., Casa 107, Destilería YPF, La Plata.
Dalla Salda, Héctor L., Calle 18, N° 513, La Plata.
Dangavs Nauris, Alvear y Urquiza, City Bell (F. C. R.).
Daniel, Joaquín, Juncal 3648 5°, Capital Federal.
Danieli, Celestino Cnel. Gerónimo, Helguera 97, San Miguel de Tucumán.
Dawson, Lorenzo, Calle 7, N° 66, City Bell, F. C. R.
De Alba, Enrique, Libertador 2887, Florida, Bs. As.
De Carli, Josefina U. de., Alsina 164, 12°, Bahía Blanca.
De Ferrariis, Carmelo, Paraguay 3359, dep. 36, 9°, Capital Federal.
De Francesco, Fernando O., Libertad 63, Ensenada F.C.R.
De Giusto, José E., Calle 59 N° 885 1/2, La Plata.
De Golyer, and Mac Naughton Inc, 5625 Daniels Avenue, Dallas, Texas, 75206.
De la Iglesia Héctor, Alem 424, 6° of 603, Capital Federal.
De la Motta, Cristobal R., Calle Chile 939, Mendoza.
De la Motta, Héctor, French 2262, 2° B. Capital Federa..
Del Pino, Héctor R., Martínez Melo 563, Moreno, Bs. As.
Del Valle, Rodolfo, Suipacha 505, Haedo Bs. As.
Dellapé, Daniel A., C. C. 25, Neuquen.
Depetris, Pedro J., P. Centeno 877, Santa Fe.
De Salvo, Omar, Calle 58, N° 326, La Plata,
Delneri, Arnaldo C., Virgilio 778, Capital Federal.
Del Mónaco A. N., Marcelo T. de Alvear 1947, p. b. Capital Federal.
Dessanti, Raúl N., General Paz 155, 5° dep. 1°, Bahía Blanca.

- Devizia (h) Carlos, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Díaz, Horacio, A., 5 de Julio, 1267, Vicente López.
Díaz Peña, Isolina, Calle 58, N° 564, La Plata.
Dienger, Luciano, Alsina 1097, Ramos Mejía,
Di Benedetto, Héctor J., Y.P.F., Administración. Distrito Geol. Exploración, Barrio
Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Di Blassio, Raúl H., Alvarado 99, Bahía Blanca.
Di Gregorio, José H., Guayaquil 343, (P. B.) dep. C., Capital Federal.
Di Lena, Juan Pablo, Av. del Trabajo 1389, Capital Federal.
Di Paola, Elda C., Canalejas 1386, Capital Federal.
Di Persia, Carlos A., Serrano 2350, 6° A, Capital Federal.
Dolanay, Patricio (no comunicó su dirección postal).
Doliner, Luis, Valentín Gómez, 2995, 5°, 19, Capital Federal.
Domazet, Isaac A., Miralla 1031, Capital Federal.
Domínguez, César, Güemes 1604, Florida, Bs. As.
Drago, Edmundo, Sarmiento 1797, Santo Tomé, Santa Fe.
Dujmovich, Oscar A., Calle 66, N° 2727, La Plata.
Durango Ch. de Cabrera, Josefina, Lamadrid 623, San Miguel de Tucumán.
Duranti Nello, Vidal 2180, Capital Federal.
Elissonde, Juan Carlos, Esmeralda 1385, Capital Federal.
Elizalde, César O., José María Moreno 1074, dep. 1, Capital Federal.
Erramauspe, Lorenzo S., 25 de Mayo 267, 7°, Capital Federal.
Esparza de Serralonga, Ana María (no comunicó su dirección postal).
Espisua, Eduardo, Remedios de Escalada 243, Sáenz Peña, F. C. G. S. M.
Espizúa, de Bengochea, Lydia Elena, Av. España 866, dep. 38, piso 3°, Mendoza.
Esteban, Celestino M., Canada 317, Bahía Blanca.
Etchart, Luis M., Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.
Etchevehere, Pedro H., Granaderos 186, Capital Federal.
Etchichury, de Lorenzo, María C., Gral. J. G. de Artigas 416, 5°, Capital Federal.
Fabbian, Tiberio, Núñez 1891, Capital Federal.
Fadrique, Adolfo, (no comunicó su dirección postal).
Faroux, Abel Jorge, Calle 47, N° 780, La Plata.
Faroux, Roberto H., Dirección de Minería, La Rioja.
Favero, Luis A., J. B. Alberdi 3448, Olivos.
Fedialemano, Bruno, Viamonte 759, 1°, Cap. Federal.
Fernández, Adolfo, Barrio Ate. Brown « C » Mozart y Dellapiane, Block 5, Column. 1,
Piso 10, Dto. 1.
Fernández de Maleotti, Esther, San Martín 766, Neuquén.
Fernández, Gerardo, Pueyrredón 140, Mendoza.
Fernández, Rubén, Clark 363 Mendoza.
Fernández, Julián A., Plaza Güemes 167, La Plata.
Fernández Carro, Alfredo, Cucha Cucha 35, 2°, 10, Capital Federal.
Fernández Coria, Hugo A., Calle 49, N° 921, La Plata.
Fernández Gianotti, Jorge, Arenales 2828, Florida, Bs. As.
Fernández Garrasino, César, Arenales 618, Quilmes Oeste.
Fernández Lima, J. C. R., Francia 2977, Castelar.
Fernández Tesande, Jorge Raúl, Uruburu 766, Tandil.
Ferello, Roberto, Santa Fe 3435, 4°, P. B. Capital Federal.
Ferreiro, Vicente J., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Ferreyra, Raúl E., C. C. 1538, La Rioja.
Ferrer, José A., Mansilla 3419, Capital Federal.
Fidalgo, Francisco, Calle 119, N° 229, La Plata.
Figueroa, León, Azcuenaga 1021, Bahía Blanca.
Fili, Mario F. (no comunicó su dirección postal).
Flores, Miguel, Mansilla 3682, 2° A. Capital Federal.
Flores, Williams Héctor, Eleodoro Flores 2425, La Ñuñoa, Santiago, Chile.
Fontanina, Carlos, (no comunicó su dirección postal).

- Francia V., Miguel, Pintos 1925, Bánfield.
Franchi, Mario R., Calle 44, N° 807, La Plata.
Freytes, Eduardo, C. C. 793, Comodoro Rivadavia.
Frieboe, Hans, Juan B. Justo y Olascoaga, Santa Rosa, La Pampa.
Friz, Carlos T., José C. Paz 1658, Martínez, Bs. As.
Fuentes, Juan, Arriola 2419 Ituzaingo, Bs. As.
Fuertes, Alfredo, Y. P. F. Campamento Vespucio, Salta.
Furque, Guillermo, Comodoro Py 547, Mármol, F. C. R.
Fuschini, Mario Carlos, Rioja 386, Salta.
Galante, Oscar A., Y.P.F. Cañadón Seco (Santa Cruz).
Galindez, Pablo, Calle Chile 939, Mendoza.
Galván, Amílcar P., Saavedra 303, Quilmes.
Gallino, Eduardo José, C. C. 395, Córdoba.
Gamba, Jorge Luis, Ramallo 1947, 6° C, Capital Federal.
Gamba, Mirta A., Gaona 771, Ciudadela Buenos Aires.
Gancedo, Francisco, Nother 1158, Adrogué, F. C. R.
Garavilla, Raul, El Aguilar, Tres Cruces, Jujuy.
García, Alicia M. (no comunicó su dirección postal).
García, Héctor H., Las Heras 1333, Vicente López, Bs. As.
García, José, Bermúdez 971, La Lucila, Bs. As.
García Vizcarra, Pedro, Belgrano 682, Lomas de Zamora.
Gastaldi, Carlos A., Y. P. F. Habitación 9, Gamela Ingenieros, Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.
Gazzani, Roberto H., Gas del Estado. Plaza Huincul.
Gay, Hebe Dina, Lavalleja 975, Córdoba.
Gebhard, Jorge A., Y.P.F., Florencio Varela.
Gelós, Eduardo M., Estomba 1395, Bahía Blanca.
Gentili, Carlos A., Av. Maipú 1759, 2°, dep. 5, Vicente López. Bs. As.
Ghiorzi, Alberto, Barrio Y. P. F. Yacimiento Norte, Vespucio, Salta.
Giai, Santiago B., Calle 12, N° 486, Gral. Pico, La Pampa.
Gingins, Mario Omar, San Martín de los Andes, Neuquén.
Giovine, Alberto T. J., Av. Libertador Gral. San Martín 7790, Capital Federal.
Giudice, Alfonso, R., C. C. 1957, San S. de Jujuy.
Giustozzi, Carlos O., Saenz Peña 6202, Villanueva de Oliden, Mendoza.
Giuliani, Carlos A., Alem 206, Ucacha, Córdoba.
Gondar, Dolores, Calle 15, N° 329, La Plata.
González, Carlos R., Calle 6, N° 938, 10°, dep. 1, La Plata.
González, Eduardo M., Echeverría 2755, Capital Federal.
González, Nilda, Canal de Reunión 23, Ensenada, F. C. R.
González, Osvaldo Edgar, Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.
González, Omar A., Casa 231, Camp. 1, Plaza Huincul.
González, Rafael R. L., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
González Astorquiza M., Maipú 216, 11° B. Capital Federal.
González Díaz, Emilio, Pasaje Virrey Melo 964, Capital Federal.
González Segura, Juan V., Camp. Y.P.F., Catriel, Rio Negro.
González Uriarte, Magdalena, Corrientes 78, Bahía Blanca.
Gordillo, Carlos, Av. Vélez Sarsfield 299, Córdoba.
Gorgas, Juan A., Seguí 3984, 4°, B, Capital Federal.
Gracia, Rubén, Corrientes 32. Rio Gallegos (Santa Cruz).
Gramajo, Arnoldo, Boedo 908 LL, Capital Federal.
Greco, Romeo, Entre Ríos 2676, Olivos.
Grondona, Mario F., Eduardo Costa 1558, dep. 16, Martínez, Bs. As.
Grossi, Bartolomé S., Madero 1474, Vicente López, Bs. As.
Guerrero, Federico, C. C. 15, Malargüe, Mendoza.
Guerrero, Miguel A., C. C. 1538, La Rioja.
Guichón, Martín Eduardo, Calle 64, N° 619, dep. 2, La Plata.
Guillou, Jorge, CC. 1538, La Rioja.

- Gurustobich, S. A. Gral. Mitre 1112, Salta.
Gutiérrez, Casimiro. Curupaligüe 68, 4º, dep. 11, Capital Federal.
Halpern, Martín, Geosciences Division, P. O. Box 30365, Dallas, Texas 75230 U. S. A.
Haup, Manfredo M., Monseñor Galcagno 131, Boulogne, Bs. As.
Hayase, Kitaro, John F. Kennedy 357, Bahía Blanca.
Herbst, Rafael, Lavalle 2645, Corrientes.
Hernández, Juan Pedro, C. C. 787, Santiago, Chile.
Herrera, Hebe, Moreno 60, Ensenada, Bs. As.
Herrero, Duclou Juan José, Calle 56, N° 427, La Plata.
Hogg, Stanley, O., Dardo Rocha 264, Martínez, Bs. As.
Hutchinson, Jr., Parcker Ben, 25 de Mayo 734, Mendoza.
Holmberg, Eduardo, D. F. Sarmiento 2060, Olivos.
Horak, Mario Romeo, Estafeta Recreo Venecia, City Bell F.C.R.
Humphrey, William E., P. O. Box 8368, Chicago Illinois 60680, U. S. A.
Hünicken, Mario A., Tomás de Irobi 790 Barrio Marqués de Sobremonte, Córdoba.
Hurtado, Martín A., Calle 47, N° 539, La Plata.
Ibañez, Guillermo H., Tierra del Fuego 326, Mendoza.
Imbelone, Perla A., Calle 49, N° 783, La Plata.
Incarnato, Aristides, Nicolás Videla 434, Capital Federal.
Ingrassia, Valiente, Chile 939, Mendoza.
Iñíguez Rodríguez, Adrián M., Calle 20 N° 1624, La Plata.
Iriondo, Martín, Alberdi 398, Santa Fe.
Jelin, Rosa, Azcuenaga 284, 6º B. Capital Federal.
Jemma, Raimundo J. A., Güemes 43, Ramos Mejía.
Jenitens, Mara, Ugarteche 3236, Capital Federal.
Jurio, Raul, Calle 3, N° 1328, La Plata.
Jutorán, Abraham, Lafuente 138, Capital Federal.
Kapelusz, Verena K. de, Malabia 2777, 9º, Capital Federal.
Keith, John Franklin, C. C. 181, San Juan.
Kerfeld, José A., Calle 72, N° 533, La Plata.
Kerlleñevich, Sara Cecilia, Gualeguay 357, dep. 6, p. b. Paraná.
Kilmurray, Jorge O., Calle 525 N° 1213, La Plata.
Klein, Mario, Sargento Cabral 851, 6º A, Capital Federal.
Kolomi, Pedro, Av. San Martín 336, Rio Gallegos (Santa Cruz).
Konzewitsch, Nicolás, Cintra 1440, Hurlingham.
Korten, Herbert, C. C. 269, Bariloche.
Kouklarsky, Magdalena, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Kreimer, Roberto, Santa Fe 1440, Capital Federal.
Kröger, Juan, Pueyrredón 756, Bahía Blanca.
Labudia, Carlos, Brown 1083, Bahía Blanca.
Lago, Alberto Baltazar, Av. Rivadavia 5908, Capital Federal.
Lago, Juan José, Bulnes 1940, 5º A, Capital Federal.
Lamy, Ladislao Pedro, Navarro 4103, Capital Federal.
Lanfranco, Juan José, El Aguilar, Tres Cruces Jujuy.
Lapidus, Alberto, Bolivia 470, 9º dep. 37, Capital Federal.
Latorre, Carlos O., Allende 4445, Capital Federal.
Lavandaio, Eddy O. L., C. C. 1538, La Rioja.
Laya, Aroldo A., Castelli 357, Bahía Blanca.
Leanza, Héctor A., Caseros 159, Haedo (Bs. As.).
Leguizamón de Auriemma, María A., Av. Sarmiento esq. 25 de Mayo, San Miguel de Tucumán.
L. E. M. I. T., Calle 52 entre 121 y 122, La Plata.
Leiva, César O., Minería y Geología Y.P.F., Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Lena, Rubén, San Martín 10, Corrientes.
Lencina, Andrés, Calle Uno, N° 1293, Barrio Maestros, Godoy Cruz, Mendoza.
Leonardi, Pedro, C. C. 46, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia, Chubut.
Lesta, Pedro, R., Buchardo 916, La Lucila, Bs. As.

- Leveratto, Miguel A., J. B. Ambroseti 120, 6° E, Capital Federal.
Levin, Manuel, Calle 56, N° 560, La Plata.
Limousin, Tulio, A., Calle 6, N° 635, 2° B, La Plata.
Linares, Enrique, Lugones 2864, Capital Federal.
Lippmann, Marcelo, Giribone 1325, Capital Federal.
Loguercio, Sabino, O., Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, Av. Pasteur 404, anexo Rio de Janeiro, Guanabara, Brasil.
Lombard, Ernesto, Sarmiento 778, 8°, Capital Federal.
López, Carlos R., Iriarte 1392, Temperley, Bs. As.
López, Héctor A., Calle 124, N° 1507, La Plata.
López Raúl Omar, Av. Turista 33, Salta.
López, Rubén, Martín García 576, 9° F, Capital Federal.
Losada, Oscar Alberto, Zapiola 344, Bahía Blanca.
Lucero, Hugo Néstor, Obispo Ceballos 476, Córdoba.
Luengos Pardo, Miguel, Misiones 684, Neuquén.
Luna Reyero, Alberto, Mendoza 3820, San Miguel de Tucumán.
Luque, Samuel (no comunicó su dirección postal).
Lurgo, Carlos, Italia 465, Hernando (Córdoba).
Lustig, Lidia, Melo 999, Vicente López, Buenos Aires.
Lütters, Juan A., Del Campo 400, San Isidro, Buenos Aires.
Llambías, Eduardo, Soler 65, 4° A, Bahía Blanca.
Llambías, Horacio, E. Morello 637, San Andrés, Bs. As.
Llambías, Lidia Malvicini de., Soler 65, 4° A, Bahía Blanca.
Llano, Julio A., Perito Moreno 86, Godoy Cruz, Mendoza.
Llorente Roberto, A., Kennedy 199 El Palomar.
Maglianesi Roque, Las Heras 3883, Santa Fe.
Magliola Mundet, Horacio, Villa Belgrano, de Calamuchita Córdoba.
Magnou, Eduardo, San Martín 671, San Luis.
Mailhé, Arturo, Uruguay 959, Capital Federal.
Mainardi, Enrique Carlos, C. C. 246. Rio Gallegos (Santa Cruz).
Maisonabe Héctor, Gobernador Vicente Bustos 484, La Rioja.
Malán, José, Sixto Laspiur 65, Bahía Blanca.
Malumián, Norberto, Bertres 321, 2, 5°, Capital Federal.
Mancuri, Carlos Daniel, Calle 48, N° 1147, La Plata.
Manfredi, Jorge H., Constanzo 161, Monte Grande, F. C. R.
Manzollilo, Claudio D., Amoco Argentina Oil Company, Maipú 942, 12. Buenos Aires.
Maraggi, Eduardo S., Av. Santa Fe 3942, Capital Federal.
Marcón, Victor, Dtrit. Geol. Explor. camp. Vespucio, Salta.
Marchese, Humberto, Palpa 2570, 2° C, Capital Federal.
Marelli, Néstor G., Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia.
Marinkeff, Kirilo, Diag. 74, N° 421, La Plata.
Martínez Cal, Doris (no comunicó su dirección postal).
Martínez, Carlos G., Calle 34, N° 717, La Plata.
Martínez, Pablo, 27 de Abril 1090, Córdoba.
Martinelli, Pedro L., Ferré 282, Paraná.
Marturet, Roberto P., Mina El Aguilar, Tres Cruces, Jujuy.
Más, Graciela, Córdoba 77, Bahía Blanca.
Masiuk, Vladimiro, Humberto 1° 380, Lanús Oeste, F. C. R.
Mastandrea, Otto O., Canale 682, Adrogné F. C. R.
Mauri, Enrique, Aráoz 2725, Capital Federal.
Mauriño, Víctor E., Calle 7, N° 65, City Bell, F. C. R.
Mazzieri Guillermo E., Félix Olmedo 405, Córdoba.
Mazzoni, Mario Martín, Nicolás Videla 140, Quilmes, F. C. R.
Méndez, Luis A., Pueyrredón 1655, 1° B, Capital Federal.
Méndez, Ignacio A., Anatole France 1913, 7° A, Lanús, E. F. C. R.
Mendez, Vicente, C. C. 145, Salta.
Mendez, Eduardo J., Calle Chile 939, Mendoza.

- Mendía, José E., Piedras 1385, Dto. 23, Capital Federal.
Menéndez, Carlos A., Grecia 4640, Capital Federal.
Menoyo, Edgardo, Córdoba 875, 11° E., Capital Federal.
Menzel, Margarita, Muñoz 1150, Martínez, Buenos Aires.
Merino, Roberto J., Amaco S. A., Maipú 942, 12°, Capital Federal.
Mésigos, Marcelo, J. M. Gutiérrez 2618, 7° B, Capital Federal.
Methol, Eduardo J., Rivadavia 14654, 2° C, Ramos Mejía.
Meyer, Roberto Jorge, Av. Libertador 2785, 15°, « D », Olivos.
Mezzetti, A. M., Estados Unidos 3704, 8° 28, Capital Federal.
Migliore, Carlos (no comunicó su dirección postal).
Mingramm, Alberto, Remedios de Escalada 2433, Martínez, Bs. As.
Miranda, Julio A., Casa 149, Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.
Miras, Hector, Julio A. Roca 518, Rawson, Chubut.
Miró, Roberto, Alberti 287, Capital Federal.
Mirré, Juan C., Juramento 2960, 2° A., Capital Federal.
Mischkovsky de Ramos, Nina, Larraya 3471, Capital Federal.
Mon, Ricardo, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Monteverde, Agustín, Palpa 2376, Capital Federal.
Morche, Manfredo F., Santa Fe 1480, 12 A, Capital Federal.
Morelli, Jorge, José Pedro Varela 4447, 3° B, Capital Federal.
Morrison, Robert P., Dep. of Physic (Geophysics) Univ. of Toronto, Toronto 5, Ontario, Canadá.
Moreno, Jorge A., Rivadavia 12, Gualeguay, Entre Ríos.
Moreno, Rodolfo L., Arenales 2575, Florida, Bs. As.
Moreno Espelta, Carlos, Gral. Güemes 342, Salta.
Moriones, Susana (no comunicó su dirección postal).
Moscatelli, Gustavo N., Pueyrredón 923, 10°, « C » Cap. Federal.
Movia, C. P., Cabildo 597, Capital Federal.
Muhlman, Paulina, Santa Fe 3443, Piso 13 dep. A., Capital Federal.
Mujica, Héctor, Washington 864, José León Suárez, Bs. As.
Müller, Raúl A., Av. J. A. Roca 651, 10°, Dirección Nac. de Geología y Minería, Cap. Federal.
Muñoz, Nobel, Pringles 994, Capital Federal.
Murici, Jorge, Belgrano 295, 2° C, Capital Federal.
Musacchio, Eduardo, Yermal 5488, Capital Federal.
Museo de Historia y Ciencias Naturales, Alvear 181, Lobería, Bs. As.
Muset, Jorge, Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.
Nabel de Erlich, Paulina, E., French 2727, 8° G, Cap. Federal.
Nancini, Jorge E., Cabildo 65, 2°, Cap. Federal.
Navarro García, Luis, Calle 143 entre 39 y 40, La Plata.
Nicolli, Hugo B. Av. Libertador San Martín 8250, Capital Federal.
Niedernhausern, Bartolomé Norberto de, French 3085, Capital Federal.
Núñez, Enrique, Av. Córdoba 2914, 1° A, Capital Federal.
Nullo, Francisco E., Garay 358, 2° B, Capital Federal.
Oblites, Juan Carlos, Suipacha 1022, 1° C., Capital Federal.
Olazábal, Aníbal de, Zuloaga 702, Remedios de Escalada, F. C. R.
Oliveri, Jorge Carlos, La Pampa 2258, Oeste, Desamparados, San Juan.
Olsen, Hugo, Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.
Orchuela, Ismael Anibal, Camp. Y. P. F., Colonia Catriel, Río Negro.
Orlandini, Luis F., Güemes 4426, 50, Capital Federal.
Orlandi Filho, Victorio, (no comunicó su dirección postal).
Orlando, Héctor, Solís 76, Quilmes, F. C. R.
Oliver, Joaquin, C. C. 1957, S. S. Jujuy.
Ortega Furlotti, A., Francisco Alvarez 1488, San José, Mendoza.
Ortiz, Jorge (no comunicó su dirección postal).
Oton, Enrique, Casa 998, Plaza Huincul, Neuquén.
Padula, Eduardo, Cerrito 840, 3°, Capital Federal.

- Pagés, César S., Francisco de Gurruchaga 259, Salta.
Palacios, Juan P., Casa 94, Camp. I, Plaza Huincul, Neuquén.
Palma, Alejandro, Calle Chile 939, Mendoza.
Pancetti, Norberto, Calle 65, N° 534, 2° La Plata.
Paoloni, Juan D., Euskaldi 66, Bahía Blanca.
Parera, Carlos A., General Güemes 1180, Salta.
Parker, Gerardo, L. M. Alem 291, Ensenada, Bs. As.
Pascual Crespo, Primitivo, Casa 19, Campamento 1 de Y. P. F., Plaza Huincul.
Pascual, Rosendo, Calle 60, N° 1333, La Plata.
Pasquin, Carlos, Olazábal 5202, 8°, Capital Federal.
Pasotti, Pierina, Av. Pellegrini 494, Rosario
Pavan, Gabriel, Hipólito Yrigoyen 1628, 10°.
Pavón, Andrés, Cabildo 65, Capital Federal.
Péndola, Héctor J., Honorio Pueyrredón 669, 5°, 1, Capital Federal.
Peña, Hugo Alberto, Balcarce 42, San Miguel de Tucumán.
Peralta, Edmundo, Barrio Y. P. F. Catriel Prov. Rio Negro.
Peralta, Eduardo, C. C. 1538, La Rioja.
Perazzo, Juan Carlos, Independencia 3427, 3°, Capital Federal.
Pérez, Eduardo E., Gral. Campos 171, San Rafael, Mendoza.
Pérez, Emilio N., Jaramillo 2296, Capital Federal.
Pérez, Oscar M., (no comunicó su dirección postal).
Pereira, Emma M. T. de, Daniel Cerri 1071, Capital Federal.
Perinetti, José, Y. P. F., Godoy Cruz, Mendoza.
Pernas, Ricardo D., Buenos Aires 19, Villa Ballester.
Perrot, Carlos José, Amoco S. A., Maipu 942, 16, Capital Federal.
Perry Lawrence Ecuadorian Gulf. Oil Comp. Calle Rio de Janeiro 139, P. O, Box 1087,
Quito, Ecuador.
Petersen, Cristian, Alberdi 651, 1° A, Olivos (Bs. As.).
Petrarca, G. D., Y. P. F. Casa 19, Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.
Pezzi Eduardo E., Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Pezzutti, Norma, Republicuetas 2542, 2° dep. 11, Capital Federal.
Planas, Federico H., C. C. 1538, La Rioja.
Plaza, David, Córdoba 567. P. 1°, Salta.
Pisetta, Jorge Luis, Marcelo T. de Alvear 1185, 10° A, Capital Federal.
Pomar, Hatty L. Bertoldi de, Grand Bourg 4352 Santa Fe.
Porro, Néstor, Uriarte 2434, 2° A, Capital Federal.
Porto, Juan C., Snipacha 588, San Miguel de Tucumán.
Pozzo, Aníbal, Cuba 1965, 5° A, Capital Federal.
Prelat, Alfredo, Diag. 74, N° 867, La Plata.
Prieto, Alfredo O., Chile 939, Mendoza.
Primo, Leandro, Y. P. F. Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.
Proserpio, César Angel, Azcuénaga 2176, Martínez Bs. As.
Prozzi, César R., Córdoba 686, Bahía Blanca.
Pucci, Juan C., Calle 47, N° 670, 2°, 3, La Plata.
Quarleri, Paulina, Leandro N. Alem 1597, Bánfield, F. C. R.
Quartino, Bernabé J., Olazábal 1367, Ituzaingó, F. C. D. F. S.
Quatrocchio, Mirta Juan, Molina 15, Bahía Blanca.
Ramón, Fernando, Rivera Indarte 638, Capital Federal.
Ramos, Víctor, Larraya 3471, Capital Federal.
Raposo, Emilio, Viedma 136, Gral. Roca, Rio Negro.
Raskovsky, Mario A., 3 Cerritos. dep. 14, Monoblock A., Salta.
Ravazzoli, Ivan A., Diagonal 74, N° 3214, La Plata.
Regairaz, Alberto, C. C. 109, Mendoza.
Reijenstein, Carlos E., Casilla 3310, Quito, Ecuador.
Revérberi, Oscar, J. J. Díaz 2023, Beccar (Bs. As.).
Reyes, Félix Celso, Alvear 232, Salta.
Reyes, Julio César, Plaza 1553, Capital Federal.

- Riccardi, Alberto C., Calle 57, N° 807, La Plata.
Rigal, Remigio, Virrey Melo 1895, Capital Federal.
Riggs, Juan Carlos, Rivadavia 2516, 7° 31, Capital Federal.
Rimoldi, Horacio V., Almirante Daniel Solier 1152, Capital Federal.
Rinaldi, Carlos A., Sarmiento 2334, Olivos, Bs. As.
Rodio, S. A., Córdoba 1367, 7°, Capital Federal.
Rivas, Roche, Carlos H., C. C. 25, Neuquén
Rivera, José A., Av. Caraffa 1395, Córdoba.
Rizzolo, Ernesto, Santa Fe 2245, 10° D, Capital Federal.
Roberts, Franklin S., Av. Arenas y 19, Villa Elisa (Bs. As.).
Robbiano, Juan Alberto, Calle 8, N° 35, City Bell, F. C. R.
Robles, Daniel Edmundo, Casa 208, Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.
Rodrigo, Félix, Arcos 1825, 8° B, Bs. As.
Rodríguez Eduardo Domingo, Tucumán 622, Paraná, E. R.
Rodríguez, Eduardo J., Granaderos 2143, Mendoza.
Rodríguez, José M., Chile 470, Capital Federal.
Rodríguez, Raúl, Pasteur 192, Río Gallegos, Santa Cruz.
Rodríguez Saravia, F. M., Vicente López 2251, 7° D, Capital Federal.
Roellig, Federico, Calle 16, entre 503 y 504, B. Gonnet, F. C. R.
Rolleri, Edgardo O., Calle 40, N° 1271 1/2, La Plata.
Romani, Remo R., Teniente 1° Ibáñez 330, Mendoza.
Romero, Rolando, Calle Chile 939, Mendoza.
Roqué, Marcelo Enrique, C. C. 395, Córdoba.
Roseman, Héctor L., Av. Meeck 1393, Temperley.
Rossi, Natalia J., Las Heras 381, Ituzaingó, F. C. D. F. S.
Rousseau, Carlos A., Av. San Martín 77, San Rafael, Mendoza.
Ruiz Huidobro, Oscar, Av. Libertador Gral. San Martín 836, 10° B, Capital Federal.
Russo, Aniello, Francisco Bilbao 2384, Capital Federal.
Saccone, Ernesto, Pellegrini 621, Trelew, Chubut.
Sáenz Ferreyra, José Alberto, Calle 42, N° 170, 2°, 18, La Plata.
Sala, José M., Calle 58, N° 629, La Plata.
Salazar Lea Plaza, Juan C., Calle 122, N° 530, La Plata.
Salado, Luis, Güemes 600, Edificio 5, Dpto. 33, Avellaneda.
Salas Costas, José A., Avenida General Paz 675, 50, Vicente López.
Salcedo, Elio Noé, Roger Balet 317, Desamparados, San Juan.
Salinas, Hipólito A., Gral. Güemes 1180, Salta.
Salinas, Rubén, Alvarado 1566, Morón, Bs. As.
Salfity, José A., Pasaje M. Roldán 57, Salta.
Salso, Jorge H., Rosario 552, 6° A, Capital Federal.
Salleo Antonio, Casa 180, Plaza Huincul, Neuquén.
Sánchez, Roberto Omar, Yermal 2365, 1° C, Capital Federal.
Sanchez, Teodoro, Calle 50, N° 461, A. La Plata.
Sander, Walter, Billinghamurst 1843, Beccar, Bs. As.
Sanguinetti, José Antonio, Libert. Gral. S. Martín 8250, Capital Federal.
Santa Cruz, Jorge N., Montiel 1148, Capital Federal.
Santeliz Belli, D. H., Av. Colón 652, San Miguel de Tucumán.
Santomero, Angel, Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.
Sardina, Antonio, C. C. 25 Neuquén.
Sarudiansky, Roberto M., Esmeralda 614, 2° B, Capital Federal.
Scalabrini Ortiz, Jorge, Calle 503, entre 19 y 20, Gonnet, F. C. R.
Scanavino, Raúl A., Calle 60 N° 408 B. La Plata.
Sciutto, Juan Carlos, Dto. Golg. Expl. Y. P. F. Comodoro Rivadavia, Chubut.
Scoppa, Carlos O., Concordia 4099, Capital Federal.
Schalamuk, Isidoro B., Libertador, Gral. San Martín 8250, Capital Federal
Schauer, Osvaldo, Diag. 79. N° 689, La Plata.
Schmid, Juan A., Calle 17, N° 1160, La Plata.
Schnack, Enrique J., Calle 45, N° 422, La Plata.

- Schillizzi, Roberto, Av. Colón 777, Bahía Blanca.
Schwab, Klaus, A. Geol. Institut. Saartrasse 21, 65 Mainz, Alemania Occidental.
Sesana, Fernando L., Federico Lacroze 2336, 3° B., Capital Federal.
Serraiotto, Alfonso A., Uruguay 57, Col. Sarmiento, Chubut.
Sill, William, Departamento de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, San Juan.
Simon, Wilco, Pasaje Chilavert 31, Villa Ballester.
Simonato, Italo B., Chacabuco 166, Haedo, F. C. D. F. S.
Siragusa, Alfredo, Sanabria 2471, 1° A., Capital Federal.
Sister, Raúl A., C. C. 1538, La Rioja.
Söcic, Mario J. V., Islas Malvinas 478, Quilmes, F. C. R.
Sola, Rosendo José, C. C. 395, Córdoba.
Somaruga, Juan B., Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.
Soria, Beatriz O., Rondeau 1047, San Miguel de Tucumán.
Soruceco, Luis A., Calle 3, N° 1376, La Plata.
Soto, Adrián (no comunicó su dirección postal).
Sourrouille, Ernesto A., Necochea 1059, Hurlingham.
Spalletti, Luis Antonio. Calle 24 N° 620, dep. 6, La Plata.
Sperati Piñero, Oscar, Cranwell 767, Capital Federal.
Spigelman, Alicia, Bernardo de Irigoyen 760, 8° E, Capital Federal,
Spikermann, Juan P., Beruti 2862, Capital Federal.
Stipanovic, Pedro N., Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.
Storni, Carlos D., Zapiola 1701, 2°, 15, Capital Federal.
Strelczenia, Víctor B., Calle 84 entre 13 y 14, La Plata.
Suárez, Mario T., Yrigoyen 79, La Rioja.
Suárez Ruprescht, Guillermo, Libertador Gral. San Martín 8250. Capital Federal.
Suayter, Luis E., Pasaje García 1409, San Miguel de Tucumán.
Sunesen, Arne A., Calle 511 entre 20 y 21, Estafeta « La Josefa », La Plata.
Tabacchi, Martín H., Alem 424, 6° Of. 603, Capital Federal.
Taddei, Héctor P. P., Estación Experimental del INTA, Pergamino Bs. As.
Taddeo, Osvaldo, M. Pelliza 2486, Olivos Bs. As.
Tauber, Marta Y. Romeri de ; Azcuénaga 89, 7° B, Capital Federal.
Taverna, María R., Irigoyen 537, Punta Alta, F. C. R.
Tealdi, Osvaldo L., San José 1964, 1° E, Capital.
Terrero, Juan M., Las Heras 2107, 1°, Capital Federal.
Teruggi, Mario E., Calle 59, N° 685. La Plata.
Tezón, Roberto V., Azcuénaga 1110, Capital Federal.
Thiede, Jörn, Geologisk Institut, Aarhus Universtat, Aarhus Danmark.
Tineo, Alfredo, Ortíz Ocampo 1700, La Rioja.
Tipping, Enrique Aiza, 25 de Mayo 146, City Bell, F. C. R.
Tonel, Héctor N., San Lorenzo 444, 3°, 50 Mendoza,
Torrea, Aniceto H., Córdoba 2379, Olivos F.C.G.B.M. Bs. As.
Torres, Horacio A., Machado 1706, Castelar.
Toselli, Alejandro, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Toubes, Roberto O., Av. Libertador Gral. San Martín 8250, Capital Federal.
Trainini, Douglas, Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, Av. Pasteur 404,
Z. C. 82 = 20.000, Río de Janeiro, G. B. Brasil.
Tujehneider, Ofelia Clara, Libertador 354, Punta Alta, F. C. R.
Turazzini, Guillermo E., Quito 4150, Cap.
Turner, Juan C. M., 11 de Setiembre 1630, Capital Federal.
Turic, Mateo Alberto, C. C. 246, Río Gallegos, Santa Cruz.
Ubal dini, Marta S., Rondeau 185, Bahía Blanca.
Ugarte, Félix E. R., Y. P. F. Casa 226, Camp. 1 Plaza Huincul, Neuquén.
Ulbrich, Horstpeter, Bonito 1611, Berkeley, California 9472.
Uliana, Miguel Angel, J. B. Alberdi 715, Neuquén.
Urdaneta Hortigoza, A., Av. Colón 595, A, San Miguel, de Tucumán.
Urien, Carlos M., Albarello 2494, Martínez, Bs. As.

- Urteaga, Carlos E., Av. Alem 619, Cía. Astra, Capital Federal.
Valencia, Rafael F., French 2741, 7° G, Capital Federal.
Valencio, Daniel, Juncal 3648, Capital Federal.
Valenzuela, Alberto, Chile 939, Mendoza.
Valdéz, Raúl, Av. J. A. Roca 651, 10°, Dir. de Pasación Minera, Capital Federal.
Valdivia Villalobos, J. Gastón, Cerro de las Rozas, Calle 9, N° 54, Córdoba.
Valdiviezo, Alberto, Chile 939, Mendoza.
Valerdi, Carlos J., Chile 939, Mendoza.
Valicenti, Vicente, Santiago del Estero 773, 6° C, Capital Federal.
Vallejo, Gustavo R., Urquiza 1059, Santa Fe.
Vallejos, Rubén H., Calle 14, entre 5 y 7, Renelagh, F. C. R.
Vallés, Jorge Manuel, C. C. 57, Centro Minero Alamos, San Antonio Oeste (Río Negro).
Vanhovan, Ricardo, Y.P.F. Camp. 1, Plaza Huincul, Neuquén.
Varela, Ricardo, Domingo F. Sarmiento 548, Ensenada (Bs. As.).
Vargas Gil, José R., French 2741, 3° B, Capital Federal.
Vázquez, Juan B., 2° Congreso 137, Barrio Maipú, Córdoba.
Venier, Alberto J., Diag. 79, N° 689, La Plata.
Vergara, M. Mario, Succia 3137, dep. 2ª, Santiago, Chile.
Vergara, Espejo César, Casilla 3, C, Concepción, Chile.
Vervoorst, Federico, Bulnes 55, Villa Luján, Tucumán.
Viand, Jorge, L. Méndez 3612, Remedios de Escalada, F.C. R.
Vicente, Jean Claude, Casilla 13518, Santiago, Chile.
Vicente, Omar, Anchorena 778, Olivos.
Videla, Juan Ramón, Emilio Jofré 228, Mendoza.
Vilela, César R., Luis María Campos 1160, 4° B, Capital Federal.
Viloni, Eugenio, Tenuco Oil Company P. O. Box 1996, Bakersfield, California 93303.
Villagra, María Stella, Güemes 54, Catamarca.
Villar, Luisa M., Arias 2070, Capital Federal.
Villafañe, David E. R. de, Y. P. F. Plaza Huincul, Casa 230, Camp. 1, Neuquén.
Villanueva García, Arturo, Gral. Paz 1566, San Miguel de Tucumán.
Villegas, Carlos, Pueyrredón 540, Bahía Blanca.
Viviers, Marta C., Matienzo 740, Ciudad Jardín, Lomas del Palomar, Prov. de Bs. As.
Volkheimer, W., Jorge Newbery 1650, dep. 23, Capital Federal.
Voza, Osvaldo, Almafuerde 436, Lomas de Zamora.
Wart, David van, Santa Fe 1480, 12°, Capital Federal.
Yrigoyen, Marcelo R., Obligado 1240, 4°, Capital Federal.
Xicoy, Alfredo, Roque Saenz Peña 1190, 2°, Capital Federal.
Zambrano, Juvenal, Direc. Hidrocarburos, J. Roca 651, 7° sector 21, par. Ladines 2625, 8°, Capital Federal.
Zanettini, Juan C., Centro América 1168, Barrio Gral. Paz (Córdoba).
Zanoni, de Tonel Estela M., San Lorenzo 444, 3° 50, Mendoza.
Zardini, Raúl A., Perú 272, Capital Federal.
Zeballos, Raúl A., (no comunicó su dirección postal).
Zolezzi, Roberto E., C. C. 1538, La Rioja.
Zuccolillo, Ubaldo, Diag. 80, N° 829, La Plata.
Zuzek, Andrés B., Bolívar 1969, Ramos Mejía.
Zunino, Juan José, Aráoz 2725, Capital Federal.

Miembros Adherentes

- Abruzky, Héctor, Entre Ríos 1213, 13 A. Capital Federal.
Adolfo, Oscar Jorge, Comodoro Rivadavia 2575, Capital Federal.
Adur, Augusto O., Teodoro García 3217, Capital Federal.
Achili, Jorge, Calle 74, N° 662, La Plata.
Alvarez, Rubén, Alsina 3039, dep. 20, Capital Federal.
Ambasch, Mario, Calle 70, N° 190, La Plata.

Arana, Daniel F. (no comunicó su dirección postal).
Ardolino, Alberto, Viamonte 208, Ciudadela (Bs. As.).
Arias, Julio Eduardo, Virrey Toledo 146, Salta.
Auge, Miguel P., Calle 46, N° 331, La Plata.
Avila, Julio C., Monteagudo 574, San Miguel de Tucumán.
Balán, Ana Esther, Calle 7, N° 1745, La Plata.
Becerra, Bazán Wilfredo, Calle 7, N° 943 dep. 32, La Plata.
Bejarano Napoleón, Calle 9, N° 205, La Plata.
Benítez, Aldo F., Alvarado 737, Bahía Blanca.
Biagione, Rubén, (no comunicó su dirección postal).
Bianchini, Juan J., Calle 11 N° 1348, La Plata.
Bonalumi, Roberto José, Mendoza 235, 3° C, Córdoba.
Borelli, David, M. Rodríguez y C. Borjes, Adrogué, F. C. R.
Botellé, Próspero, Villegas 1806. Gral. Roca (Río Negro).
Böttcher, Graciela, Florida 1219, Bahía Blanca.
Bravo, Marcela, Estrada 4085, La Lucila (Bs. As.)
Brussa Rosanna, Alberdi 654, Punta Alta, F. C. R.
Cacciuri, Carlos D., Luigi, 1040, Punta Alta, F. C. R.
Calderón Campos, Juan M., Gral. Paz. 1672, San Miguel de Tucumán.
Calmels, Stela Maris, Viamonte 685, Bahía Blanca.
Campero Zabalaga, Jaime, Diag. 73, N° 312, La Plata.
Cantú, Mario Pablo, Iriarte 1589, Capital Federal.
Carrica, Carlos M., Calle 16, N° 440, La Plata.
Casanova, Ricardo M., Las Heras 2417, Capital Federal.
Casajús, Jorge A., Calle 51, N° 459, 1° B., La Plata.
Castaño, Héctor, Machain 3627, Lanús Oeste F. C. R.
Cela, Carlos A., Calle 42, N° 754, 1° A., La Plata.
Centro de Estudiantes de Geología, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Claver, Mariano A., Diag. 74, N° 2514, La Plata.
Claros Vera, Carlos A., Calle 17, N° 1123, La Plata.
Contreras, Julio R., Matienzo 1305, Berazategui, F. C. R.
Cruz Zulueta, Gonzalo G., Crisóstomo Alvarez 2191, San Miguel de Tucumán.
Cuitiño, Oscar, Cangallo 1736, 2° 13, Capital Federal.
Chiama, Carlos A., Maipú 3, Capital Federal.
Chipulina, Miguel A., Villegas 857, T. E. 84, Bs. As.
Damborenea, Susana E., Calle 22, 1487, La Plata.
De la Barra Vázquez, Rodolfo, Calle 26, N° 1413, La Plata.
De Marino, Iris Ada, Acevedo 1917, Banfield, F. C. R.
De Ormaechea, José A., Acevedo 2250, 7° B, Capital Federal.
Dirección general de Minería, San Martín 671, San Luis.
Di Salvo, Carlos A., San Nicolás 3648, Capital Federal.
Donnari, Eva Isabel, Alvear 321, Bahía Blanca.
Dorado, Eduardo, Calle 56, N° 621, La Plata.
Dores, Oscar, Melo 151, Partido de la Matanza, (Ba. As.).
Fallet, Juan, Calle 38 N° 415, La Plata.
Fernández Casson, Roberto, Calle 126, N° 1380, La Plata.
Fernández, Jorge, Mina Aguilar, Tres Cruces, Jujuy.
Gandrup, Raúl P., Calle 3, N° 1449, La Plata.
García Alberto Omar, C. C. 15, Mendoza, Malargue.
García, Carlos Alberto, Chacabuco 482, Banfield, F. C. R.
García, Carlos Cirio, Moreno 567, Bahía Blanca.
García, Eduardo R., Blandengues 373, Bahía Blanca.
García, Froilán, Diag. 78, N° 444, La Plata.
Gawron, Ricardo E., Liniers 2036, Olivos Bs. As..
Gentili, Mario, San Martín de los Andes, Neuquén.
Gianoni, Omar Francisco, Lavalle 55, Salta.
Gobelián, Luis, Calle 17, N° 1506, La Plata.

Gómez, Juan Carlos, Calle 61, N° 482, La Plata.
Gómez, Verónica, C., Calle 5, N° 521, La Plata.
Gorroño, Raúl A., Donato Alvarez 1694, C. F.
Grandi, Pedro, Calle 2, N° 519, La Plata.
Greco, Ernesto A., O'Higgins 141, Bahía Blanca.
Guiñazú, José R., Juramento 3769, Capital Federal.
Guzmán Moreira, Héctor, Calle 25, N° 869, La Plata.
Guzmán Pérez, Víctor, Calle 51, N° 611, La Plata.
Heredia, Tomás Manuel, Chielana 1666, Bahía Blanca.
Henninger, (no comunicó su dirección postal).
Herrero, Juan Carlos, Gral. Paz 1009, Tucumán.
Iglesia, Víctor, H., Senillosa 84, Dto. 8, Capital Federal.
Koloszyc, Antonio Dionisio, Bahía Blanca 95, Llavallol F. C. R.
Lage, Julio, Acassuso 5723, Carapachay, Bs. As.
Laplaca, Elida Ester, Mayor Buratovich, (Bs. As.).
Lema, Hebe Adriana, Labardén 110, 6° E, Capital Federal.
Lizarraga, A., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Lizoáin Fuentes, Antonio, Ramón Falcón 3230, Lanús O, F. C. R.
López, Ricardo, Patrón 5869, Capital Federal.
Loréfice, Jorge Juan Bautista Alberdi 7025, dep. 5°, Capital Federal.
Loza, José Santiago, Mitre 1345, San Antonio de Padua (Bs. As.).
Mandolesi, Angel J., Ing. Luggi 146, Bahía Blanca.
Marcos, Oscar R., Calle 7, N° 1725, La Plata.
Marinelli, Raúl V., Calle 40, N° 676, La Plata.
Massabie, Armando, Industria 245, Villa Ballester.
Mira, Abelardo E., Franco 2924, Capital Federal.
Mollón Palacios, José M., Rivadavia 4687, P. B. Dto. B, Capital Federal.
Moreno, Juan P., Adolfo de la Vega (norte) 291, San Miguel de Tucumán.
Mouzo, Félix H., Calle 44, N° 258, La Plata.
Muglia, Vicente H., Calle 12, N° 1390, La Plata.
Nacucchio, Horacio, P., Juan B. Alberdi 433, Capital Federal.
Odreman Rivas, Oscar, Calle 8, N° 889, La Plata.
Okretic, Albino, Echeverría 5792, Capital Federal.
Ortega, Enrique, Colombia 4939, Capital Federal.
Ottonello, Rubén E., Centroamerica 1315, Barrio Rivadavia, Córdoba.
Palamarezuk, Eduardo A., Calle 7, N° 250, El Palomar, F. C. G. S. M.
Palmeiro, Manuel E., Agustín Alvarez 2202, Florida, Bs. As.
Pantorrilla, Ernesto M., Congreso 850, San Miguel de Tucumán.
Panza, José Luis, Céspedes 3051, Capital Federal.
Paverini, Héctor Jorge, C. C. 15, Malargue, Mendoza.
Pazos, Jorge A., Villegas 282, Cinco Saltos, Río Negro.
Perel, Hebe, Chielana 231, Bahía Blanca.
Pérez, Alicia H., Caronti 710, Bahía Blanca.
Pérez, Antonio, Alvarado 123, Bahía Blanca.
Pesce, Abel H., Allende 381, Ramos Mejía.
Petrelli, Salvador, Dr. Pedro J. Rivera 5772, dep. 4, Capital Federal.
Ponte, Héctor, L., Rivadavia 46, San Nicolás.
Puente, Idelfonso F., Calle 1 N° 1121, La Plata.
Radoszta, Alberto, Gral. Urquiza 3425, Florida, Bs. As.
Ramírez, María G., Calle 62, N° 919, La Plata.
Rapela, Carlos W., Calle 37 N° 645, La Plata.
Raposo, Roberto, Italia y 9 de julio Cipulletti, Río Negro.
Rayon Merino, Jorge, C. C. 25 Malargüe.
Rey Merino, Fernando, Isabel La Católica 1175, Córdoba.
Ribera S. Clay, Calle 51 N° 1290, La Plata.
Ricci, Héctor Italo, Bolivia 571, San Miguel de Tucumán.
Risiga, Amilcar Hugo, Agustín Alvarez 1482, Bahía Blanca.

- Ridríguez Alvarez, E., CC 312, La Plata.
Ronco, Alicia, Brasil 374 1/2, Ensenada, F. C. R.
Rojo Rufino, Mateo, Av. Mate de Luna 2428, San Miguel de Tucumán.
Royon, Héctor Jorge, C. C. 15, Malargue, Mendoza.
Ruiz, Dora, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Ruiz, Emilio Hugo, Stroeder 218, Salliqueló, F. C. R.
Rutkowski, Esteban J. D., Libertad 640, Quilmes.
Sabelli, Néstor Martín, Pampa 2037, 5° A., Capital Federal.
Sabio, Daniel A. (no comunicó su dirección postal).
Salas, Armando A., Rivadavia 5854, Capital Federal.
Saneristóbal, Jorge O., Calle 5 N° 26, dep. 4, La Plata.
Sánchez Ruiz, Carlos E., Gral. Paz 1672, San Miguel de Tucumán.
Sarnago, Ricardo Santiago, Arturo Orgaz 391, Córdoba.
Sepúlveda, Eliseo Guido, Ing. Jacobaci, Río Negro
Silveira, Anibal, Rawson 226, o C. C. 419, Comodoro Rivadavia.
Simini, Jorge A., San Martín 454, Trenque Lauquen, F. C. R.
Sola, Rosendo José, Lamadrid 278, Córdoba.
Solís, Rolando J. O., Calle 121 y 43 bis, N° 175, La Plata.
Soruco Mendoza, Carlos, Calle 49 N° 1482, La Plata.
Torre, Beatriz de la, Rondeau 317, Bahía Blanca.
Tofalo, Ofelia, Santa Fe 1563, 2°, Capital Federal.
Tucillo, Ricardo A. Antonio, Machado 560, Capital Federal.
Valdez, Felipe O., Av. Exodo 883, Jujuy.
Varela, Ricardo, Independencia 242, San Miguel de Tucumán.
Vergara, Guillermo Amílcar, Condarco 1368, Capital Federal.
Villa, Roberto, Campamento 1 de Y. P. F., Plaza Huincul, Neuquén.
Vonesch, Teodora L., Canning 1552, Capital Federal.
Wartensleben, Erica, Corrientes 127, Capital Federal.
Woroszylo, María E., Casa 4, Ciudad Gral. Belgrano, Manzana 7, Sección 2ª Circunscripción 2ª Bs. As.
Zagalsky, Ruth Sofía, 9 de Julio 174, Avellaneda Bs. As.
Zeballos Bonet, Luis M., Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.
Zetti, Jorge, Calle 42, N° 822, La Plata.
Zibecchi Roberto Omar, Soler 130 dep. 1, Bahía Blanca.

INDICE ALFABETICO DEL TOMO XXVI

AMARAL, G., ver ROCHA CAMPOS, A. A. Y APARICIO, E. P.	
ANGELELLI, V., ROSALES, A. E. SCHALAMUK, I. B., Geoquímica del renio. Un ensayo en molibdenitas argentinas.....	153
ANGELELLI, V., SCHALAMUK I. Y FIGGINI A., Las alunitas de los yacimientos cupríferos de los distritos la Mejicana y Los Bayos, provincia de la Rioja, República Argentina.....	91
APARICIO, E. P., ver ROCHA CAMPOS, A. A. Y AMARAL, G.	
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA. Premio anual.....	275
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA. Lista de miembros.....	531
BORRELLO, ANGEL V., El ciclo magmático geosinclinal de la era protoídica en la Argentina.....	298
BORRELLO, Prof. Dr. A. V. (1918-1971).....	529
BRODTKORB, ALEJO, Exploración geoquímica del Cerro Bayo Norte, provincia de Mendoza, República Argentina.....	101
BRODTKORB MILKA K. DE, Estudio mineralógico de una allanita de Valle Fértil, Prov. de San Juan (Rep. Argentina).....	469
CRONICA DE LA ASOCIACION.....	129
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS... .. 40, 277, 326,	526
CORRIGENDA.....279, 414,	525
CUCCHI, RUBEN J., Edades radiométricas y correlación de metamorfitas de la Precordillera, San Juan-Mendoza, Rep. Argentina.....	503
DALLA SALDA, LUIS, ver KILMURRAY, JORGE O.	
DALLA SALDA, L., ver KILMURRAY, J. O.	
DEL MONACO, ALFREDO N., Geología económica de los niveles 110 y 140 de la mina "Gonzalito" (provincia de Río Negro) República Argentina.....	57
DOS NUEVAS PUBLICACIONES GEOLÓGICAS.....	244
EMBLETON, BRIAN J. J., ver VALENCIO, DANIEL A. Y VILAS, JUAN F. A.	
FIGGINI, A. ver ANGELELLI, V. Y SCHALAMUK, I.	
FURQUE, GUILLERMO, Sobre la estratigrafía del Cretácico inferior en el lago Argentino, Prov. de Santa Cruz, República Argentina.....	301
GARCÍA, HÉCTOR H., Geología del pórfiro cuprífero Bajo de San Lucas, dep ^o Andalgalá, Prov. de Catamarca, República Argentina.....	327
GELOS, EDGARDO M., ver GORDILLO, CARLOS E. Y HAYASE, KITARO.	
GORDILLO, CARLOS E., HAYASE, KITARO Y GELOS, EDGARDO M., Composición y propiedades físicas de la cordierita en las migmatitas graníticas de la Sierra de Córdoba, República Argentina.....	317
GIUDICI, ALFONSO R., Geología de las adyacencias del río Diamante al este del Cerro Homonino, Provincia de Mendoza, República Argentina.....	439
GRAZAN, ANA MARIA, ver MAZZA, CARLOS ALBERTO.	
HALPERN, MARTIN, ver UMPIERRE U., MIRTA.	
HALPERN, MARTIN, LINARES, ENRIQUE Y LATORRE, CARLOS O., Edad rubidio-estroncio de rocas volcánicas e hipabisales (?), del área norte de la Patagonia, República Argentina.....	169
HALPERN, MARTIN, ver STIPANICIC, PEDRO N., TOUBES, ROBERTO O. Y SPIKERMANN, JUAN P.	
HAYASE, KITARO Y MAIZA, PEDRO JOSÉ, Génesis del yacimiento de caolín «Tres Picos», departamento Huiliches, provincia de Neuquén, República Argentina....	75
HAYASE, KITARO, ver GORDILLO, CARLOS E. Y GELOS, EDGARDO M.	

HERBST, RAFAEL, Esquema estratigráfico de la provincia de Corrientes, República Argentina.....	221
IGARZABAL, A. P., ver KILMURRAY, J. O.	
JACQUES DE MORAES, LUCIANO (1898-1968).....	162
KILMURRAY, J. O. Y DALLA SALDA, L., Las fases de deformación y metamorfismo en el área del Cerro Valdivia, provincia de San Juan, República Argentina.....	25
KILMURRAY, JORGE O. Y DALLA SALDA, LUIS, Las fases de deformación y metamorfismo en la sierra de Maz, provincia de La Rioja, República Argentina.....	245
KILMURRAY, J. O. Y IGARZABAL, A. P., Petografía y rasgos geomórficos del batolito granítico de Santa Rosa de Tastil, Provincia de Salta, Rep. Argentina.....	417
LATORRE, CARLOS O., ver HALPERN, MARTIN Y LINARES, ENRIQUE.	
LEXICOGRAFIA GEOLOGICA.....	130
LINARES, ENRIQUE, ver HALPERN, MARTIN Y LATORRE, CARLOS O.	
MAIZA, PEDRO JOSE, ver HAYASE, KITARO.	
MALUMIAN, NORBERTO, MASIUK, VLADIMIR Y RIGGI, JUAN C., Micropaleontología y sedimentología de la perforación SC-1 provincia Santa Cruz, República Argentina. Su importancia y correlaciones.....	175
MARCHESE, HUMBERTO GERVASIO, Litoestratigrafía y variaciones faciales de las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina, Prov. de Neuquén, Rep. Argentina.	343
MASIUK, VLADIMIR, ver MALUMIAN, NORBERTO Y RIGGI, JUAN C.	
MAZZA, CARLOS ALBERTO Y GRAZAN, ANA MARIA, Contribución al conocimiento de las costras y encostramientos calcáreos del sur de la Provincia de Buenos Aires, Rep. Argentina.....	475
MENDEZ-ALZOLA, RODOLFO Y SPRECHMANN, PEDRO, Algunas orbiculoideas devónicas de la Precordillera de San Juan, Rep. Argentina.....	517
MIRRE, JUAN CARLOS, Caracterización de una comarca de metamorfismo regional epizonal de alto grado : la sierra de Valle Fértil, provincia de San Juan, República Argentina].....	113
MON, RICARDO, Estructura geológica del extremo austral de las sierras subandinas. Provincias de Salta y Tucumán, República Argentina.....	209
NICOLLI, HUGO B., ver TOUBES, ROBERTO O.	
NOTAS AL DIRECTOR.....	264
NUEVA COMISIÓN DIRECTIVA.....	415
PRIMER SIMPOSIO DE GEOLOGIA REGIONAL ARGENTINA.....	516
PROXIMAS PUBLICACIONES DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA.....	468
REUNIONES CIENTÍFICAS.....	24
RIGGI, JUAN C., ver MALUMIAN, NORBERTO Y MASIUK, VLADIMIR.	
ROBBIANO, JUAN A., Contribución al conocimiento estratigráfico de la sierra del Cerro Negro, Pampa de Agnia, provincia de Chubut, República Argentina.....	41
ROCHA CAMPOS, A. A., AMARAL, G. Y APARICIO, E. P., Algunas edades K-Ar de la « Serie porfirítica » en la Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza, República Argentina.....	311
RODRIGUEZ, EDUARDO J., Aportes al conocimiento del eopaleozoico del flanco oriental de la precordillera, provincia de la Rioja, República Argentina. I. El problema de la edad de la Formación Gualcamayo.....	67
ROSALES, A., ver ANGELELLI, V. Y SCHALAMUK, I. B.	
SCHALAMUK, I., ver ANGELELLI, V. Y FIGGINI, A.	
SCHALAMUK, I. B., ver ANGELELLI, V. Y ROSALES, A.	
SILL, WILLIAM, Implicaciones estratigráficas y ecológicas de los rincosaurios.....	163
SIMPSON, GEORGE GAYLORD, Clasificación, terminología y nomenclatura provinciales para el Cenozoico mamalífero.....	281

SPIKERMANN, JUAN P., ver STIPANICIC, PEDRO N., TOUBES, ROBERTO O. Y HALPERN, MARTIN	
SPRECHMANN, PEDRO, ver MENDEZ-ALZOLA, RODOLFO.	
STIPANICIC, PEDRO N., TOUBES, ROBERTO O., SPIKERMANN, JUAN P. Y HALPERN, MARTIN, Sobre la composición y edad de algunas plutonitas del Nordeste de la Provincia de Santa Cruz, Patagonia (Rep. Argentina).....	459
TERCER SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE GONDWANA.....	152
TERUGGI, E. MARIO, Criterios para el reconocimiento y estudio de los paleosuelos. Conclusiones y recomendaciones del grupo de trabajo sobre el origen y la naturaleza de los paleosuelos.....	485
TERUGGI, MARIO E. Y ANDREIS, RENATO R., Micro-estructuras pedológicas : características, distribución en sedimentitas argentinas y posible aplicación en sedimentología.....	491
TOUBES, ROBERTO O. Y NICOLLI, HUGO B., Primer hallazgo de hexahidrita en la República Argentina.....	88
TOUBES, ROBERTO O., ver STIPANICIC, PEDRO N., SPIKERMANN, JUAN P. Y HALPERN, MARTIN	
UMPIERRE U., MIRTA Y HALPERN, MARTIN, Edades estroncio-rubidio en rocas cristalinas del sur de la República Oriental del Uruguay.....	133
VALENCIO, DANIEL A. EMBLETON, BRIAN J. J. Y VILAS, JUAN F. A., Reconstrucción y evolución del continente Gondwana sobre la base de datos paleomagnéticos y de la propagación de los fondos de los océanos.....	5
VILAS, F. A., ver VALENCIO, DANIEL A. Y EMBLETON, BRIAN J. J.	
ZARDINI, RAUL A., Geología regional y depósitos minerales de la provincia de San Juan, República Argentina. Parte I. Sierras Pampeanas.....	265

NOTAS BREVES :

ACEÑOLAZA, FLORENCIO GILBERTO Y TOSELLI, ALEJANDRO, Hallazgo de graptolites ordovícicos en el supuesto Precámbrico de la Puna de Catamarca y de Salta, República Argentina.....	274
BRODTKORB, MILKA K. DE, Hallazgo de allanita en una pegmatita de Valle Fértil, prov. de San Juan, Rep. Argentina.....	128
CABRERA, MANUEL A., ver GONZALEZ, RAFAEL R. Y KAWASHITA, KOJI.	
DEPETRIS, PEDRO J., Mineralogía de la fracción arcilla en sedimentos del lago Mascaradi, Provincia de Río Negro, Rep. Argentina.....	412
GONZALEZ, RAFAEL R., Edades radiométricas de algunos cuerpos eruptivos de Argentina.....	411
GONZALEZ, RAFAEL R., KAWASHITA, KOJI Y CABRERA, MANUEL A., Edades radiométricas de algunas rocas del basamento de las Sierras Pampeanas.....	527
KAWASHITA, KOJI, ver GONZALEZ, RAFAEL H. Y CABRERA, MANUEL A.	
LAVANDAIO, EDDY, Hallazgo de graptolites arenigianos en el Ordovícico de la Sierra del Famatina, La Rioja, Rep. Argentina.....	527
MUSACCHIO, E. A. Y RICCARDI, A. C., Estratigrafía, principalmente del Jurásico, en la sierra de Adnia, Chubut, República Argentina.....	272
RICCARDI, A. C., ver MUSACCHIO, E. A.	
TOSSELLI, ALEJANDRO, ver ACEÑOLAZA, FLORENCIO GILBERTO.	

ESTE NUMERO
SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EL 24 DE ENERO DE 1972
EN LA IMPRENTA CONI, S. A. C. I. F. I., PERÚ 684
BUENOS AIRES, REPÚBLICA ARGENTINA

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

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. PEDRO N. STIPANICIC; *Vicepresidente:* DR. HORACIO H. CAMACHO; *Secretario:* DR. ROBERTO CAMINOS; *Tesorero:* DR. FÉLIX RODRIGO; *Vocales Titulares:* DR. ENRIQUE LINARES, DR. ANÍBAL POZZO y DR. OMAR VICENTE; *Vocales Suplentes:* DR. JUAN C. RIGGI, LIC. CÉSAR FERNÁNDEZ GARRASSINO y DR. CARLOS LATORRE.

COMISION DE LA REVISTA: DOCTORES CARLOS D. STORNI, MARCELO R. IRIGOYEN y PEDRO N. STIPANICIC.

DIRECTOR DE LA REVISTA Y PUBLICACIONES: DR. CARLOS D. STORNI.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

1) Los autores se ajustarán, en la preparación de sus originales, a las siguientes indicaciones:

1) Los originales deben ser escritos a máquina — *ne varietur* — a dos espacios y con las hojas escritas en una sola de sus caras.

2) La lista bibliográfica llevará por título: "Lista de trabajos citados en el texto". Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a*, *b*, *c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes: apellido completo e iniciales del nombre del autor; título completo de la obra; lugar y fecha de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen; páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.

3) Las citas bibliográficas deberán ser incluídas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo.

4) Las ilustraciones consistentes en dibujos deberán ser confeccionadas en tinta china indeleble. A los efectos de su mejor reproducción, es conveniente que ellas sean presentadas a doble tamaño del que serán publicadas.

5) Los autores subrayarán con línea *entera* los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla; con línea *cortada* los que deban ir en versalita y con línea *doble* los que deban ser compuestos en negrita.

Toda correspondencia para la Asociación Geologica Argentina, deberá ser dirigida a

MAIPU 645, Piso 1º, Buenos Aires (Rep. Argentina)

La Asociación Geológica Argentina no se hace responsable de las opiniones y/o conclusiones vertidas por los autores de los trabajos. — C. D.

INFORMACION

A partir del N° 1 del tomo XXVII se publicarán en este lugar, con carácter permanente, las INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES que, aprobadas por la Comisión Directiva, se dieron a conocer en el N° 1 del tomo XXV.

Por disposición de la C. D., se incluye en los ejemplares del presente N° 4 del tomo XXVI un volante conteniendo las INDICACIONES Y NORMAS para la presentación de trabajos a publicarse en la Revista; contienen advertencias útiles que deben observar los autores, para evitar pérdida de tiempo, dar más uniformidad en la publicación y disminuir gastos por agregados, modificaciones del texto o exceso de figuras.

LA DIRECCIÓN DE LA REVISTA

LIBRART S. R. L.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS DE LAS PUBLICACIONES
DE INSTITUCIONES Y SOCIEDADES CIENTIFICAS ARGENTINAS

Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires

INDICE BIBLIOGRAFICO DE ESTRATIGRAFIA ARGENTINA

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

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

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

Se compone del temario siguiente:

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

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

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

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

VENTA EXCLUSIVA:

LIBRART S. R. L.

CORRIENTES 127

(EDIFICIO BOLSA DE CEREALES)

BUENOS AIRES

T. E. 31 - 4368

Dirección Postal:

Casilla de Correo 5047

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