

PETROGRAFIA DE LAS SEDIMENTITAS PSEFITICAS PALEOZOICAS DE LAS SIERRAS AUSTRALES BONAERENSES

por RENATO R. ANDREIS

RESUMEN

En este trabajo se estudian la composición mineralógica esencial y la fábrica de las sedimentitas psefiticas que integran, en parte, los grupos de La Lola (Silúrico) y Bravard (Eodevónico), y la serie de Sauce Grande (Carbónico superior), en las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires.

Estos depósitos son considerados como ortoconglomerados (La Lola y Bravard) y paraconglomerados (Sauce Grande), reconociéndose la naturaleza cuarzosa de los primeros y cuarzo-feldespática de los segundos. La deformación tectónica observada varía en sus características, según la intensidad de la misma y la competencia de las sedimentitas afectadas y ha modificado parcialmente la fábrica sedimentaria, especialmente en los conglomerados de La Lola y Bravard.

Como complemento, se analizan la génesis, condiciones ambientales y, en el caso de Sauce Grande, la procedencia del material lítico.

Se señala además la posible existencia de una discordancia angular entre el grupo eodevónico de Lolén y la serie de Sauce Grande, y se sugiere la unión de la serie de Piedra Azul con la de Sauce Grande.

ABSTRACT

This paper deals with essential mineralogical composition and fabric of the psephitic rocks which partially make up the La Lola (Silurian) and Bravard (Eodevonian) Groups and the Sauce Grande Series (Upper Carboniferous), all in the Sierra de la Ventana range in southern Buenos Aires Province.

The La Lola and Bravard psephites are shown to be orthoconglomerates on the basis of their quartzose nature, whilst the Sauce Grande ones, on the main quartz-felspathic, are classified as paraconglomerates. Depending on the intensity of deformation and competence of the sediments, the tectonic deformation has partially altered the original deposition fabric and imposed a grain orientation, specially in the La Lola and Bravard conglomerates.

The study also includes provenance of lithic fragments (Sauce Grande Series), environmental conditions and genesis of the rocks.

The presence of a probable angular unconformity between the Lolén Group (Eodevonian) and Sauce Grande Series is mentioned, and the reunion of the Piedra Azul Series to Sauce Grande is suggested.

INTRODUCCION

Las tareas de campo, motivo de la presente contribución, se han realizado en diversos meses de los años 1963 a 1965, y forman parte de un programa de investigaciones geológicas y petrográficas en las Sierras Australes bonaerenses, preparado por el Departamento de Geología de la Comisión de Investigación Científica de la provincia de Buenos Aires, a cuyas autoridades agradezco la confianza y atenciones dispensadas al contratarme para la realización del estudio cuyos resultados se vierten en el presente trabajo.

Las psefitas paleozoicas de las Sierras Australes, cuyos caracteres regionales —extensión, potencia y litoiogía— datan de los trabajos de Schiller (1930) y especialmente Harrington (1947), no son bien conocidas en lo que a su carácter petrográfico se refiere. Precisamente por ello, y con miras a llenar un hueco en nuestra información sobre estas sedimentitas, es que encaré el presente trabajo de revisión y catalogación.

Por lo tanto, he abarcado el estudio de los conglomerados de los Grupos de La Lola y Bravard, y de la Serie de Sauce Grande, según se muestra en el cuadro I, con sus relaciones estratigráficas.

CUADRO I

Serie de Curamalal	Grupo de La Lola	Silúrico
Serie de Ventana	Grupo de Bravard	Eodevónico
Sistema de Pillahuinco	Serie de Sauce Grande	Carbónico sup.

Estas formaciones sedimentarias se hallan en zonas de fácil acceso por la ruta provincial N° 76 o por caminos vecinales de tránsito aceptable; su ubicación puede observarse en el mapa general (lámina I).

Los materiales descriptos, reunidos durante las campañas antes mencionadas, pertenecen a la colección del Departamento de Geología del C.I.C. y han sido estudiados en el laboratorio de Petrografía de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. La tarea, además del análisis microscópico de 30 cortes delgados, comprendió el estudio textural de aproximadamente 400 fenoclastos de los conglomerados de La Lola y de Sauce Grande, correspondiendo un tercio al primero. Dada la intensa deformación que presentan los fenoclastos del conglomerado de Bravard, no se ha intentado su reconocimiento textural.

Finalmente, agradezco al doctor M. E. Teruggi sus oportunas indicaciones y sobre todo, el haberme permitido utilizar los laboratorios de Petrografía de la Facultad. Asimismo debo destacar la colaboración prestada por los señores T. A. Subieta, C. García, E. Borelli, N. Rodríguez Alvarez, A. Sardina, G. Ibáñez y H. Bitesnik, quienes me han acompañado durante las distintas campañas.

I

EL CONGLOMERADO BASAL DE LA LOLA

Investigaciones anteriores. La primera referencia corresponde a Schiller (1930), quien reconoció la naturaleza cuarcítica de los

fenoclastos y señaló la fuerte deformación tectónica que los había afectado. Con posterioridad, Rayces (1942) describió los caracteres principales de los depósitos psefiticos, pero sin mencionar su composición mineralógica. Tampoco lo hizo Harrington en su labor preliminar de 1942, ni en la fundamental obra de 1947, donde amplió y completó el conocimiento de estas sedimentitas modificadas por tectónica. Más recientemente, en el detallado análisis de la petro-fábrica del conglomerado, Cucchi (1962) incluye breves descripciones de sus fenoclastos.

Descripción general. La Serie silúrica de Curamalal, con un espesor de unos 1.200 metros de sedimentitas cuarcíticas, comienza con un conglomerado de 50 metros de potencia (Rayces, 1942, le asigna 65 metros) que constituye la mitad inferior del Grupo de La Lola (Harrington, 1942 y 1947). Le sigue hacia arriba una sucesión de cuarcitas de grano grueso (sección media) a fino (sección superior) donde aparecen delgadas intercalaciones de "areniscas arcillosas esquistosas" (Harrington, 1942).

El conglomerado de La Lola representa el sedimento más antiguo de cuantos afloran en las Sierras Australes. Según Cucchi (1962) los afloramientos se distribuyen en tres grupos: dos fajas que se disponen, con rumbo Norte-Sur, en los cerros San Mario y del Corral, mientras que el tercer grupo ciñe el cerro Pan de Azúcar en forma de herradura abierta al Sudeste.

La mayor parte de las observaciones han sido efectuadas en el cerro Pan de Azúcar, pues es allí donde el depósito psefítico se halla menos afectado por los fenómenos tectónicos y mantiene aún caracteres sedimentarios originales.

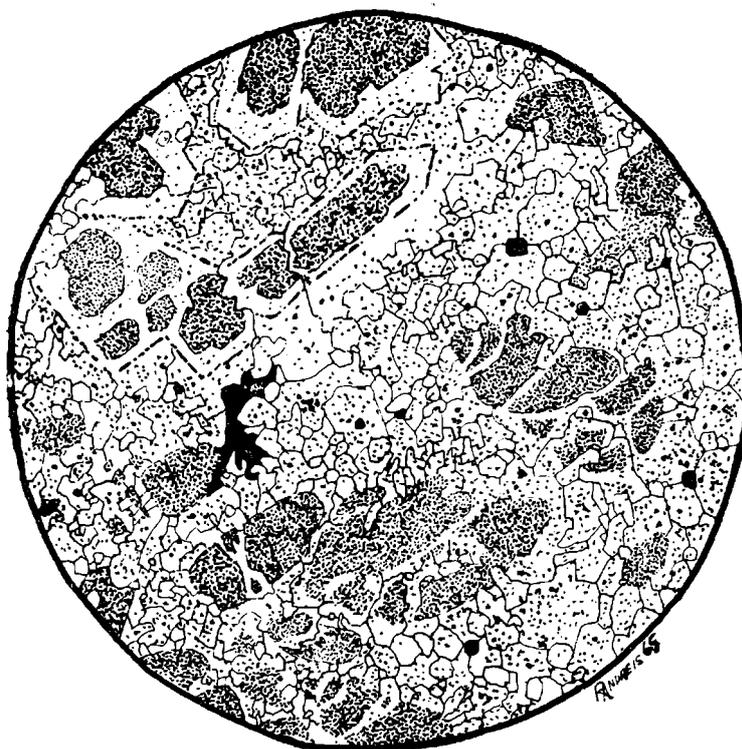
En la porción inferior del conglomerado los rodados son muy abundantes y relativamente grandes (hasta 50 cm.), variando su concentración en un mismo banco; se advierte asimismo que la proporción de los mismos disminuye hacia niveles estratigráficamente más altos (Rayces, 1942). Por otra parte es frecuente, como lo mencionara Harrington (1947), que en las secciones medio-superiores se observe una alternancia de bancos libres de rodados o muy escasos y pequeños (hasta 5 cm.), y camadas con abundantes fenoclastos, no existiendo un límite definido por planos de estratificación. La potencia de los bancos oscila entre 1 y 5 metros, pero por lo general, el valor promedio alcanza a 3 metros (Rayces, 1942).

Si bien el conglomerado carece, al menos aparentemente, de estructuras sedimentarias primarias, en algunos bancos psamíticos intercalados de desarrollo lenticular, más raramente tabular, aparecen estructuras de corriente consideradas por Harrington (1947) como de tipo subácueo. Las láminas o capas que constituyen la estructura interna corresponderían, por su disposición, al modelo definido por Teruggi (1964) como tangencial simple, en la descripción de las paleocorrientes de la Serie de la Tinta (Sierras septentrionales bonaerenses).

La deformación de las psefitas, más intensa en los cerros San Mario y del Corral, les confiere un decidido aspecto metamórfico.

Litología. El conglomerado está compuesto principalmente por rodados de cuarcitas, cuarzo de vena (lechoso) y esquistos pelíticos

gris blanquecinos, en la proporción de 94, 4 y 2 por ciento respectivamente. No se han encontrado rodados de pórfido cuarífero ni de pizarras oscuras (Rayces, 1942; Harrington, 1947 y Cucchi, 1962). Algunos rodados de aspecto pizarreño han resultado ser metacuarcitas de grano fino y color negro debido a la presencia de "neomagnetita" (ver composición mineralógica). Asimismo, si bien en los afloramientos recorridos no se ha podido hallar un solo rodado del granito deformado sobre el cual yace el potente depósito pefítico, en algunos niveles en el cerro Pan de Azúcar se han encontrado escasos rodados rojizos de aspecto ftanítico que hemos clasificado provisoriamente como *milonita de granito* (fig. 1) por su estructura, no así por su composición mineralógica, esencialmente cuarzo y hematita (determinado por análisis de rayos X en el laboratorio del L.E.M.I.T.).



1000 μ

Fig. 1. — Grupo La Lola. Muestra C.I.C. 186: MILONITA DE GRANITO. Fenoclastos del conglomerado basal, de aspecto ftanítico y color rojo subido. En la base xenoblástica cuarzosa se observan individuos rotos y desplazados que se suponen corresponden a feldespatos por su extinción más lenta en relación al cuarzo. El punteado fino es de hematita. En algunas porciones de la preparación se observan crecimientos secundarios de cuarzo sobre un núcleo de feldespato?

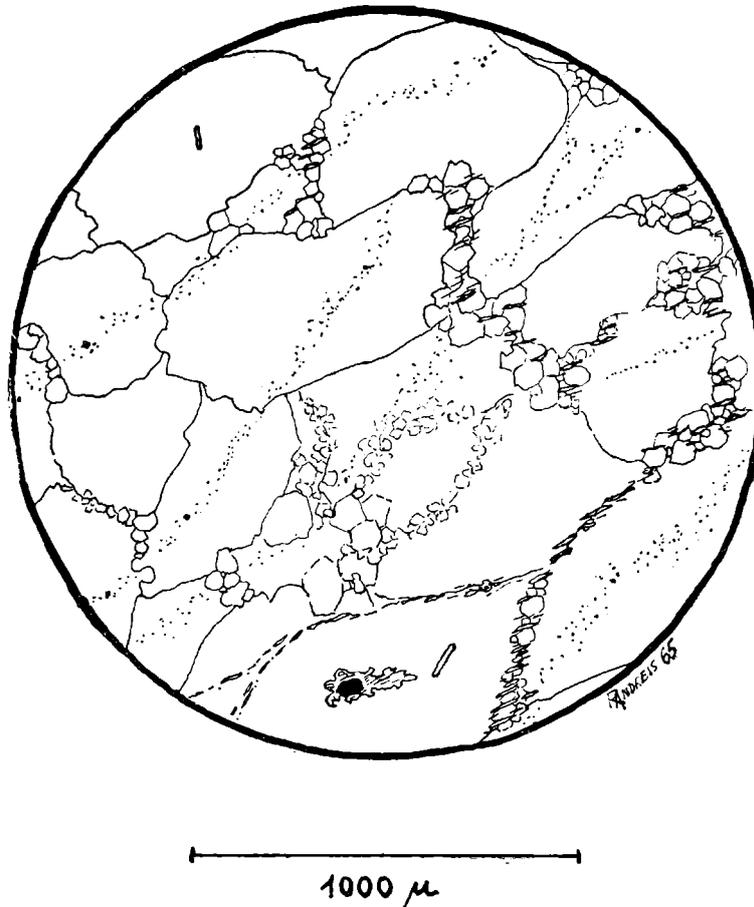


Fig. 2. — Grupo de La Lola. Muestra C.I.C. 183. CUARCITA. Fenoclasto del conglomerado basal, de color rosado, mostrando una típica textura granoblástica y suturas de presión en los bordes de los individuos de cuarzo. La sericita se halla preferentemente orientadas en una dirección, rodeando los granos.

Por efectos del metamorfismo dinámico —en particular en los cerros San Maric y del Corral— los rodados han sido deformados hasta alcanzar complicadas formas, en tanto que la matriz arenosa se halla transformada en un “semiesquisto” de aspecto satinado, con crecimiento de sericita en los planos de esquistosidad, especialmente en las áreas de máxima deformación.

Bajo el microscopio, los rodados de cuarcitas aparecen formados casi exclusivamente por cuarzo (véase figuras 2 y 3). En efecto, es muy bajo el contenido de micas (muscovita), sericita y accesorios; la única excepción la constituyen las variedades negras de cuarcitas (de grano fino), en las que la magnetita “neocristalizada” puede encontrarse en proporciones de hasta un 20 % (fig. 3).

Los individuos de cuarzo que componen los fenoclastos están comunmente alargados en dirección del eje mayor de éstos, “reproduciendo la forma de los mismos” (Cucchi, 1962) y formando un:

mosaico de formas irregulares que han obliterado toda traza de textura clástica. Es frecuente hallar en los cortes delgados, como ya lo mencionara Cucchi (1962), individuos con límites suturales, megacristales con extinción ondulante o en "franjas", señales de fracturación y láminas de Boehm.

A pesar que los rodados de cuarcitas presentan una composición mineralógica muy constante, hemos podido reconocer —tal como lo hiciera Rayces (1942), aunque sin especificar sus proporciones relativas— varios tipos basándonos exclusivamente en su color en superficie fresca. La tabla I reúne observaciones efectuadas sobre 500 rodados.

TABLA I

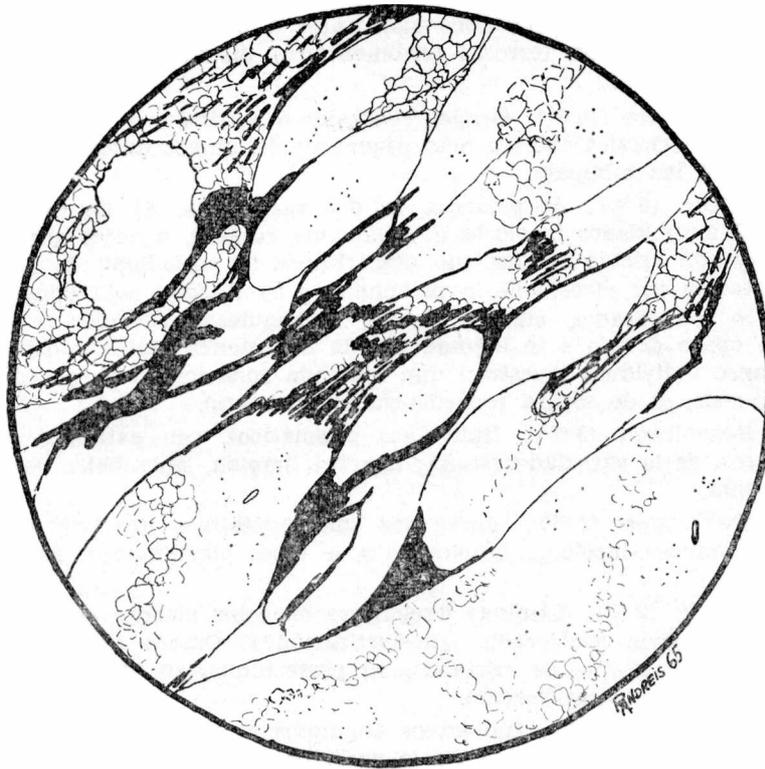
Color del rodado	Frecuencia
Tonalidades de rosado	30 %
Tonalidades de gris	26 %
Blanco amarillento	14 %
Rosado grisáceo	9 %
Blanco puro	8 %
Blanco rosado	4 %
Negro	4 %
Gris moteado de borravino	3 %
Amarillo pálido moteado de negro	1 %
Rojo oscuro (1)	1 %

(1) Corresponde a rodados de aspecto fanítico.

La matriz consiste esencialmente de cuarzo (metamórfico y sedimentario), con proporciones variables de sericita y hematita (o goethita) y escasísimos accesorios.

En contraste con la textura metamórfica de los rodados, la matriz psamítica conserva relictos de la textura clástica primitiva, representados por granos de cuarzo, carácter que ya había sido observado por Cucchi (1962). La mayor parte de los granos cuarzosos derivan de cristales individuales y muestran signos de deformación; otras veces han recrystalizado para formar un mosaico de varios granos no deformados, lo que indica claramente un fenómeno de crecimiento postectónico a expensas de otros individuos menos favorecidos.

Para extraer los minerales pesados, se molieron varias muestras provenientes del cerro Pan de Azúcar (corresponden a la matriz del conglomerado y a las porciones psamíticas libres de rodados). A tal efecto, previa trituración con una chancadora, se sometió las muestras a la acción del molino a bolas hasta obtener fracciones de tamaño cercano a 125 micrones. Una vez efectuada la separación bromoformica de minerales pesados y livianos, se comprobó que aquellos conforman un porcentaje muy escaso en todas las muestras, aproximadamente el 0,1 % del total. Por su parte los minerales livianos (99,9 %) comprenden granos de cuarzo, fragmentos de cuarcitas y restos de agregados cuarzo-sericíticos (a veces hematíticos), en proporciones de 75, 15 y 10 por ciento respectivamente, considerando estas cifras como valores promedio de las muestras examinadas.



200 μ

Fig. 3. — Grupo de La Lola. Muestra C.I.C. 162: CUARCITA. Fenoclastos del conglomerado basal, de color negro, compuesto de cuarzo estirado (formas ovales), con fenómenos de crecimiento postectónico. Es notable la presencia de abundante magnetita "nco cristalizada" que se dispone entre los granos acompañada de regular proporción de sericita.

En la tabla II, con porcentajes recalculados al 100 %, hemos indicado brevemente los caracteres más notables de cada uno de los minerales pesados hallados, a lo que se agrega --en algunos casos-- su génesis.

TABLA II

Minerales pesados

Granate (20 %). Distribuido en tres variedades: rosa pálido, hasta rosado (24 %), incoloro (3 %) y amarillo verdoso pálido (2 %). En todos los casos se presenta como fragmentos angulosos, sin señales de alteración.

Hematita y goethita (24 %). Pequeñas laminillas de color amarillento, ligeramente rojizo hasta rojo oscuro (casi opaco). Parece corresponder a un producto de recristalización de un pigmento ferruginoso de la matriz arcillosa primitiva, ahora transformada en un agregado cuarzo-sericitico.

Magnetita (18 %). Recristalizada, raramente clástica, aparece como pequeños individuos subedrales a euedrales (metamórficos) o como masas terrosas (sedimentario) distribuidos en la matriz modificada.

Calcopirita (10 %). Granos euedrales o anedrales o como agregados de cristales cúbicos más pequeños; en ambos casos de color bronce a luz reflejada.

Zircon (6 %). Se presenta en dos variedades: a) Como prismas bipiramidados incoloros o débilmente rosados, a veces quebrados y con aristas agudas (no descartamos la posibilidad de fragmentación por efectos de la molienda) y b) Prismas subredondeados o redondeados, más raramente subangulosos, de color rosado casi opaco debido a la abundancia de inclusiones indeterminables; algunos individuos muestran una marcada zonación. Esta variedad, al menos, es de segura procedencia sedimentaria.

Hornblenda (3 %). Individuos prismáticos, con extremos angulosos, de la variedad castaña; aparece límpida, sin señales de alteración.

Carbonatos (3 %). Agregados microcristalinos (calcita) o como rombos incoloros (¿dolomita?) a veces pigmentados por hematita.

Biotita (2 %). Láminas irregulares de color marrón rojizo pálido, en parte decolorada (¿desferrización?). Carece de inclusiones. Probablemente de cristalización postectónica en planos de esquistosidad y estratificación.

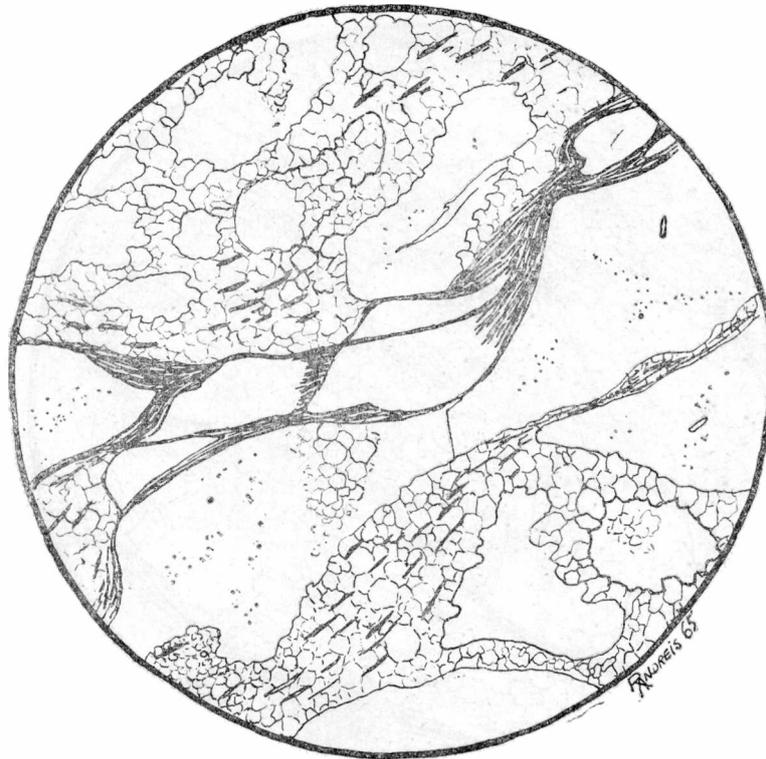
Turmalina (2 %). Individuos angulosos a subangulosos, de hábito prismático; corresponde a la variedad castaña y presenta borde ligeramente verdoso.

Britina (2 %). Exclusivamente como granos muy irregulares angulosos, incoloros, con escasas inclusiones opacas.

Apatita (1 %). Prisma con extremos redondeados, de color ligeramente grisáceo.

Siguiendo el criterio composicional utilizado al estudiar la petrografía de las sedimentitas modificadas del grupo eodevónico de Lolén (Andreis, 1964) en la clasificación sistemática de las "areniscas" (Harrington, 1947) que constituyen la matriz de los depósitos pséfiticos, hemos adoptado el esquema propuesto por Pettijohn (1957). A pesar que este esquema no puede ser aplicado con exactitud en nuestras rocas, pues generalmente es utilizado "en sedimentitas en las que los procesos de recristalización son poco evidentes" (Andreis, 1964), parece reflejar con suficiente fidelidad la naturaleza petrográfica en relación con los caracteres macroscópicos que presentan.

De acuerdo con las proporciones relativas de cuarzo, fragmentos de cuarcitas y matriz arcillosa recristalizada y, según la sistemática propuesta por Pettijohn (1957), las muestras pueden definirse como *protocuarcitas* (Fig. 4); la disminución en el contenido de clastos cuarcíticos en las muestras provenientes de las bandas de rodados, menos frecuentemente de matriz cuarzo-sericitica, indicaría la presencia de términos transicionales hacia las *ortocuarcitas* (Fig. 5).

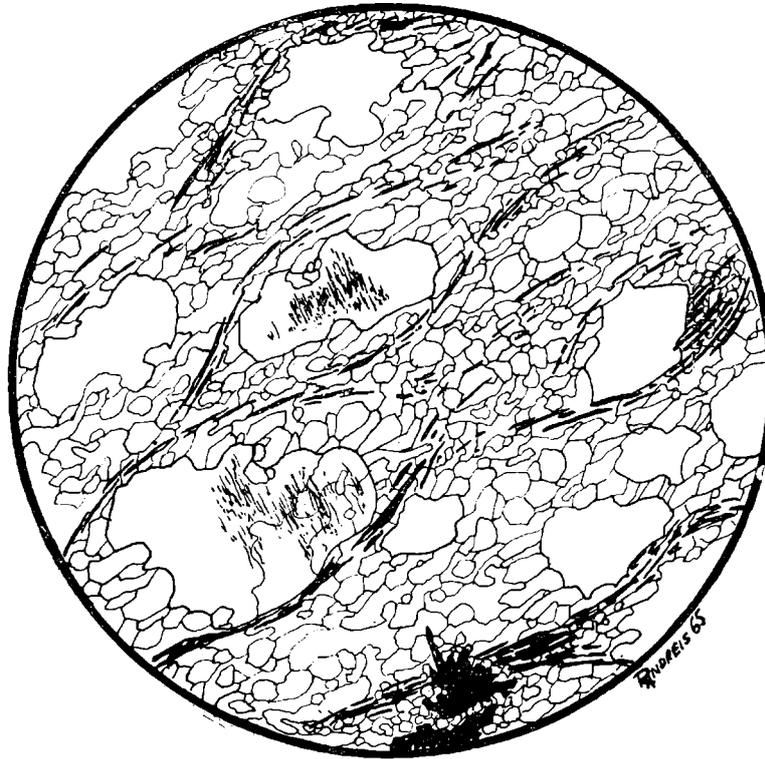


1000 μ .

Fig. 4. — Grupo de La Lola. Muestra C.I.C. 198: PROTOCUARCITA. Matriz del conglomerado basal. Individuos de cuarzo con evidencias de crecimiento postectónico, dispuestos en una base de cuarzo xenoblástico con laminillas de sericita.

Texturas y estructuras. El área cubierta por los depósitos psefiticos que integran el Grupo de La Lola ha sido objeto, en los últimos quince años, de investigaciones parciales sobre las características texturales y de orientación de los rodados que lo integran. En general, todos los geólogos que han recorrido la zona, están de acuerdo en señalar las marcadas diferencias en la intensidad de los fenómenos deformantes, entre los afloramientos de los cerros San Mario y del Corral y los del cerro Pan de Azúcar.

Como lo señalara Cucchi (1962), en los cerros San Mario y del Corral, la deformación a que han sido sometidos los rodados, más marcada que en el cerro Pan de Azúcar, ha dado lugar a las más diversas formas; según este autor "los hay con respecto de husos alargados (Fig. 6) o cigarros; elipsoides con distinto grado de achatamiento; alabeados o torsionados con el aspecto de dos o más rodados que hubieran sido soldados entre sí. Algunos recuerdan a palas de remos". En las áreas a que nos hemos referido, los rodados muestran una relación largo ancho oscilante entre 2:1 y 5:1, lle-



200 μ

Fig. 5. -- Grupo de La Lola. Muestra C.I.C. 195: ORTOCUARCITA. Bandas cuarcíticas libres de rodados. Corresponde al tipo definido por Kilmurray (1965) como heterogéneo. Obsérvese las folias de sericita limitando individuos de cuarzo lenticular, parcialmente modificados.

gando a alcanzar valores cercanos a 8:1; las secciones perpendiculares al eje mayor son elípticas, menos comúnmente subcirculares o circulares, carácter que también reconoce Cucchi (1962).

En el cerro Pan de Azúcar los rodados pueden ser redondeados y lisos, o presentar superficies estriadas o con espejos de fricción como resultados de movimientos internos ocurridos durante los fenómenos deformantes. Este segundo aspecto es muy común en los rodados muy deformados hallados en los cerros San Mario y del Corral.

De acuerdo con las mediciones efectuadas sobre 200 fenoclastos provenientes del cerro Pan de Azúcar hemos reconocido cinco formas bien definidas que denominaremos *ovoidales* (50%), *discoidales con caras planas* (20%), *discoidales plano-convexos* (19%) y *prismáticos* de sección casi circular (6%) o triangular (5%). Aunque no se ha tratado de determinar las formas que presentan los ro-

dados en relación a la deformación que han soportado, sospechamos que la baja esfericidad observada puede deberse, al menos en parte, a un carácter heredado de la forma primitiva (deposicional) de los fenoclastos.



Fig. 6. — Grupo de La Lola. Detalle de la estructura del conglomerado basal. Area del cerro del Corral.

En lo que se refiere al tamaño, las dimensiones de los rodados varían desde granos pequeños del tamaño de una avellana, hasta bloques no mayores de 50 cm. de diámetro, siendo el tamaño más frecuente oscilante entre 10 y 15 cm. (Harrington, 1947; corroborado por el autor).

Si bien la fábrica deposicional de los rodados ha sido modificada en grado variable por dinamotamorfismo, la distribución y orientación advertida en los afloramientos del cerro Pan de Azúcar, pa-

rece sugerir que esta modificación no ha perturbado notablemente la fábrica sedimentaria primitiva. Cucchi (1962) basándose en los resultados de los análisis petrofábricos, considera esta posibilidad poco probable.

Color del conglomerado. Harrington (1947) refiere que "los conglomerados han tenido originariamente color gris blanquecino", pero que "se encuentran hoy secundariamente pigmentados (por limonita, hematita y/o goethita, según nuestras determinaciones), variando sus tonalidades entre el rosado, pardo rojizo y rojo intenso". Esto es en gran parte cierto, pero no debemos olvidar la relativa alta proporción de rodados de cuarcitas con matices rosados que han sido hallados en los distintos afloramientos —complexivamente tomados reúnen casi el 50 % de los fenoclastos— y que seguramente han contribuido en forma notable a la coloración del depósito psefitico.

Clasificación. El conglomerado de La Lola, más correctamente metaconglomerado por las acciones dinamometamórficas que ha soportado, corresponde al tipo definido por Pettijohn (1957) como *ortoconglomerado oligomictico*, aunque la presencia de una matriz arenosa de naturaleza protocuarcítica sugiera una débil tendencia hacia variedades más "sucias" (paraconglomerado del mismo autor). El hecho que la matriz sea submadura frente a un sedimento con elevada madurez textural y composicional, integrado esencialmente por rodados de cuarcitas y cuarzo, no es casual, puesto que una grava alcanza madurez mucho más rápidamente que una arena en las mismas condiciones ambientales (Pettijohn, 1957). Al respecto, en la literatura geológica se han citado varios ejemplos, entre ellos el de la formación mississippiana de Pocono en Estados Unidos (rodados de cuarcitas en matriz protocuarcítica y subgrauváquica) o el conglomerado precámbrico (Lorrain) en Ontario (Canadá) formados exclusivamente por fenoclastos bien redondeados de cuarzo de vena, cuarcitas y ftanitas embebidos en una matriz de tipo subarcósico (Pettijohn, 1957).

Metamorfismo. Sobre la base que han suministrado los hechos observados en el terreno y del estudio de las secciones delgadas puede inferirse que las tres etapas que caracterizan los procesos metamórficos descriptos para el grupo de Lolén (Andreis, 1964), pueden aplicarse a las sedimentitas que constituyen el conglomerado de La Lola.

Estos serían cristalización sintectónica (formación del clivaje de flujo, recristalización de la matriz arcillosa primitiva en un agregado cuarzo sericitico y orientación preferencial de minerales de hábito laminar), cristalización postectónica (crecimiento de cuarzo granoblástico y de pequeñas láminas de biotita en los planos de esquistosidad) y deformación postcristalina (fenómenos cataclásticos reflejos de movimientos Andinos). Fenómenos similares han sido observados por Kilmurray (1965) en las psamitas deformadas que integran la Serie de Curamalal.

Ambiente de depositación. Primero Schiller (1930) y luego Rayces (1942) y Harrington (1947) han considerado al conglomerado de La Lola como de tipo basal, depositado durante la transgresión ocu-

rrida durante el periodo cámbrico. Según uno de los autores (Rayces, 1942) la uniformidad de las estructuras internas de corriente "ejemplificarían un depósito de zona nerítica".

La ausencia de rodados de rocas del Basamento cristalino, dejando de lado las dudosas cataclasitas silicificadas descritas precedentemente (ver Fig. 5), plantea el problema de la fuente del material e incluso el de la consideración del conglomerado como un verdadero conglomerado basal. Probablemente, como lo supone Harrington (en Rayces, 1942), se trate de un depósito ubicado sobre una penillanura labrada anteriormente en granito, originándose así una "llanura de nivel de base", posteriormente invadida por el mar. Descarto la posibilidad sugerida por Cucchi (1962) que "parte de los rodados, si no todos, prevengan de vetas de cuarzo del Basamento que luego fueron metamorfizados en cuarcitas", principalmente porque tal modificación sólo puede ocurrir en forma restringida dentro del espesor de los depósitos psefiticos en las áreas más deformadas. En el cerro Pan de Azúcar los rodados estudiados son de típicas metacuarcitas con textura granoblástica más o menos evidente.

II

EL CONGLOMERADO DE BRAVARD

Investigaciones anteriores. La primera referencia corresponde a Schiller (1930), quien al describir las sedimentitas aflorantes en el área del cerro Trocadero y de la estancia homónima, señala la presencia de areniscas conglomerádicas y conglomerados finos muy deformados que por su posición estratigráfica, se ubican en la porción inferior del grupo de Bravard. Más tarde, Harrington (1941, 1947) aporta nuevos datos que amplían el conocimiento y las relaciones de estas psefitas con las demás sedimentitas asociadas.

Descripción general. El grupo de Bravard está formado, según Harrington (1947) por unos 200 a 250 metros de cuarcitas de grano grueso hasta conglomerádicas, a menudo pasando a conglomerados finos. Intercalados entre estas cuarcitas y principalmente en las porciones basales, se encuentran lentes y blancos delgados de verdaderos conglomerados que, por lo general, no alcanzan a dos metros de potencia, valor que coincide con las observaciones de Harrington (1941, 1947). Este autor refiere (Harrington, 1941) la presencia de estructuras entrecruzadas.

Estos depósitos conglomerádicos afloran con preferencia a lo largo del contacto Hinojo-Bravard. La extensa cubierta cuaternaria que cubre la mayor parte del área citada, imposibilita la observación de las psefitas en otras zonas.

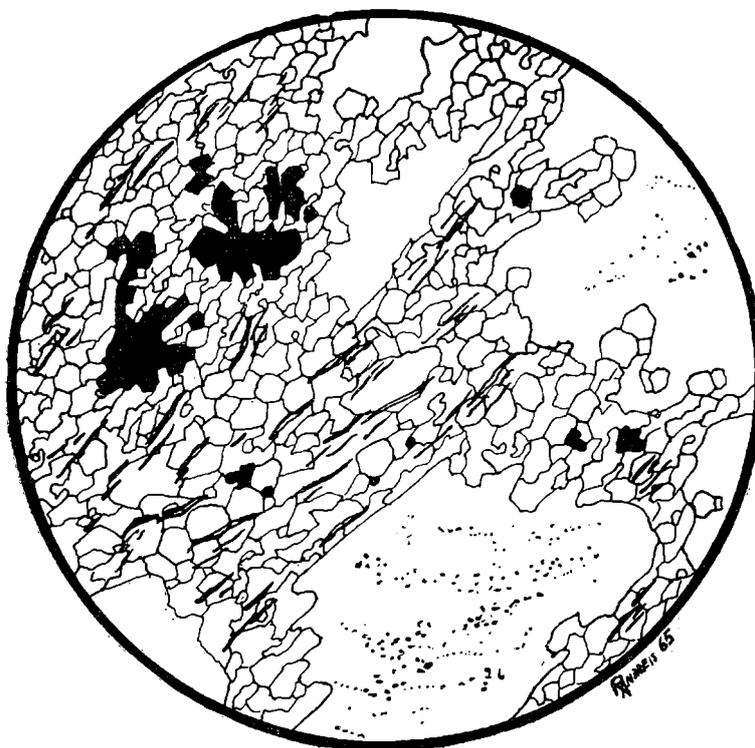
El área recorrida comprende las inmediaciones del Abra del Chaco y secciones occidental-noroccidental del cerro de la Providencia. Se agregan asimismo observaciones sobre muestras recogidas por Schiller en la zona de la estancia y cerro Trocadero y depositadas en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

Litología. Los fenoclastos son, sin excepción, de cuarzo lechoso y de cuarcitas de variado color, pudiendo reconocerse (Harrington, 1947) las típicas cuarcitas del grupo de Mascota (rosa pálido, deno-

minadas "flor de durazno"), las "areniscas conglomerádicas" del grupo de La Lola y finalmente otras idénticas a las cuarcitas del grupo de Trocadero (grises, rojizas y amarillentas).

En los afloramientos observados sólo hemos encontrado cuarcitas de grano grueso a muy grueso que contienen rodados más o menos dispersos y aplastados de cuarzo y de cuarcitas amarillentas a rojizas del tamaño de una nuez (carácter que Harrington considera típico para el grupo de Bravard). No obstante las minuciosas observaciones, no se han hallado rodados mayores, de hasta 30 cm. de diámetro, a los que alude Harrington (1947) (en el área del cerro del Trocadero), aunque no dudamos de su existencia en otras zonas del grupo examinado.

La intensa deformación sufrida por las sedimentitas cuarzosas las ha transformado en semiesquistos, que presentan brillo satinado debido al crecimiento de sericita en los planos de esquistosidad.



200 μ

Fig. 7. — Grupo de Bravard. Muestra C.I.C. 199: ORTOCUARCITA. Tipo heterogéneo (según Kilmurray, 1965). Detalle del pavimento xenoblástico de cuarzo, conteniendo magnetita cuedral (metamórfica) y laminillas de sericita. Los individuos de cuarzo muestran evidencias de crecimiento postectónico.



Fig. 8. — Grupo de Bravard. Muestra C.I.C. 200: ORTOCUARCITAS. Tipo homogéneo (Kilmurray, 1965) caracterizado por el escaso contenido (a veces algo más marcado) en material granulado (matriz recrystalizada) y preferentemente por el alargamiento de los clastos siguiendo la esquistosidad. Obsérvese las inclusiones fluidas de disposición subparalela que atraviesan la preparación. La sericita se halla parcialmente pigmentada por goethita (negro).

Al microscopio pueden advertirse algunos indicios de la textura clástica primitiva, que no ha sido totalmente borrada por los frecuentes fenómenos de crecimiento postectónico observados en cortes delgados. Por lo común estas modificaciones afectan las porciones limitrofes entre los fenoclastos mayores de 1 cm. y la matriz cuarzo sericítica, observándose en algunas preparaciones un mosaico cuarzoso (Fig. 7) en el que se destacan fragmentos mayores (Fig. 8). En algunas muestras provenientes de los niveles psamíticos gruesos se ha determinado (Fig. 9) suficientes evidencias de texturas cataclásticas combinadas con procesos de cristalización postectónica.

Con respecto a la composición mineralógica de las sedimentitas de Bravard, en general puede considerársela esencialmente cuarzosa (cuarzo metamórfico y sedimentario) con proporciones variables de sericita y hematita (y goethita), vale decir serían *ortocuarcitas*.

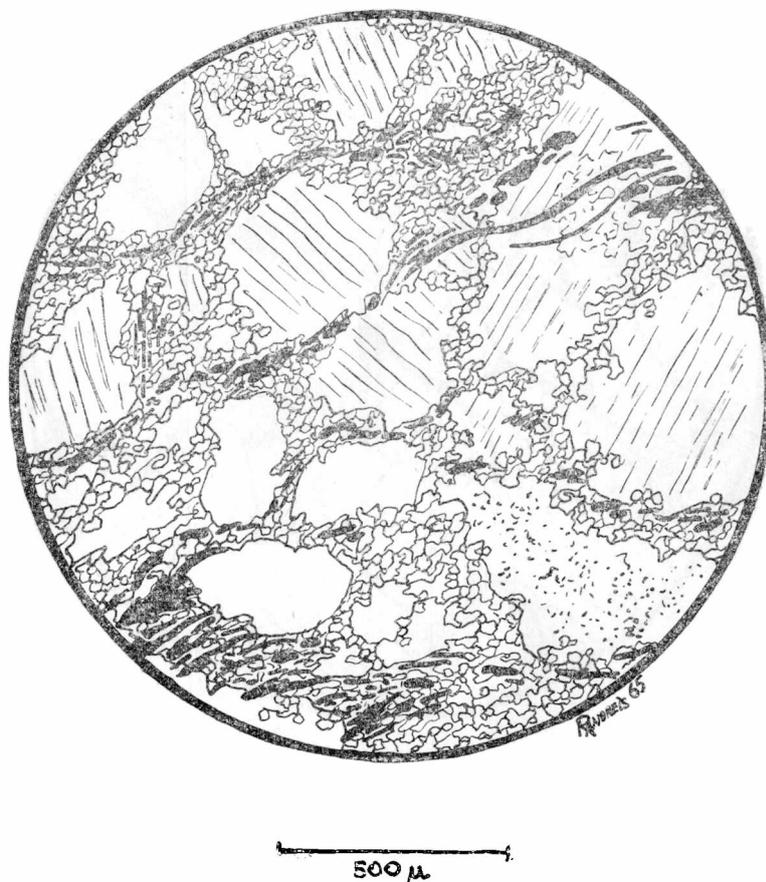


Fig. 9. — Grupo de Bravard. Muestra F.C.N. 6578 (Campo del Trocadero, col. Schiller) CATACLASITA DE ORTOCUARCITA. Tipo heterogéneo (según Kilmurray, 1965). Granos equidimensionales en una pasta recrystalizada en forma de mosaico xenoblástico que contiene laminillas de sericita en forma de folias que, en parte limitan los individuos de cuarzo. Frecuentemente esta sericita se halla pigmentada por goethita (negro).

Aunque no hemos analizado el contenido de minerales pesados, de acuerdo con los datos aportados por Crotti (1942) en su estudio petrográfico de sedimentitas de distintas porciones de las sierras australes, las cuarcitas basales de la Serie de la Ventana contienen exiguas cantidades (1% en conjunto) de zircón, epidoto, leucoxeno, magnetita (probablemente metamórfica como la hematita) y variedades castaña y verde de turmalina.

Color del conglomerado. Los colores predominantes son el rojo ladrillo, rojo pardo, rojo rosado, rosado y pardo amarillento (Harrington, 1947). El examen microscópico ha revelado que mezclas en proporciones variables, de hematita y goethita, son las causantes de las distintas tonalidades observadas en los afloramientos. Ambos minerales aparecen como pequeños individuos o agregados de individuos anedrales incluidos en la matriz cuarzo-sericítica.

Clasificación. De acuerdo con el criterio de Pettijohn (1957) y por las similitudes composicionales y texturales con el conglomerado de La Lola, las psefitas basales del grupo de Bravard también son consideradas como *ortoconglomerados oligomicticos*.

Metamorfismo. Igual que para el resto de las sedimentitas ortocuarcíticas de las Series de Curamalal y Ventana.

Ambiente de depositación. Harrington (1947) señala que la Serie de Ventana "se dispone transgresivamente sobre la de Curamalal" y comienza con sedimentos psefíticos que "pueden considerarse como verdaderos conglomerados basales". Las evidencias de campo no son suficientes para confirmar o negar esta posibilidad, pero en nuestra opinión aparentemente se trataría, al menos en las áreas citadas precedentemente, de depósitos psefíticos derivados de una mayor o menor remoción por corrientes litorales.

III

EL CONGLOMERADO DE SAUCE GRANDE

Investigaciones anteriores. La Primera referencia corresponde a Hauthal (1892), quien menciona unos depósitos conglomerádicos en el área comprendida entre el extremo occidental de las sierras de Pillahuincó y de Tunas y la margen derecha del río Sauce Grande, aunque sin precisar su origen. Este autor suponía (Hauthal, 1892, 1901), como otros investigadores de la época (Aguirre, 1383), que dicho conglomerado constituía la porción más antigua de las sierras mencionadas, por el aumento en la proporción de fragmentos cristalinos hacia el Este que indicaba con "bastante seguridad que el conglomerado reposa inmediatamente sobre el gneis" encontrado por Darwin (1876) al Oriente de la sierra de Pillahuincó y de cuya existencia no existen pruebas.

Es Keidel, en 1916, quien describe con mayor amplitud los depósitos psefíticos que observara en los cortes artificiales efectuados para el tendido de rieles del entonces Ferrocarril del Sud entre los Km. 523 y 535, en el tramo Pringles - Sierra de la Ventana. Reconoce para los mismos un origen glacial e incluye el análisis microscópico de algunas muestras de matriz arenosa del "Conglomerado del valle del río Sauce Grande". Poco después, Coleman (1918) vuelve a describir las sedimentitas glaciales reconocidas por Keidel a lo largo del arroyo del Negro paralelas a las vías férreas, y las compara con similares del estado brasileño de San Pablo.

Keidel (1922) examina nuevamente los depósitos tillíticos señalando las características esenciales del glaciario local en relación a otras áreas glaciadas del vasto continente gondwánico.

El potente conjunto de sedimentitas aflorantes en las sierras de Pillahuincó y de las Tunas fue estudiado por Du Toit, cuyo trabajo publicado en 1927, constituye un hito en el conocimiento de la sucesión glacial de las Sierras Australes. En él se han compilado todos los datos conocidos hasta entonces, que se analizan y comparan con otras formaciones sudamericanas y sudafricanas, estableciéndose importantes correlaciones.

Harrington (1934) realizó un estudio muy completo del conjunto de estratos de denominó "Serie de Pillahuincó", reconociendo en

la sección inferior el "Grupo glacial de Sauce Grande" descrito precedentemente por Keidel y Du Toit. De este conglomerado Riggi (1935) describe brevemente los distintos tipos composicionales de fenoclastos incluidos.

Sobre la base de la labor de 1934, 1941 y 1942, Harrington inicia una compleja tarea de análisis y síntesis que finaliza con la importante contribución de 1947 —las Hojas Geológicas 33m y 34m, Sierras de Curamalal y de la Ventana— en la que al referirse al Grupo de Sauce Grande reconoce tres secciones, cada uno con sus caracteres litológicos propios.

Finalmente, debe destacarse la labor realizada por Suero (1957) que en sus numerosas campañas se ocupó de la porción ubicada al oriente de la localidad de Sierra de la Ventana, esencialmente la sierra de Pillahuincó, señalando además de las características del plegamiento local, diversos aspectos litológicos de la sucesión glacial de Sauce Grande.

Descripción general. Al referirse a la Serie de Sauce Grande, Harrington (1947) expresa: "...consiste en una sucesión de gruesos conglomerados, entre los que se intercalan areniscas más o menos silicificadas, esquistos cuarcíticos y esquistos arcillosos en bancos y lentes de importancia desigual, cuyo espesor total puede estimarse en unos 800 a 900 metros". Asimismo, separa la serie en tres secciones con sus caracteres propios, pero cuya distinción en el campo (al menos en las áreas estudiadas) no es fácil de efectuar; no obstante hemos creído conveniente mantener tal división como elementos de referencia de nuestras observaciones.

a) *Sección inferior.* Constituida por "unos 450 metros" (Harrington, 1947) de sedimentitas de aspecto tillítico y microtillítico que muestran marcada esquistosidad, un carácter heredado del intenso plegamiento que afecta la porción basal en contacto con el grupo eodevónico de Lolén. Se intercalan pocos bancos de psamitas de aspecto cuarcítico y limolitas lenticulares de reducida potencia (máximo 0,50 metros). Los conglomerados, que en general son considerados por textura y color como tillitas, tienen "abundante matriz de grano fino y son de color gris oscuro a gris verdoso oscuro" (Harrington, 1947). En las porciones basales las microtillitas suelen mostrar tonalidades más claras y brillo filítico característico.

Los fenoclastos de los conglomerados son de tamaño variable, llegando a medir 30 cm de diámetro, tamaño relativamente escaso en las porciones basales, donde son frecuentes pequeños (hasta 2 cm) subangulosos a subredondeados, de composición poligénica. Se ha observado en estos sectores frecuentes fenoclastos de aspecto ocráceo, reflejo de su composición limonítica. Además, sobre la ruta 76 y en el contacto con el Grupo de Lolén (eodevónico), aparecen en cantidades subordinadas fenoclastos redondeados de cuarcitas de hasta 10 cm. de diámetro.

b) *Sección media.* Comprende "250 metros... de potentes camadas de psamitas silicificadas muy tenaces, entre las que se intercalan espesos bancos (hasta 4 metros) de conglomerados regularmente estratificados macizos y compactos de color gris verdoso oscuro" (Harrington, 1947) predominante. Las psamitas son de grano fino y macizas, caracteres que les confieren un aspecto cuarcítico

típico; en general, muestran un color verde azulado hasta gris amarillento y se advierten señales poco marcadas de laminación diagonal de tipo planar.

Como ya lo mencionara Harrington (1947), en esta sección las psamitas pueden presentar un fino moteado blanquecino verdoso, que será un carácter prevaleciente en la Serie de Bonete, donde afloran numerosos bancos de "areniscas moteadas".

c) *Sección superior*. Integrada (Harrington, 1947) por psamitas y conglomerados "bien estratificados gris azulados a azul verdoso sucio", con una potencia total de 180 a 200 metros.

En este sector es frecuente la alternancia de sedimentitas de aspecto tillítico, de típicos conglomerados fluviales y psamitas a veces lenticulares, carácter que Du Toit (1927) asignó a la terminación y subsecuente renovación de la actividad glacial por considerar que el pasaje de un tipo litológico a otro representaba superficies de discontinuidad. Hacia las porciones superiores esta alternancia es reemplazada por fangolitas con rodados (según la definición de Pettijhon, 1957) de color verde oliva y conglomerados con fenoclastos subangulosos hasta bien redondeados y abundante matriz arenarcillosa verdosa a azul verdosa. A su vez estas sedimentitas pasan gradualmente a las psamitas y pelitas gris amarillentas a verdosas, raramente negro azuladas, que integran la porción inferior de la Serie de Piedra Azul, por disminución en la proporción y por dispersión de los fenoclastos como lo reconocieran Harrington (1947) y Suero (1957). El problema del límite entre las Series de Sauce Grande y Piedra Azul será expuesto más adelante (ver relaciones estructurales).

Finalmente, llama la atención en la porción superior de esta sección la intercalación de psamitas poco potentes (hasta 1 metro) de colores claros (verde oliva pálido, castaño amarillento claro), grano fino a mediano y aspecto de "areniscas" por su fractura irregular y condición ligeramente friable.

La tectónica que afectó la Serie de Sauce Grande no es tan complicada como la observada en las series eodevónicas, pudiendo reconocerse de un modo general (Harrington, 1947; Suero, 1956 y observaciones propias) que el plegamiento decrece en intensidad hacia el Este y los pliegues son de tipo asimétrico con plano axial inclinado hacia el Sudoeste sólo en la base del grupo, pues paulatinamente se hacen más suaves hasta llegar a ser simétricos y de gran amplitud. No hemos observado al Este de Abra del Pantanoso los "fuertes pliegues con charnelas punteagudas pero regularmente isoclinales" que describiera Riggi (1935).

Una estructura constante en las zonas recorridas es el intenso diaclasamiento regional de rumbo NNO-SSE, paralelo al rumbo de los pliegues, que afecta a todas las sedimentitas (incluyendo los fenoclastos de los niveles psefíticos) con variable intensidad según su granulometría. Estas diaclasas han sido consideradas por Suero (1957) como de "liberación".

Relaciones estructurales. Según lo expresara Harrington (1942), el contacto entre la serie de Sauce Grande y el grupo eodevónico de Loién puede ser examinado a lo largo de 40 kilómetros de afloramientos, en los cuales "los sedimentos glaciales yacen sobre el mis-

mo grupo litológico" del grupo de Lolén, representado por "areniscas esquistosas de color rojizo, con grandes hojuelas de mica amarilla" originadas por crecimiento postectónico (Andreis, 1964).

No obstante el hiatus que separa ambas entidades estratigráficas, debido al plegamiento concordante de las sedimentitas, no se ha observado ninguna señal de discordancia "a pesar de que el paso es brusco" (Du Toit, 1927). El cambio de "grauvaca" a la tillita fina verdosa oscura con pequeñas inclusiones a que alude Du Toit (1927), tiene lugar en pocos centímetros, con la presencia de algunos pequeños rodaditos ocasionales en la "grauvaca" de Lolén y trozos de areniscas esquistosas en la tillita. De un modo general nuestras observaciones han corroborado la presencia de pequeños fenoclastos psamíticos rojizos, de 1-2 cm. de diámetro en los términos superiores del Grupo de Lolén (sobre la ruta N° 76 en las cercanías del arroyo del Loro) y de fenoclastos cuarcíticos en Sauce Grande cuyos colores y composición mineralógica bien podría corresponder a elementos de Lolén incluidos en sedimentitas de aspecto tillítico.

Sobre la base de un minucioso examen en varias zonas del contacto Sauce Grande-Lolén (orilla izquierda del arroyo San Bernardo, ruta 76 en las inmediaciones del arroyo del Loro y al Oeste del Abra del Pantanoso), si bien no se tienen suficientes elementos de juicio para confirmarlo, se ha recogido la impresión que entre Sauce Grande y Lolén podría existir una discordancia angular poco marcada. No obstante que Harrington (1942) afirma que "el grupo de tillitas continentales yacen sobre el mismo grupo litológico de Lolén... de unos 30 a 40 metros de espesor, formado por areniscas esquistosas de color rojizo, con grande hojuelas de mica amarilla", particularidad observada en los arroyos San Bernardo y del Loro, este nivel guía no parece en el área del cordón Manbacher, al Oeste del Abra del Pantanoso (ver lam. I). Allí las sedimentitas glaciales yacen sobre psamitas macizas a algo esquistosas de color amarillento a castaño amarillento.

La posibilidad de que exista una discordancia angular —también sugerida por Keidel (1947)— ha de ser considerada con mucha cautela, principalmente por cuanto en la sección superior el autor (Andreis, 1964) advirtió un buen desarrollo de estructuras lenticulares, con cambios litofaciales y cromáticos en zonas relativamente cercanas.

Veamos ahora el pasaje Sauce Grande-Piedra Azul. Como mencionara precedentemente (pág. 27) no existe entre ambas series un límite definido. La opinión más generalizada es que la Serie de Piedra Azul comienza allí donde los conglomerados glaci-fluviales o glaci-marinos, por pérdida y dispersión de fenoclastos, pasan a psamitas y limolitas (y fangolitas) azuladas que caracterizan ese grupo. Al respecto, Riggi (1935) considera que la superposición puede ser observada en el Abra Fea, en el corte del arroyo Atravesado. Sin embargo, en el sector Piscicultura-Cerro La Querencia (en especial en el valle del arroyo Piedra Azul) y en el área del cerro del Chanchó (Abra del Pantanoso), aparecen camadas de rodados (a veces muy dispersos) relativamente grandes (hasta 12 cm. diámetro mayor) distribuidos en limolitas verde oliva a castaño verdosas o en psamitas azuladas que caracterizan

La porción inferior a media de la Serie de Piedra Azul en los sectores mencionados más arriba. Esta distribución de los elementos psefiticos, que también Suero reconociera oportunamente (comunicación personal, 1963) y la similitud en el aspecto megascópico entre la matriz de los conglomerados de Sauce Grande y las psamitas de Piedra Azul, señalan una continuidad de facies con modificaciones graduales del ambiente de depositación. De acuerdo con lo expresado por Suero (1957) el pasaje transicional hace que resulte difícil encuadrar las series dentro de límites rígidos y que la diferenciación puede ser útil para carteos sistemáticos, pero creemos que quizás fuera más conveniente la unión de Sauce Grande con Piedra Azul bajo la denominación de Serie de Sauce Grande, estableciendo como techo de esa serie el primer banco de "areniscas moteadas" de la Serie de Bonete que representa una modificación substancial en las condiciones ambientales (véase Harrington, 1947; Keidel, 1947 y Suero, 1957).

Litología. El análisis petrográfico, para mayor comprensión de las características de las sedimentitas examinadas, ha sido separado en dos secciones; una correspondiente a la composición de los fenoclastos de las psefitas y otra referente a la fracción psamítica que incluye no sólo la matriz de los conglomerados sino también las intercalaciones exentas de inclusiones. Convenimos con Hauthal (1892) que a veces el tamaño de los rodados es tan heterogéneo que el contraste entre la masa psamítica y los fenoclastos casi desaparece.

I. FRACCION PSEFITICA

A poco de examinar la frecuencia de tipos composicionales, es común advertir en la mayoría de los afloramientos, ya sea de sedimentitas tillíticas o en los conglomerados glaci-fluviales, que existe un notorio predominio de fenoclastos de aspecto cuarcítico entre los de origen sedimentario y también con respecto a aquellos de otra naturaleza (ígneos o metamórficos). Esta abundancia de fragmentos de "cuarcitas y areniscas" (Riggi, 1935, que puede alcanzar a proporciones del 80 % (Suero, 1957), también había sido reconocida por Hauthal (1892), Keidel (1916), Coleman (1918), Windhausen (1931), Harrington (1942) y Suero (1957). Asimismo, del conjunto de tipos litológicos a que se refieren los autores antes mencionados, en particular de la lectura de los trabajos de Keidel (1916), Coleman (1918), Harrington (1942) y Suero (1957), surge como neta evidencia la abundancia de fragmentos de rocas eruptivas sobre las metamórficas, aunque siempre subordinados a las "cuarcitas". En casi todos los afloramientos estudiados ha sido comprobada la relación anterior y en particular, en el segundo corte del Ferrocarril, sobre 230 rodados observados hemos obtenido la siguiente frecuencia composicional: cuarcitas (47 %), eruptivas (31 %), metamorfitas (11 %), calizas (8 %), cuarzo de vena (2 %) y arcilitas negras (1 %).

La distribución en todo el espesor de la Serie de Sauce Grande (al menos en las áreas estudiadas) de los rodados de aspecto cuarcítico es más o menos constante, aunque parecen aumentar ligeramente su proporción hacia los términos superiores en detrimento de los demás tipos, que localmente pueden reunir hasta el 25-30

por ciento del total (eruptivos o metamórficos). Las conclusiones de Riggi (1955) parecen corroborar esta posibilidad al expresar que en las sierras Pillahuinco y hacia la de Tunas, los fenoclastos son "de composición francamente cuarcítica, con cantos rodados de cuarcitas y areniscas claras, contra una gran escasez de filitas, esquistos y eruptivas en general".

Dada la gran cantidad de fenoclastos recogidos en distintos sectores de la Serie de Sauce Grande, aproximadamente 380 unidades, ha sido necesario efectuar un profundo examen analítico del material de referencia para seleccionar los fenoclastos cuyo estudio petrográfico se incluye en este trabajo. Se trata de 16 fenoclastos que son considerados representativos de los principales tipos litológicos observados y que comprenden rocas eruptivas (muestras C.I.C. 249, 261, 267, 268, 271, 272, 273, 274, 358 y 379), sedimentarias (muestras C.I.C. 251, 269, 270 y 305) y metamórficas (muestras C.I.C. 261 y 266). En cada caso las proporciones relativas de los minerales constituyentes han sido establecidas con precisión de integración cedida al efecto por el Departamento de Geología (del L.E.M.I.T.).

Las muestras cuyas siglas son C.I.C. corresponden a la colección de la Comisión de Investigación Científica de la provincia de Buenos Aires, mientras que aquellas rotuladas F.C.N. integran la colección de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

a) *Rocas sedimentarias*. Representadas principalmente por fenoclastos de aspecto cuarcítico y, en proporciones variables aunque siempre subordinadas a las anteriores, fragmentos tabulares de lutitas verde oscuro, arcilitas negras, calizas grises de grano fino y raras ftanitas rosadas. La referencia de Schiller (1930) quien cita el hallazgo por parte de Flossdorf, en 1911, de un rodado de caliza con corales en el segundo o tercer corte del Ferrocarril, no ha sido confirmada.

En la mayoría de los casos examinados las "cuarcitas" son macizas de grano fino a mediano, con fractura irregular a subconcooidal; en general las "cuarcitas" verdes son más frecuentes que las blanquecinas (pueden presentar pigmentación limonítica o hematítica superficial que les confieren tonalidades amarillentas, castañas hasta rosadas, siendo muy raras aquellas de color rojo subido o borravino.

A juzgar por los datos de campo, se tiene la impresión que los fenoclastos más grandes observados corresponden a las "cuarcitas" verdes, conjuntamente con unos pocos de génesis plutónica, aunque tal diferencia granulométrica con los otros tipos litológicos parece desaparecer en los niveles superiores de la Serie, en particular en los estratos de fangolitas con rodados.

Dada la naturaleza de las sedimentitas, sólo se han estudiado en preparaciones delgadas las "cuarcitas" verdes (C.I.C. 270), blanquecinas (C.I.C. 269), borravino (C.I.C. 251) y la ftanita rosada (C.I.C. 305). Cabe señalar que en la mayoría de los casos, no sólo de rocas sedimentarias sino también de eruptivas y metamórficas, se ha tratado de complementar el estudio de las preparaciones delgadas respectivas con observaciones a grano suelto a fin de obtener una visión más completa de sus características texturales, cromáticas y/o composicionales.

Del examen microscópico se desprende (véase descripciones petrográficas) que las "cuarcitas" verdes pueden ser clasificadas como areniscas plagioclásicas (González Bonorino y Teruggi, 1952) (C.I.C. 270, Fig. 10) por su alto contenido en plagioclasa ácida (mayormente oligoclasa) y la presencia de 10 % promedio de una matriz clorítica, distribuida en finas e irregulares láminas entre los clastos. Por su parte, las "cuarcitas" blanquecinas (C.I.C. 269) han sido definidas como cuarcitas feldespáticas (según Pettijohn, 1957) sobre la base de la riqueza feldespáticos alcalinos y la ausencia de matriz clorítica o de otro tipo; es muy probable que existan variedades transicionales hacia las arcosas, ya que en algunas muestras estudiadas a grano suelto se ha verificado un aumento en el contenido de feldespáticos alcalinos que excede el 24 % observado en la muestra C.I.C. 269. Finalmente, dejando de lado la muestra de ftanita (C.I.C. 305) compuesta exclusivamente por cuarzo límpido con leve pigmentación hematítica responsable del tinte rosado que presenta, por su escasa aparente distribución, cabe señalar la baja frecuencia de sedimentitas de naturaleza verdaderamente cuarcítica al parecer relegadas a los raros fenoclastos de color rojo subido o borravino (C.I.C. 251, Fig. 11).

En suma, dada la frecuencia cuantitativa de las distintas variedades de "cuarcitas" anotada precedentemente, el estudio microscópico ha puesto de manifiesto la abundancia de fragmentos de sedimentitas feldespáticas (areniscas plagioclásicas, cuarcitas feldespáticas y posibles arcosas) en detrimento de aquellos cuarzosos (ortocuarzitas).

Muestra C.I.C. 251: ORTOCUARCITA

Descripción megascópica: roca de grano fino a mediano, ligeramente heterogéneo, de fractura irregular a ligeramente subconcoídea que le confiere aspecto cuarcítico característico. El color borravino aparece más oscuro hasta negro a lo largo de pequeñas fracturas de trazo subparalelo, al parecer vinculado con el diaclasamiento regional.

Descripción microscópica

Composición: cuarzo (90 %), cemento calcítico (10 %), zircón.

Clastos subredondeados, más raramente subangulosos o redondeados de cuarzo, unidos fuertemente por un crecimiento secundario del mismo mineral en continuidad óptica, y en menores proporciones por calcita microcristalina.

El cuarzo clástico encierra con frecuencia inclusiones orientadas a lo largo de líneas paralelas o cruzadas de tipo globular; estas inclusiones, en porciones de la muestra, atraviesan varios clastos. Raras son las inclusiones sólidas de magnetita euedral o de delgadas agujas negras de rutilo. La extinción ondulante es poco marcada en general, al parecer un carácter heredado.

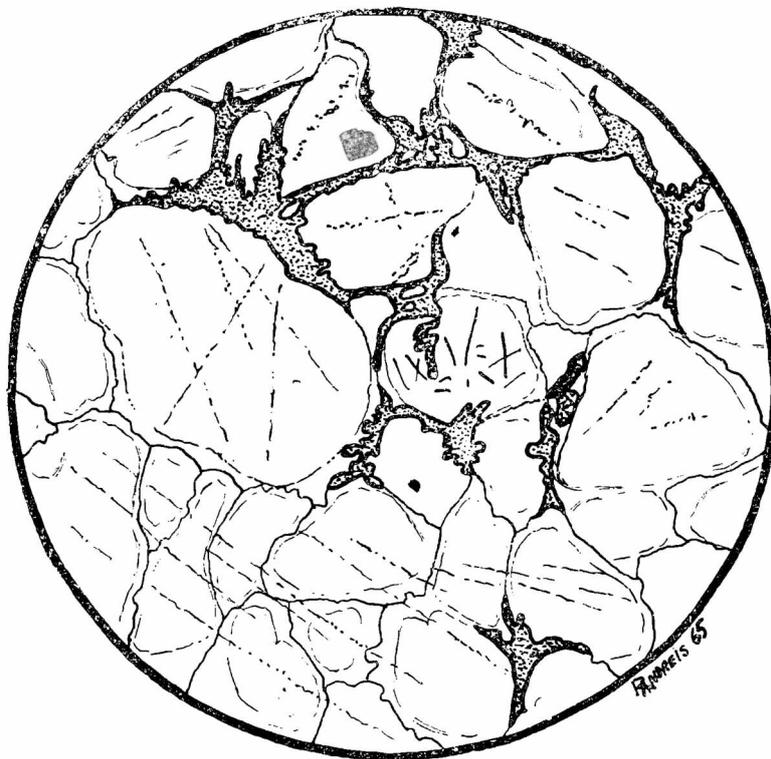
Muestra C.I.C. 269: CUARCITA FELDESPATICA

Descripción megascópica: psamita de grano mediano, maciza, de color blanco amarillento, pigmentada superficialmente por limonita que cubre áreas irregulares.

Descripción microscópica.

Composición: cuarzo (72 %), ortoclasa (18 %), microclino (6 %), clastos líticos (3 %), turmalina, muscovita, apatita, calcita.

Si bien se advierten algunos restos de la textura clásica primitiva, la frecuente recrystalización del cuarzo (responsable de la textura granoblástica) sin afectar los feldespatos alcalinos, ha dado lugar a la formación de bordes suturales entre los granos e incipientes fenómenos de crecimientos de cuarzo, representados por un pavimento cuarzooso periférico (¿cuarzo cataclástico?). Asimismo, pequeñas



500 μ

Fig. 11. — Serie de Sauce Grande. Muestra C.I.C. 251: ORTOCUARCITA. Granos de cuarzo subredondeado y redondeado, unidos por crecimiento secundario de cuarzo. Se observa además calcita microcristalina que reemplaza porciones irregulares del crecimiento secundario o de los clastos. En general, la madurez textural y composicional son elevadas.



Fig. 10. — Serie de Sauce Grande. Muestra C.I.C. 270: ARENISCA PLAGIOCLASICA. Esencialmente cuarzo y plagioclasa, con regular cantidad de matriz clorítica intersticial. Textura en parte granoblástica, con contactos suturales excepto donde hay matriz. Inclusiones fluidas de disposición subparalela atraviesan la preparación (en el cuarzo). Selección moderada.

inclusiones globulares dispuestas en planos paralelos o subparalelos que pasan de un grano a otro son relativamente frecuentes; las inclusiones sólidas (agujas de rutilo, apatita o zircón) son muy raras.

Los feldespatos alcalinos, ortoclasa pertítica algo turbia por alteración alofánica y microclino límpido, exhiben una delgada corona de reacción con el cuarzo, formada por pequeñas laminillas de sericita y escaso cuarzo. La turmalina clástica es de la variedad castaña.

Muestra C.I.C. 270: ARENISCA PLAGIOCLASICA.

Descripción megascópica: psamita de grano mediano, maciza, de color verdoso oscuro.

Descripción microscópica.

Composición: cuarzo (54 %), plagioclasa (23 %), microlino y ortoclasa (5 %), clastos líticos (5 %), matriz clorítica (12 %), zircón, apatita.

La textura de la psamita es algo granoblástica, con bordes suturales frecuentes excepto donde hay matriz clorítica; se advierten indicios de cataclasis en el cuarzo y los feldespatos (maclas y clivajes doblados). Son muy comunes las inclusiones globulares dispuestas en forma subparalela que atraviesan varios clastos.

La plagioclasa, de composición albitica hasta oligoclásica menos frecuente, muestra una incipiente alteración sericitica y alofánica; se halla maclada según albita, más raramente en Carlsbad-albita, y carece de estructuras zonales.

Los feldespatos alcalinos aparecen algo turbios por alteración alofánica, incluso el microclino.

Los clastos líticos están representados por fragmentos de pelitas ligeramente recristalizadas en un agregado cuarzo-sericitico, y otros, raros, de cuarzo y microlino (¿pegmatita?).

Muestra C.I.C. 305: FTANITA

Descripción microscópica: roca densa, afanítica, con fractura subconcoidea y color rosado, superficialmente pigmentada por limonita.

Descripción microscópica.

Composición: cuarzo (74 %), carbonato (20 %), limonita (6 %).

En una masa microcristalina de cuarzo, en la que se advierten porciones granoblásticas de grano mediano, se distribuyen en forma más o menos ordenada siguiendo probables planos de laminación, rombos de dolomita limpidos y agregados algo pimentados por limonita.

Por las características de la roca hemos supuesto que deriva de la silicificación de limonitas cuarzosas, algo calcáreas.

b) *Rocas eruptivas.* Integradas por abundantes fragmentos de plutonitas de composición ácida e intermedia y, en menores proporciones, por vulcanitas de tipo riolítico hasta riodacítico, con raras diabasas modificadas y filonianas aplíticas de composición similar.

Esta conclusión, basada en el examen de numerosos afloramientos, corrobora las referencias de otros investigadores (Hauthal, 1892; Keidel, 1916; Coleman, 1918; Schiller, 1930, Harrington, 1942) que, de modo generalizado, aunque sin establecer proporciones relativas, reconocieran la abundancia de fenoclastos "graníticos" por sobre los volcánicos o filonianos.

Para claridad de la exposición me ocuparé primero de las rocas plutónicas y filonianas y posteriormente de las volcánicas.

El examen petrográfico (y de grano suelto) ha revelado que la mayor parte de las rocas plutónicas de colores borraño hasta rosado pálido son *granitos alcalinos* (CIC 248, Fig. 12; CIC 261, Fig. 13)

y *calco-alcálinos* (CIC 273), en tanto que las variedades blanquecinas —descritas por Harrington (1942) y Suero (1957) como granitos grises— han resultado ser *granodioritas*, a veces transicionales a *adamellititas* (CIC 274). En particular la muestra CIC 261, si bien la incluimos entre las plutonitas, su textura presenta afinidades aplíticas, lo que nos ha inducido a clasificarla como granito aplítico.

Las escasas aplitas estudiadas presentan caracteres cromáticos y composicionales similares a los encontrados para las plutonitas (CIC 249, CIC 271).

Considerada en conjunto, la composición mineralógica esencial de las rocas plutónicas y filonianas, que al parecer se mantiene singularmente constante, puede resumirse en los siguientes caracteres:

- a) Las plagioclasas, de composición oligoclasa ácida (An 12 %) hasta andesina media (An 36 %), carece de estructuras zonales o bien es muy débil y de tipo normal; generalmente aparecen macladas según la ley de albita, más raramente Carlsbad-albita. En algunas muestras, que presentan signos de cataclasis, las maclas son curvas o están un tanto desplazadas. La alteración es variable, aunque no pasa de moderada; se trata comúnmente de alófano en granos submicroscópicos y de laminillas de sericita. Además se advierten frecuentes reemplazos por clorita.
- b) En proporciones similares aparecen ortoclasa (y ortoclasa micropertítica) y microclino, anedrales, presentando un aspecto límpido o ligeramente enturbiado por alteración alófanica. Las variedades micropertíticas (a veces criptopertíticas) muestran un desarrollo desigual de los fenómenos de desmezcla o de reemplazo, ejemplificados por pertitas de tipo venoso y micromaculoso, nunca asociados en un mismo cristal.
- c) En todas las muestras examinadas el cuarzo es anedral y contiene inclusiones globulares frecuentemente alineadas en planos paralelos acompañadas por raras sólidas de apatita, rutilo (largas fibras negras) y zircón. En las rocas que presentan señales de cataclasis, el cuarzo presenta fuerte extinción ondulante.
- d) Una clorita verde a verde amarillenta, con birrifringencia anómala, producto de alteración de la biotita, es el único mafito hallado; a veces esta transformación es acompañada por una segregación de óxidos de hierro y titanita.

En lo que respecta a las vulcanitas, la revisión bibliográfica ha puesto de manifiesto que los tipos litológicos mencionados como porfiritas, pórfidos cuaríferos (no felsíticos), diabasas y rocas básicas (?), coinciden en líneas generales con caracteres composicionales hallados en las muestras estudiadas y descritas en este trabajo.

Ahora bien, a fin de evitar el uso de términos confusos contenidos en otros trabajos, como porfirita o pórfido, debemos aclarar que en la nomenclatura adoptada para la clasificación de las rocas se ha seguido un criterio puramente petrográfico y que, de acuerdo con la sistemática de rocas eruptivas presentada por Turner y Verhoogen (1960) se ha eliminado los pórfidos como entidad separada (considerados como filonianas asquisticas en Teruggi, 1950), asimi-

lándolos por su textura a las rocas volcánicas (nuestro caso) o a las plutónicas según corresponda.

A pesar que no está suficientemente comprobado, en general se tiene la impresión que las vulcanitas porfíricas mesosilícicas de colores grises consideradas como *riodacitas* (CIC 267, Fig. 14; CIC 268), son relativamente más frecuentes que aquellas porfíricas de tonalidades rosadas clasificadas como *riolitas calco-alcálicas* (CIC 272); en proporciones subordinadas, y principalmente en los afloramientos medio-superiores de la serie de Sauce Grande, se han encontrado rodados de una vulcanita gris verdosa muy alterada (CIC 379), a veces gris castaña y muy deleznable (CIC 358) que, con algunas dudas, hemos definido provisoriamente como *diabasas albitizadas*.

El moderado hasta avanzado grado de alteración de las vulcanitas, con formación de alófano y sericita en las variedades ácidas y mesosilícicas, o clorita - albita en las diabasas, que ha impedido en cierto modo la determinación de algunos componentes minerales, sugiere que las mismas han cristalizado formando cuerpos filonianos más que coiadas. Además, la composición mineralógica esencial representada por cuarzo eudral a subedral, plagioclasa ácida (oligoclasa), ortoclasa y biotita cloritizada apunta en forma elocuente a una vinculación genética de estas lavas "filonianas" con las rocas plutónicas descritas precedentemente, hecho que podría tener un importante significado paleogeográfico (véase correlaciones).

Muestra C.I.C. 248: GRANITO ALCALINO.

Descripción megascópica: Grano mediano (2 - 3 mm), de color borravino; el cuarzo y el feldespato aparecen en cantidad similar. El aspecto de la roca es fresco.

Descripción microscópica.

Composición: Cuarzo (40 %), ortoclasa (46 %), plagioclasa (5 %), clorita (9 %).

Textura: granuda hipidiomorfa.

El cuarzo sobresale de los demás componentes por su tamaño. Es anedral, mostrando muy leves señales de cataclasis; presenta inclusiones fluidas no orientadas.

La ortoclasa es subedral (a veces anedral) y presenta una tendencia a formar individuos tabulares. El desarrollo de las pertitas, de tipo maculoso, es marcado y a veces combinado con otras venosas. La alofanización es moderada.

El único mineral félsico que muestra un eudralismo más visible es la oligoclasa ácida (An 14 %), por lo común maclada según la ley de albita y carente de estructuras zonales.

La biotita parece totalmente transformada en clorita verde (penninita) con segregación de óxidos de hierro y titanita.

Muestra C.I.C. 261: GRANITO ALCALINO APLITICO

Descripción megascópica: Grano mediano (2 - 4 mm), color levemente rosado, con pequeños granates de 1 mm distribuidos irregularmente. Venas rellenas de material cloritico atraviesan la roca.

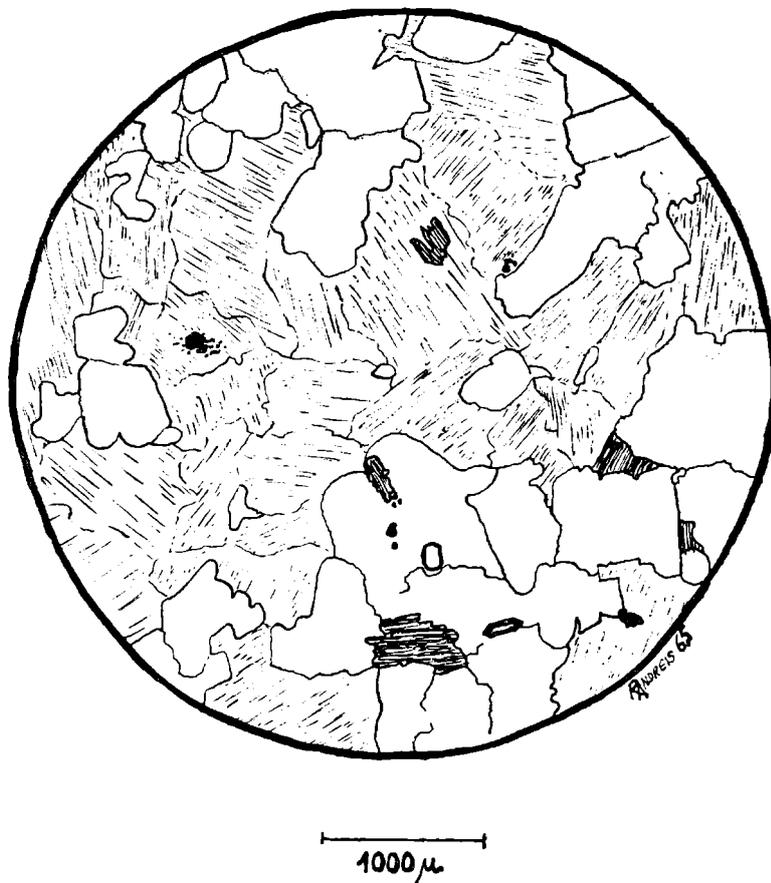


Fig. 12. — Serie de Sauce Grande. Muestra CIC 248: GRANITO ALCALINO. Cuarzo anedral, ortoclasa algo tabular con moderada alofanización y biotita cloritizada.

Descripción microscópica.

Composición: Microclino (56 %), cuarzo (30 %), plagioclasa (4 %), granate (8 %), muscovita (1 %).

Textura: Granuda alotriomorfa algo porfirica.

El microclino, con el típico cuadriculado, aparece como fenocristales más o menos ovoidales acribillado por pequeños cuerpos vermiculares orientados de albita, o bien como base microcristalina sacaroide de individuos anedrales. En ambos casos el mineral se presenta límpido o poco turbio (alófano) a lo largo de grietas. La plagioclasa (ologoclasa media con 21 % An.) carece de zonación y forma individuos pequeños subedrales junto con el microclino en las porciones más finas de la roca.

El cuarzo presenta extinción ligeramente ondulante y forma individuos ameboidales, con inclusiones fluidas orientadas.

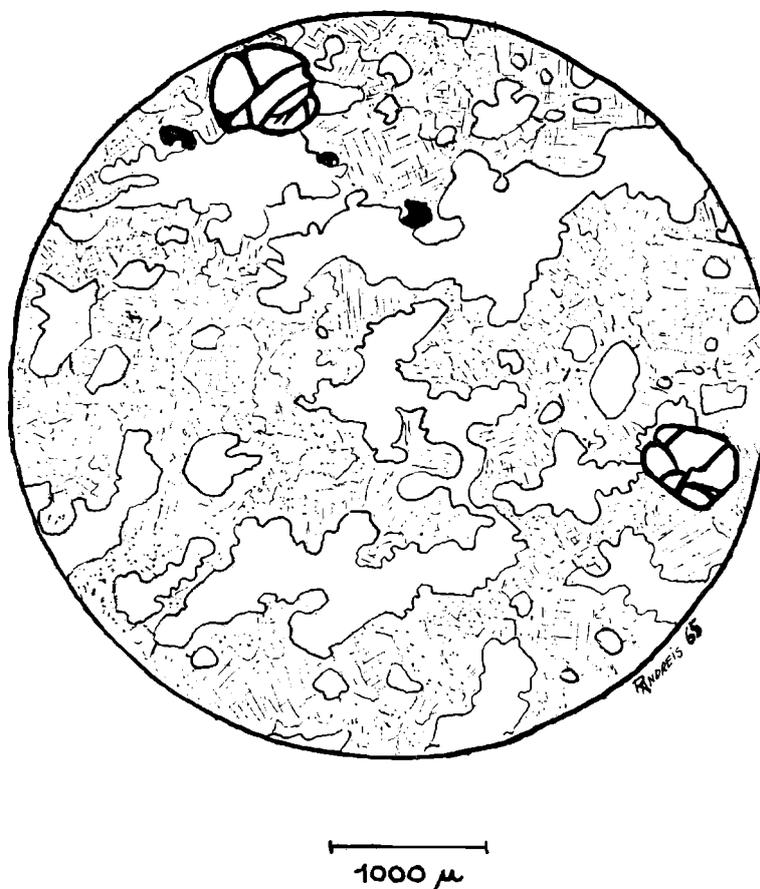


Fig. 13. — Serie de Sauce Grande. Muestra C.I.C. 261: GRANITO ALCALINO APLÍTICO. Cuarzo limpio con formas ameboidales, dispuesto con algún paralelismo en una masa feldespática de ortoclasa anedral y escasa plagioclasa subedral. Porfiroblastos de granate incoloro de contorno redondeado.

El único mafito, granate incoloro algo cloritizado a lo largo de grietas, se presenta rodeado parcialmente por laminillas de muscovita.

A pesar que el aspecto de la roca es fresco, puede observarse, quizás debido a fenómenos de cataclasis no muy intensos, una incipiente alofanización del feldespato alcalino según grietas virtuales muy finas.

Muestra C.I.C. 273: GRANITO CALCO - ALCALINO (LEUCOGRA-NITO).

Descripción megascópica: Color rosado vivo, grano fino a mediano (1-2 mm.), pobre en componentes oscuros, mayormente biotica cloritizada en laminillas pequeñas. La roca es regularmente fresca.

Descripción microscópica.

Composición: cuarzo (35 %), ortoclasa (25 %), microclino (11 %), plagioclasa (25 %), clorita (3 %), magnetita (1 %), titanita.

Textura: granuda hipidiomorfa, granoblástica.

El cuarzo sobresale de los demás componentes por su tamaño y presenta marcada extinción ondulante. Contiene inclusiones fluidas orientadas y raras de apatita.

Tanto el microclino intersticial como la ortoclasa subedral criptopertítica presentan incipiente alteración alófanica a lo largo de grietas finas que atraviesan la muestra. Frecuentemente los contactos entre los feldespatos alcalinos entre sí y con la plagioclasa son algo suturales.

La plagioclasa es oligoclasa media (An. 18 %), con finísimas maclas polisintéticas y ausencia de zonalidad; no obstante puede inferirse, en algunos cristales, una débil zonalidad normal debido a que la alteración sericitica sólo afecta el núcleo del mineral, dejando un borde limpio delgado. Las maclas aparecen curvadas por acciones cataclásticas, en tanto que a veces suele advertirse un ligero reemplazo periférico de plagioclasa por cuarzo.

Una clorita verde asociada a titanita y limonita es el único mafito presente, representando el conjunto la alteración de biotita. Como accesorios aparecen cristales subedrales de apatita y titanita, esta última quebrada por cataclasis.

Muestra C.I.C. 274: GRANODIORITA TRANSICIONAL A ADAMELLITA.

Descripción megascópica: Color blanquecino, de grano fino a mediano, con pequeños cristales anedrales de cuarzo amarillento irregularmente distribuidos. Los elementos ferromagnésicos son escasos.

Descripción microscópica.

Composición: Cuarzo (30 %), plagioclasa (48 %), ortoclasa (16 %), microclino (6 %), clorita, turmalina, apatita.

Textura: granuda hipidiomorfa.

La plagioclasa (oligoclasa media, An. 24 %) aparece como individuos subedrales más bien pequeños, finamente maclados (albita) y con incipiente zonación normal, visible por la gran alteración sericitica del núcleo en relación al margen limpio. Es probable que una parte de la plagioclasa provenga de la total mirmequitización del feldespato alcalino, pues contiene pequeños cuerpos vermiculares de cuarzo. Suele contener abundantes prismitas de apatita.

Es común que la ortoclasa pertítica (pertitas de tipo vena y micromaculosa) y el microclino se presenten limpios o algo turbios (alófano). La ortoclasa muestra una tendencia mayor a ser subedral que el microclino.

Extinción ondulante e inclusiones fluidas orientadas en líneas no paralelas, además de ser anedral, son las características del cuarzo.

Como accesorios merecen citarse individuos de apatita anedrales y turmalina eudrai castaña.

Muestra C.I.C. 249: APLITA ADAMELLITICA

Descripción megascópica: Color rosado vivo, grano fino a mediano (1 - 2 mm.) homogéneo, pobre en componentes oscuros, mayormente biotita cloritizada en laminillas pequeñas. La roca está medianamente fresca y sólo se observa hematita en las grietas y diaclasas.

Descripción microscópica.

Composición: cuarzo (36 %), ortoclasa (37 %), plagioclasa (23 %), ciorita (2 %), magnetita (1 %).

Textura: granuda alotriomorfa.

El feldespato potásico, (ortoclasa micropertítica) no presenta marcada alteración alofánica, lo que permite observar pertitas maculosas de contorno indefinido.

El cuarzo presenta extinción ondulante moderada y contiene inclusiones fluidas no orientadas.

Los individuos de plagioclasa sobresalen del resto por su idiomorfismo y se hallan parcialmente sericitizadas en áreas irregulares. Su composición es oligoclasa media (An. 22 %). El fino maclado polisintético aparece con frecuencia doblado y fracturado. No se han observado estructuras zonales.

Pequeñas láminas de clorita verde pleocroica al verde grisáceo, de baja birrefringencia no anómala, y algunos individuos anedrales de magnetita, son los únicos mafitos hallados.

Muestra C.I.C. 271: APLITA GRANDIORITICA

Descripción megascópica: Color rosado pálido, de grano fino a mediano (2 mm.). Se observa una cierta lineación indicada por la disposición de agregados de ciorita y una leve orientación de los componentes félsicos.

Descripción microscópica.

Composición: plagioclase (45 %), cuarzo (40 %), ortoclasa (10 %), granate (2 %), ciorita (2 %), mafito alterado (1 %).

Textura: granuda panalotriomorfa.

Los individuos de plagioclasa, de composición oligoclasa básica (An 27 %), siempre se hallan marcadamente reemplazados en sus núcleos por sericita, dejando un delgado margen algo más albitico (probable albita por su índice). El maclado está bien desarrollado y es de tipo polisintético. Los fenómenos cataclásticos, representados por flexuras de las maclas, son frecuentes.

La ortoclasa, de tipo criptopertítico, presenta ligera turbidez, alofánica; la forma de los cristales es muy irregular, aunque no propiamente intersticial. Se han observado estructuras mirmequíticas en los bordes de algunos cristales. El cuarzo, anedral, muestra una ligera extinción ondulante y contiene inclusiones fluidas no orientadas.

El granate, de color rosado, aparece a veces como cristal esquelético y no presenta signos de alteración. Por el contrario, la biotita se halla totalmente alterada en clorita verde con segregación de epidoto y titanita. Además aparecen secciones más o menos equidimensionales de un mafito transformado en un agregado de hematita, zoisita y calcita (¿anfíbol?).

Muestra C.I.C. 267: RIODACITA

Descripción megascópica: Color gris blanquecino con un tinte verdoso. Pasta afanítica que presenta numerosos fenocristales de cuarzo y otros tabulares más pequeños de feldespato. Los mafitos son muy escasos y están representados por laminillas o agregados de mica oscura. Si bien la roca es dura y compacta, su superficie presenta una apreciable alteración.

Descripción microscópica.

Composición: Pasta cuarzo-feldespática (52 %), fenocristales de cuarzo (15 %), plagioclasa (27 %), ortoclasa (4 %), clorita (2 %), zircón.

Textura: Porfírica, con pasta microcristalina.

La roca muestra un estado de alteración avanzado. Los fenocristales de plagioclasa tabulares están casi completamente alterados en sericita, raramente acompañada por epidoto, en tanto que el feldespato alcalino —ortoclasa criptopertítica— sólo presenta una ligera alofanización. El cuarzo, euedral, muestra moderada extinción ondulante. La biotita se halla totalmente transformada en clorita verde pálida, asociadas a titanita y magnetita hermatitizada.

En la pasta donde el componente principal es el cuarzo que suele formar agregados granoblásticos, se advierte la presencia de un mineral de índice bajo que hemos considerado albita y numerosas agujas pequeñas de sericita dispuestas según líneas de flujo. Con relativa frecuencia aparecen agregados irregulares de calcita o individuos euedrales (rombos) que en parte reemplazan al cuarzo.

Muestra C.I.C. 268: RIODACITA

Descripción megascópica: Roca porfírica, con fenocristales de cuarzo y feldespatos tabulares más pequeños dispuestos en una pasta afanítica gris. El único mafito es una biotita parcialmente cloritizada. El aspecto de la roca no es fresco, siendo normales fenómenos de pigmentación hematítica y/o limonítica.

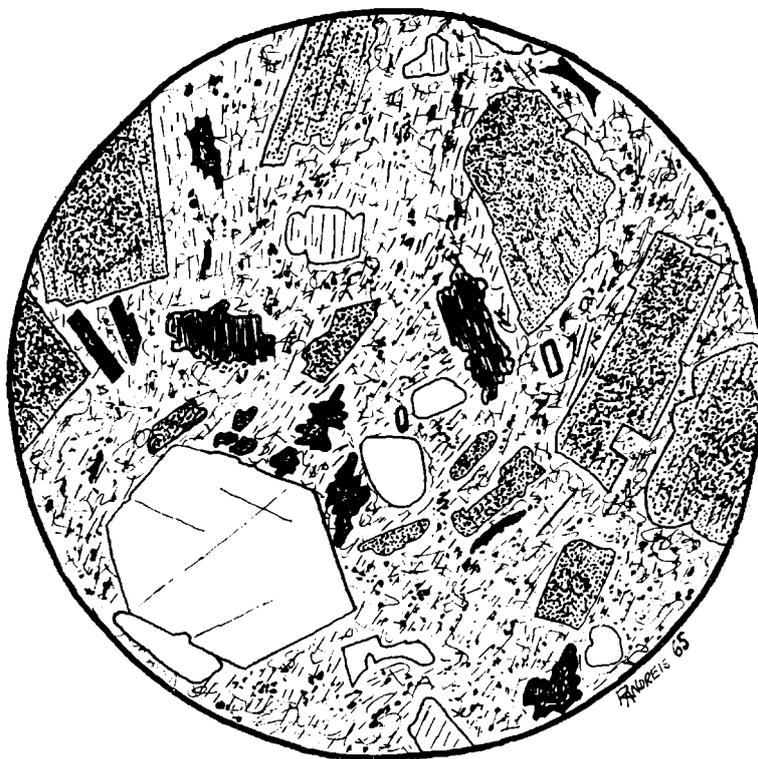


Fig. 14.—Serie de Sauce Grande. Muestra CIC 267: RIODACITA. Fenocristales de cuarzo, plagioclasa (punteado), ortoclasa (límpida, con elivajes), y biotita (parcialmente cloritizada) en pasta microcristalina cuarzo feldespática-sericitica con abundante calcita irregular (negro).

Descripción microscópica.

Composición: Pasta cuarzo-feldespática (33 %), cuarzo (22 %), plagioclasa (28 %), ortoclasa (11 %), biotita (6 %), clorita.

Textura: porfirica, con pasta microcristalina.

En general, las características composicionales y de alteración de esta muestra no difieren en forma sustancial de las de la muestra CIC 267, por lo que se consideró innecesario describir los distintos minerales. Sólo cabría mencionar que la plagioclasa es oligoclasa media (An. 22 %) y que los feldespatos alcalinos presentan un borde de reacción con la pasta que se caracteriza por contener abundantes inclusiones muy pequeñas de cuarzo.

Muestra C.I.C. 272: RIOLITA CALCO - ALCALINA

Descripción megascópica: La textura porfírica es muy marcada. Los fenocristales de feldespato presentan en general contornos euedrales, alcanzando a medir hasta 1,5 cm. de largo por 0,5 cm. de ancho. Su color es rosa grisáceo y en la pasta fanerítica de grano fino, aparecen pequeños individuos de cuarzo transparente y tabulares de color gris verdoso pálido de plagioclasa, además de algunas laminillas de clorita.

Descripción microscópica.

Composición: Pasta cuarzo-feldespática (61 %), fenocristales de cuarzo (17 %), ortoclasa (11 %), plagioclasa (6 %), clorita (3 %), opacos (1 %). La pasta está constituida por cuarzo (36 %), ortoclasa (27 %), plagioclasa (18 %), biotita muscovitizada o cloritizada (13 %) y calcita (6 %).

Textura: Porfírica, con pasta cristalina, en parte granofírica.

El cuarzo, subedral a euedral, con extinción normal, presenta típicos engolfamientos de pasta micro-cristalina; contiene inclusiones fluidas orientadas en planos no paralelos, y raras prismitas de apatita.

Los desarrollados fenocristales de ortoclasa muestran variable reemplazo alofánico, aunque siempre marcado; las maclas de Carlsbad son frecuente a veces con insinuación de un fino reticulado. La plagioclasa (oligo-andesina. An 30 %) muestra una ligera zonalidad de tipo normal que llega a oligoclasa media (An 20 %) y posee maclado fino según la ley de albita, a veces combinado con Carlsbad. Abundante reemplazo por sericita y algo de alófano.

La pasta está mejor conservada que los fenocristales. Contiene cuarzo anedral, ortoclasa anedral a subedral, plagioclasa tabular sin zonación ni maclado característico y abundantes laminillas de biotita muscovitizada y/o cloritizada. La calcita es de origen hidrotermal y se ha introducido a lo largo de grietas.

Muestra C.I.C. 379: DIABASA ALBITIZADA

Descripción megascópica: Roca oscura, gris verdosa, cuyo aspecto refleja una apreciable alteración. Carece de estructuras y la textura parece ser diabásica.

Descripción microscópica.

Composición: Plagioclasa (34 %), agregados micrográficos (24 %), cuarzo (14 %), clorita (23 %), opacos (5 %).

Textura: Diabásica. Fenocristales tabulares de plagioclasa con agregados micrográficos intersticiales o rodeándolos.

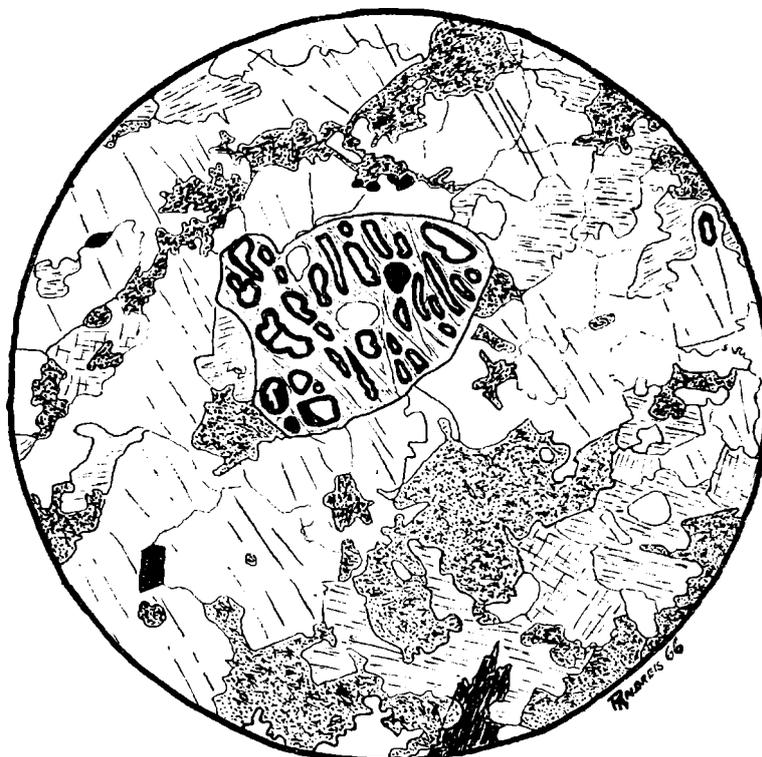
El carácter más sobresaliente es la avanzada alteración con abundante formación de clorita verde pálida responsable del color verdoso que presenta la roca. El microscopio revela además un reemplazo de la plagioclasa por albita y parcial en sericita. Si bien se considera que la al-

bitización ha sido total, no hemos encontrado las vías de entrada del sodio necesario para tal transformación. En unos pocos fenocristales ha podido reconocerse la presencia de maclas polisintéticas o de la combinación Carlsbad-albita y al parecer no existen estructuras zonales.

Fuera de los agregados micrográficos, el cuarzo suele ser anedral y estar acibrillado por finas agujas de apatita.

En general los aludidos agregados, constituidos por cuarzo y ortoclasa, forman una aureola alrededor de los cristales de plagioclasa o quedan relegados a una posición intersticial.

La intensa transformación sufrida por la roca hace difícil su exacta clasificación. Teniendo en cuenta que la cristalización ha sido probablemente hipabisal y considerando la probable composición en estado fresco, le correspondería el nombre de granófiro granodiorítico.



200 μ

Fig. 15. — Serie de Sauce Grande. Muestra CIC 266: MIGMATITA. Plagioclasa (punteado), ortoclasa (clivajes y micropertitas), cuarzo (límpido, con inclusiones orientadas), biotita y granate parcialmente cloritizada (metamorfismo retrógrado). Textura granoblástica y estructura bandeada.

c) *Rocas metamórficas*. Finalmente, en proporciones localmente importantes que alcanzan al 20 % del total (sección superior de la sucesión glacial) hemos encontrado dos grupos bien definidos de metamorfitas, *ectinitas y migmatitas*.

En general, nuestras observaciones de campo coinciden con las efectuadas por otros investigadores, ya que con relativa frecuencia aparecen, del grupo de las ectinitas, pizarras negras, filitas verdosas y esquistos micáceos verde amarillentos hasta castaños. Las anfibolitas citadas por Keidel (1916) no han sido halladas. Asociadas a las ectinitas suelen encontrarse un conjunto de fenoclastos descritos en la literatura como gneiss y gneiss-granito (Hauthal, 1892; Keidel, 1916 y Harrington, 1942) y que en este trabajo son considerados como migmatitas en un sentido muy amplio (CIC 266, Fig. 15).

Muestra C.I.C. 266: MIGMATITA

Descripción megascópica: Rocas granuda, de color gris verdoso pálido, en la que se destacan pequeños individuos de cuarzo hialino. En la muestra se observa una cierta lineación dada por una leve orientación de los componentes félsicos y la distribución de los granates cloritizados.

Descripción microscópica.

Composición: Ortoclasa (33 %), cuarzo (30 %), plagioclasa (28 %), granate (6 %), magnetita (1 %), zircón, rutilo.

Textura: Granoblástica con porfiroblastos de granate.

La roca se caracteriza por un considerable reemplazo de los granates por clorita, que forma agregados irregulares o fibroso-radiados y la parcial sericitación de las plagioclasas. El cuarzo posee señales de cataclasis (extinción ondulante moderada) y contiene inclusiones orientadas subparalelas y sólidas (apatita, rutilo amarillentos, zircón y clorita) menos frecuentes. La plagioclasa —oligo-andesina con 30 % An— carece de estructura zonal y presenta el habitual maclado polisintético. El feldespato alcalino —ortoclasa micropertítica— presenta ligera turbidez alofánica.

La asociación mineralógica permite ubicar esta roca en la facie de anfibolitas almandónicas.

II. FRACCION PSAMITICA

Son muy escasos los antecedentes petrográficos hallados en la literatura sobre la naturaleza de los elementos que componen tanto las sedimentitas oscuras de aspectos microtilítico (matriz de los conglomerados) como las de aspecto cuarcítico que aparecen con frecuencia intercaladas en distintas posiciones dentro de la sucesión glacial. Sólo se cuenta con las descripciones de Crotti (1942) de un conjunto de muestras provenientes de las porciones medio-superiores de la Serie de Sauce Grande, en particular de los alrededores del pueblo de Sierra de la Ventana, que han sido estudiadas sin criterio estratigráfico.

Confrontando las descripciones de Crotti con las conclusiones obtenidas de las muestras analizadas en este trabajo, puede sin dificultad advertirse una similitud composicional bastante marcada.

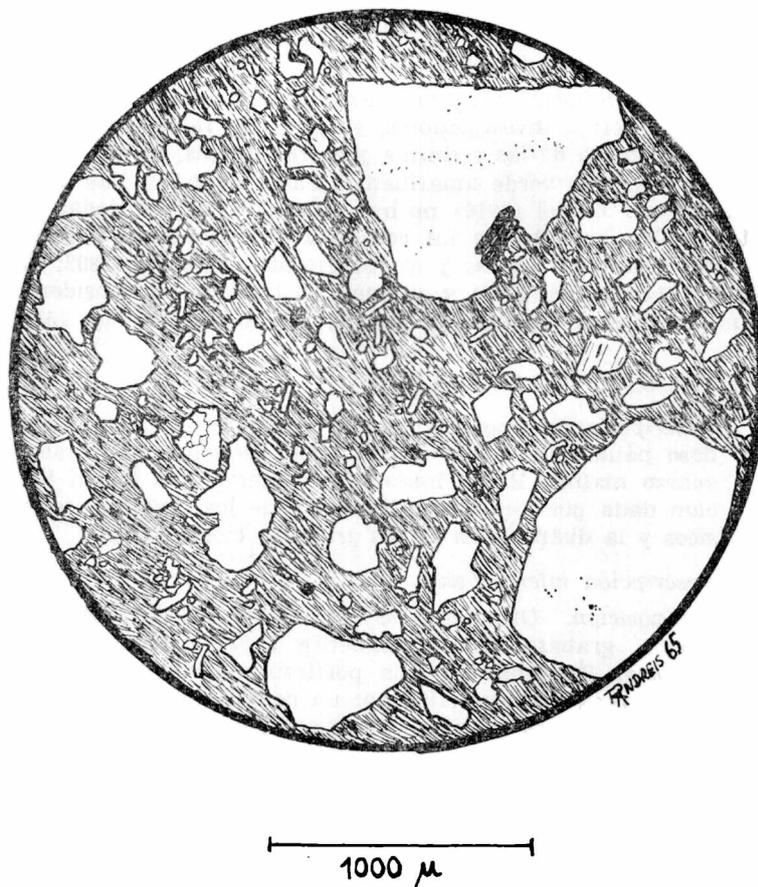


Fig. 16. — Serie de Sauce Grande. Muestra CIC 205: WACKE CUARZOSA. Corresponde a la matriz de los conglomerados de aspecto filítico. Clastos angulosos a subangulosos de cuarzo abundantes y raros de feldespato y líticos (cuarcita) dispuestos en una matriz cuarzo-micácea.

En efecto, la fracción psamítica en general (ver tabla III) está compuesta principalmente de cuarzo, acompañado de proporciones subordinadas de feldespatos alcalinos (ortoclasa, ortoclasa micropertítica y microclino) y plagioclasas sódicas, y clastos líticos de génesis diversa, pero mayormente cuarcíticos, lo que estaría de acuerdo con su abundancia en las fracciones psefiticas. Cabe señalar que la presencia de feldespatos alcalinos y calcosídicos había sido ya mencionada por Keidel en 1916.

Del conjunto de muestras analizadas, cinco corresponden a la matriz de los niveles conglomerádicos (FCN 2912, CIC 205, CIC 206, CIC 211 y CIC 212) y dos provienen de las intercalaciones cuarcíticas (CIC 221 y FCN 2910). Las primeras muestran un aspecto grauváquico por el color verdoso a negro verdoso, carácter que movió a Crotti (1942) a clasificarlas como grauvacas, si bien desde el punto

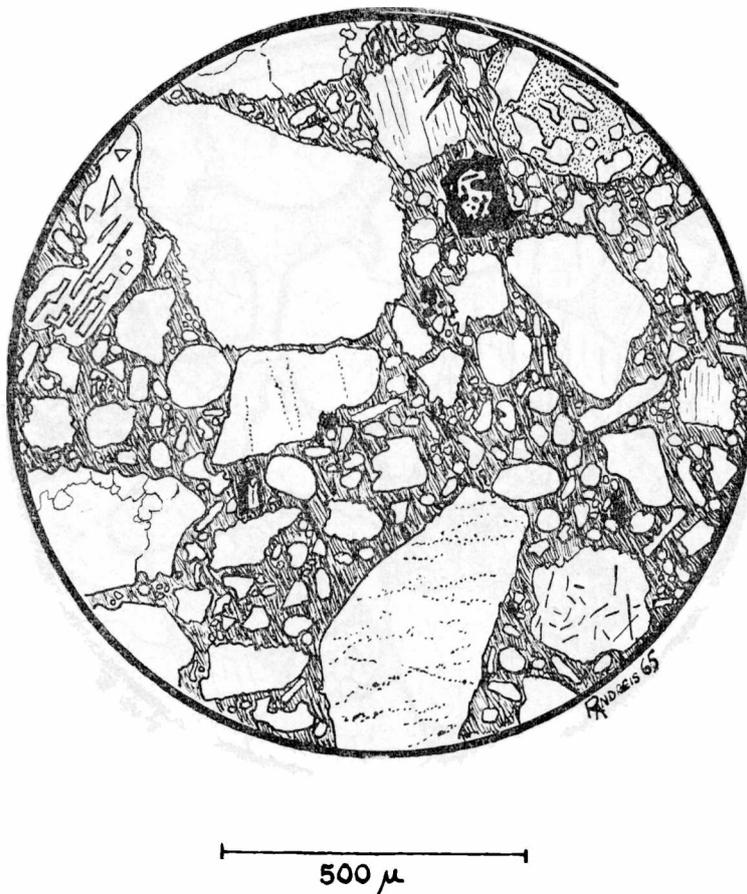


Fig. 17. — Serie de Sauce Grande. Muestra CIC 211: WACKE LITICA SUBFELDSPÁTICA. Corresponde a la matriz del conglomerado glacial. Clastos angulosos a subangulosos frecuentes y subredondeados raros de cuarzo. En menores proporciones feldspatos subordinados a litoclastos (pelitas, cuarzo) y accesorios (zircón, granate, magnetita).

de vista composicional y textural no corresponden; no obstante algunas muestras se aproximan, en composición, a la roca tipo. A fin de evitar interpretaciones erróneas, hemos utilizado para clasificar estas rocas el término *wacke* con criterio composicional, tal como lo definiera Gilbert (in Williams et al., 1955). Así hemos reconocido *wackes cuarzosas* (Fig. 16) y *wackes subfeldspáticas* (Fig. 17).

Al microscopio la matriz fina se presenta como un agregado de pequeñas laminillas de clorita y/o sericita, producto de la recristalización metamórfica de la base primitiva. En algunas muestras las laminillas de mica, algo más grandes, muestran una evidente orientación paralela a los planos de esquistosidad de las rocas y se implantan más o menos perpendicularmente sobre los clastos mayores.

Las sedimentitas de aspecto cuarcítico presentan variaciones cromáticas bastante marcadas al parecer vinculadas a la proporción de matriz que contienen. En general, las tonalidades gris verdosas,

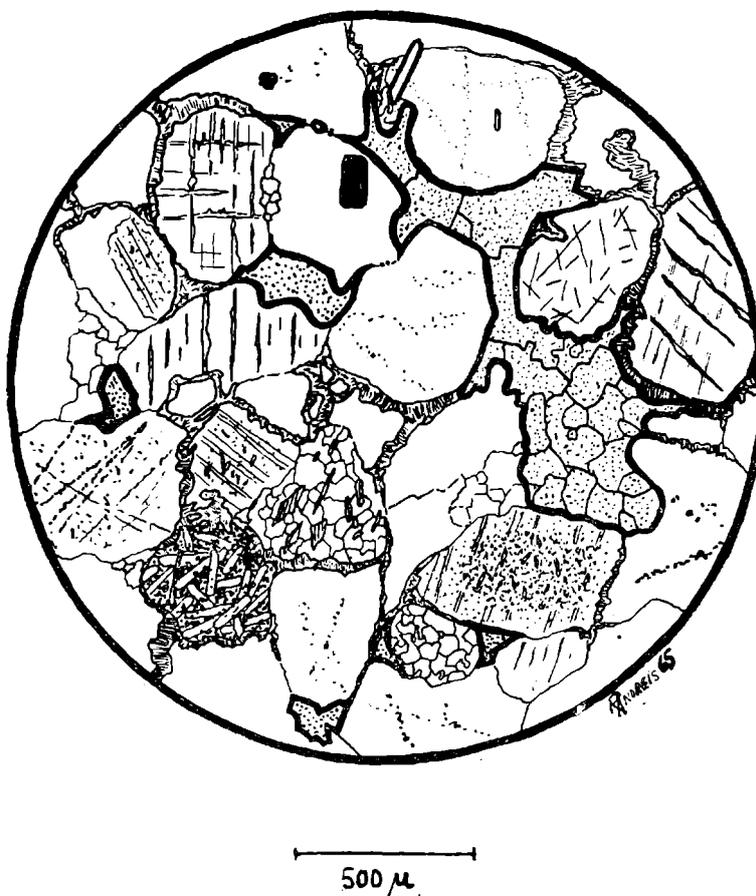


Fig. 18. — Serie de Sauce Grande. Muestra FCN 2910: ARCOSA. Clastos angulosos a subredondeados, de tamaño mediano, de cuarzo, ortoclasa micropertítica, microclino y plagioclasa (turbia). Clastos líticos subordinados a faldespáticos, de cuarcitas, vulcanitas y pelitas (pizarras?). En los clastos una matriz sericítica (recristalizada) y calcita cristalina (en parte corroclastos cuarzosos).

verdosas a verde azuladas (FCN 2910, Fig. 18) de las secciones intermedias, son reemplazados en parte por otras castañas a castaño amarillentas (CIC 221, Fig. 19) hacia el contacto con las limolitas y psamitas azuladas de la Serie de Piedra Azul (consideradas en este trabajo como integrantes de la Serie de Sauce Grande). Consideradas en forma complejiva, estas psamitas pueden ser clasificadas, de acuerdo con el criterio de Pettijohn (1957), como *areniscas feldespáticas* (CIC 221) a veces transicionales a verdaderas *arcosas* (FCN 2910).

El estudio mineralógico de las muestras, efectuado sobre la base del análisis de cortes delgados y a grano suelto, revela una notable similitud de los caracteres generales de los elementos clásticos psamíticos (madurez textural, alteración, etc.) entre las wackes de los niveles tillíticos y las areniscas feldespáticas-arcosas intercala-

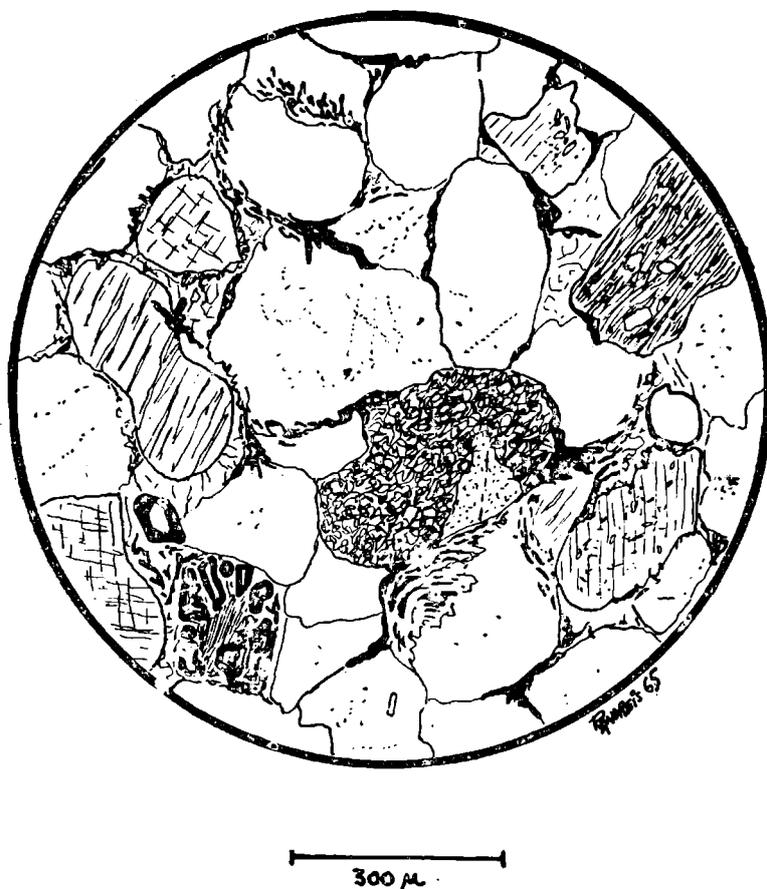


Fig. 19. — Serie de Sauce Grande. Muestra C.I.C. 221: ARENISCA FELDESPÁTICA. Moderada selección y angularidad. Clastos de cuarzo (límpidos o con inclusiones fluidas), ortoclasa micropertítica (subredondeada), plagioclasa (sericitizada), líticos (limolitas, vulcanitas), granate (cloritizado en parte) en una matriz clorítica parcialmente pigmentada de limonita. El contacto es sutural entre clastos cuarzosos donde falta la matriz.

das. La frecuencia de los minerales presentes (los accesorios son considerados en conjunto por la baja proporción hallada) se representa en la tabla III, que contiene además con criterio comparativo datos extraídos de la descripción de Crotti (1942).

Cuarzo. Es el mineral más abundante en todas las muestras. Se lo encuentra en granos angulosos a subangulosos de tamaño promedio 100 micrones; los individuos subredondeados son menos comunes y los bien redondeados raros, estos últimos correspondientes a fragmentos mayores de hasta 450 micrones. La extinción ondulante es frecuente en todas las muestras, aunque poco marcada, producto de la deformación sufrida por las sedimentitas; no obstante, en algunos individuos con extinción ondulante notable hasta fragmentaria, ésta ha sido considerada como heredada. Las inclusiones son comunes, especialmente las fluidas (orientadas o no orientadas); las sólidas son relativamente frecuentes y está representadas, en or-

den de abundancia, por finas agujas de rutilo, prismitas de apatita, zircón, opacos, micas y turmalina verde. La abundancia de inclusiones fluidas sugiere que el cuarzo probablemente derive de rocas plutónicas más que metamórficas, aunque sin descartar éstas.

Dentro del cuarzo se incluyen además fragmentos subangulosos de cuarzo de vena y de cuarzo granoblástico de recristalización, que aparecen en cantidades muy subordinadas.

Feldespatos. Por lo general, su contenido es bajo, configurando algo menos del 10 % promedio de los wackes y aproximadamente el 15 % en las areniscas feldespáticas-arcosas. Es norma que los feldespatos aparezcan lípidos, frescos, con raras señales de alteración alofánica (alcalinos) o alofánico-sericitica o sericitica (plagioclasas). Sólo hemos encontrado unos pocos individuos de ortoclasa con avanzada alteración alofánica, que suponemos herencia de la roca primitiva de donde proviene el mineral.

Los feldespatos alcalinos, representados por ortoclasa (y sus variedades pertíticas) y microlino muestran un moderado redondeamiento apareciendo también como fragmentos tabulares de clivaje poco desgastados. El microlino forma individuos grandes (hasta 500 micrones) en tanto que la ortoclasa suele ser de tamaño más uniforme y más reducida (200 micrones). Las variedades pertíticas de este mineral son escasas y de tipo maculoso o venoso.

Las plagioclasas presentan caracteres similiares a los feldespato alcalinos en lo que respecta a la forma y tamaño de los granos, habiéndose encontrado clastos mayores que miden hasta 420 micrones. Casi todos los granos presentan maclas polisintéticas, seguidas por las de Carlsbad-albita muy subordinadas. El desarrollo de la zona-

TABLA III

COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS WACKES (en por ciento)
(matriz de paraconglomerados)

Muestra N°	FCN 2012	CIC 205	CIC 206	CIC 211	CIC 212	15	16	19	20	Promedio
Cuarzo	22	43	25	35	28	25	58	46	38	35,8
Plagioclasa	2	3	1	5	10	10	3	4	3,5	8,4
Ortoclasa	1	5	1	4	2					
Microclino	2	1	5	5	8					
Litoclastos	13	6	12	11	11	5	?	?	3	7,0
Matriz	59	40	56	25	40	59	38	50	56	47,0
Accesorios	1	1	1	1	-	1	1	-	1	0,7
Carbonatos	x	-	-	4	-	-	-	-	-	0,5

NOTA: Las muestras números 15, 16, 19 y 20 corresponden a descripciones de Crotti (1942).

COMPOSICION MINERALOGICA DE LOS NIVELES PSAMITICOS
(en por ciento)

Muestra N°	FCN 2910	CIC 221	18	Promedio
Cuarzo	52	77	80	69,6
Plagioclasa	10	6		
Ortoclasa	12	7	4	15,0
Microclino	5	1		
Litoclastos	9	3		4,3
Matriz	3	4	15	7,3
Accesorios	2	1	4	2,3
Carbonatos	7	-	7,5	4,8

NOTA: La muestra n° 18 ha sido descrita por Crotti (1942).

ción es excepcional, ya que sólo el 5 % de las plagioclasas muestran dicha estructura, de tipo normal. La naturaleza de estos feldespatos es relativamente constante dentro de los límites oligoclasa ácida (An 11 %) hasta andesina básica (An 47 %), con una distribución frecuente alrededor del límite oligoclasa-andesina.

Clastos líticos. Del examen microscópico se desprende que la mayor parte corresponde a tipos descritos como fenoclastos. Se trata de un conjunto de sedimentitas (ortocuarcitas, cuarcitas feldespáticas y ftanitas), eruptivas (granitos calco-alcalinos, aplitas graníticas, riolitas con pasta microcristalina y diabasas albitizadas; se agrega además intercrecimientos gráficos) y escasas metamorfitas (filitas cuarzo feldespáticas con turmalina y esquistos cuarzo sericiticos). Forman granos subangulosos a subredondeados, más raramente redondeados (los más grandes).

Accesorios. Con porcentajes sumamente reducidos se encuentran *biotita* parcialmente cloritizada; *clorita* (variedad penninita), *rutilo*, *titanita*, *turmalina* verde y "pardo rojiza" (Crotti, 1942), *zircón* algo redondeado, a veces zonal, incoloro o de la variedad jacinto según las determinaciones de Crotti (1942), *granate* rosado o incoloro, *magnetita* parcialmente limonitizada y *apatita*. Epidoto, zoisita, siderita y estauroлита, citados por Crotti (1942) no han sido hallados en nuestras muestras.

Texturas y estructuras. Según lo expresara Suero (1956), el grado de angulosidad y tamaño de los fenoclastos es variable tanto en el sentido horizontal como vertical y reconoce que en ciertos casos se puede hablar de verdaderas tillitas, con la típica distribución caótica en una pasta limosa y arenosa bien litificada (debidos a fenómenos de recristalización y silicificación).

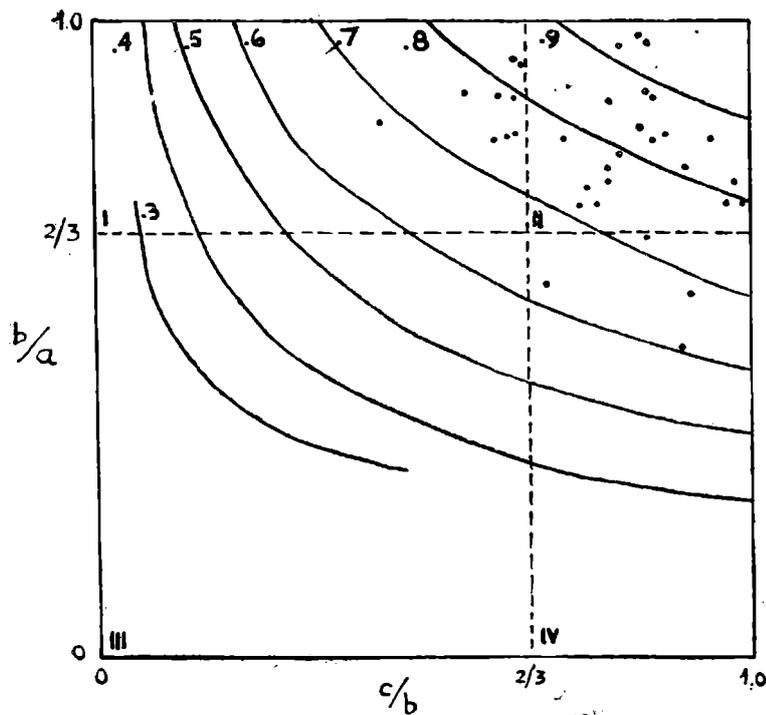
Los fenoclastos varían en tamaño desde granos pequeños (del tamaño de una avellana) hasta bloques de hasta 50 cm, siendo el

tamaño promedio entre 5 y 10 cm según los niveles que son observados. La distribución granulométrica de los elementos psefíticos a través de la serie glacial es irregular principalmente en las secciones inferiores y media por la presencia de conglomerados de aspecto tillítico; la aparición de psefitas glacifluviales en los niveles superiores no modifica sustancialmente los caracteres granulométricos de las sedimentitas, aunque podría suponerse una mayor proporción de fragmentos correspondientes a la fracción guija, vale decir entre 64 y 256 mm (González Bonorino y Teruggi, 1952), en el área recorrida por el arroyo Piedra Azul.

A causa de la silicificación sufrida por la matriz que se traduce en la elevada tenacidad de las rocas psefíticas, lo que impide la extracción de los fenoclastos, el análisis de la forma y demás características de la textura superficial de los mismos ha sido efectuada en forma muy general. No obstante esta dificultad, hemos logrado una serie de datos, obtenidos principalmente en cortes naturales de arroyos o artificiales de vías férreas, que aunque distan de ser completos dan una idea aproximada de lo que ocurre en el campo.

Ante todo, cabe consignar que la deformación de los fenoclastos es, por lo común, poco marcada o inexistente, representada por un pobre desarrollo de espejos de fricción, principalmente en las secciones inferiores de la serie glacial. En ningún caso se ha encontrado los rodados aplastados ni de bordes laminados a que se refiere Rig-

A



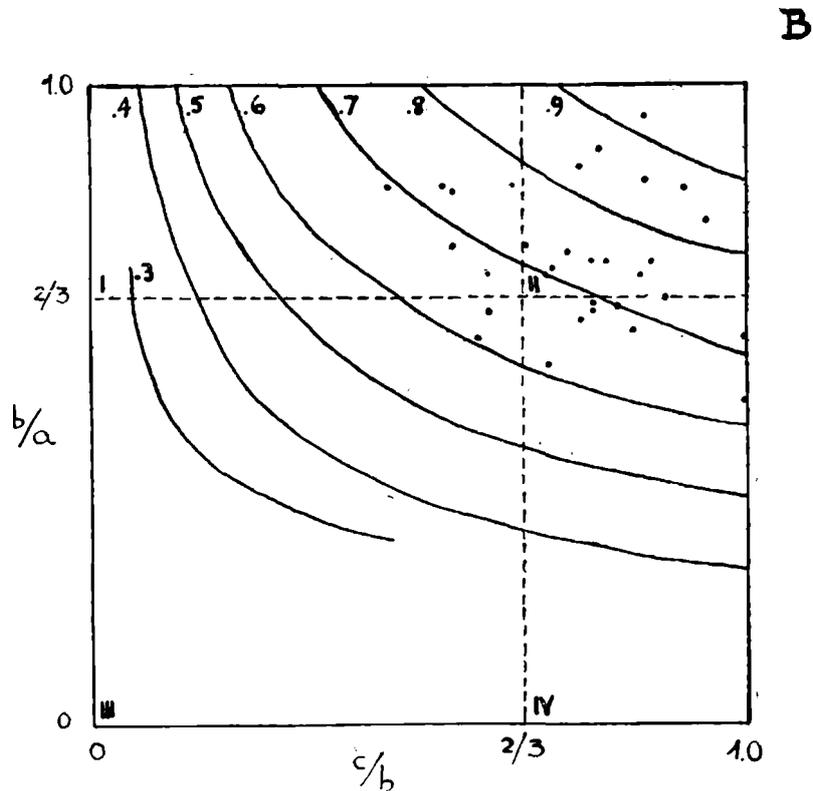


Fig. 20.— Forma y esfericidad de fenoclastos incluidos en las sedimentitas psefiticas. A. Conglomerados glacifluviales; B. Tillitas. (I. Discoidal; II. Esférico; III. Tabular. IV. Prismático).

gi (1935); existen en la faja de las sierras de Tunas y Pillahuincó y la ladera de Nordeste de la Sierra de la Ventana, respectivamente.

En general, tanto en los conglomerados tillíticos como en los de tipo glacifluvial es común observar que predominan los fenoclastos de formas prismáticas, subtabulares y elipsoidales (bicóncavos) sobre las formas piramidales, cuneiformes, piano-convexos o irregulares. En varios puntos de la serie glacial, se trató de realizar un examen analítico comparativo de las formas y esfericidad de los fenoclastos incluidos en los dos tipos de sedimentitas psefiticas. A tal efecto, se procedió a medir las dimensiones de los fenoclastos (ejes mayor, intermedio y menor) y de acuerdo con las especificaciones de la clasificación de Zingg (1935) se calcularon las formas respectivas y el valor de la esfericidad promedio.

Hemos comprobado de esta manera que los rodados de las sedimentitas glacifluviales son mayormente equiaxiales y presentan una esfericidad de 0,80 en tanto que los incluidos en conglomerados tillíticos muestran una definida tendencia hacia las formas triaxiales (laminares) y una esfericidad menor de aproximadamente 0,70 (ver Fig. 20).

Estas diferencias de forma y esfericidad, asociadas con un aumento notable en la proporción de fenoclastos con moderada a bue-

na redondez, reflejan la mayor madurez textural observada en los depósitos de génesis glaci-fluvial y permiten descifrar la historia de abrasión y las condiciones de depositación de los mismos. Cabe aclarar que en las sedimentitas de aspecto tillítico la angulosidad o débil redondeamiento son característicos en términos generales, no pudiéndose establecer proporciones relativas dadas las condiciones específicas de dichas sedimentitas.

Durante el estudio sistemático de los niveles conglomerádicos y de los fenoclastos en particular, hemos podido observar, principalmente en los depósitos flaci-fluviales de la sección superior de la Serie de Sauce Grande, que éstos presentan una orientación de los ejes mayores más o menos paralela al rumbo del diaclasamiento regional (aproximadamente $315-320^\circ$), disposición preferida que, con otros valores angulares, también había sido advertida en el conglomerado basal del Grupo de La Lola en el Cerro Pan de Azúcar. Quizás algo influidos por esta analogía nos abocamos a un exhaustivo examen de la orientación de los fenoclastos a fin de determinar o al menos esbozar las características de la fábrica de los conglomerados. Desechada la posibilidad de una fábrica de deformación, por la virtual ausencia de elementos de juicio que la avalaran (debe recordarse que los fenoclastos sólo muestran un débil desarrollo de espejos de fricción), a pesar que en una primera observación los rodados parecen disponerse con sus ejes intermedios en posición aproximadamente paralela al plano de diaclasamiento y contribuyen a suponer una fábrica deformacional.

La sospecha de una fábrica sedimentaria (deposicional) sólo modificada ligeramente por deformación ha resultado confirmada luego de medir la orientación de unos 400 fenoclastos. En suma, es común observar además de la posición definida de los ejes mayores, que los ejes intermedios presenten una relativa libertad de posiciones dentro del plano perpendicular respecto al eje mayor en las sedimentitas de aspecto tillítico, o bien un notable paralelismo (con menores variaciones sin importancia estadística) en los depósitos glaci-fluviales. Como veremos más adelante (véase correlaciones) las determinaciones de orientación de los ejes mayor e intermedio tienen suma importancia para la reconstrucción paleogeográfica local y el establecimiento de un sistema de paleocorrientes.

Al respecto cabe recordar que los estudios Holmes (1941), entre otros, han demostrado que en el till moderno existe una débil tendencia de los rodados a disponerse con sus ejes mayores paralelos a la dirección de flujo del glacial o a la de la corriente fluvial asociada, y una menor concentración de ejes mayores transversales al movimiento del hielo.

La falta de afloramientos apropiados ha sido el mayor inconveniente con que se tropezó en la determinación de algún sistema de paleocorrientes mediante la orientación de rodados, sin contar la dificultad de poder reconocer la posición del estrato portador. Finalmente se eligió como el más adecuado el segundo corte artificial del ferrocarril conocido por las descripciones de Keidel (1916). En este corte aflora un típico conglomerado glaci-fluvial de aproximadamente 2 metros de potencia, que descansa sobre un estrato lenticular de composición arcósica (muestra F.C.N. 2910), y se extiende

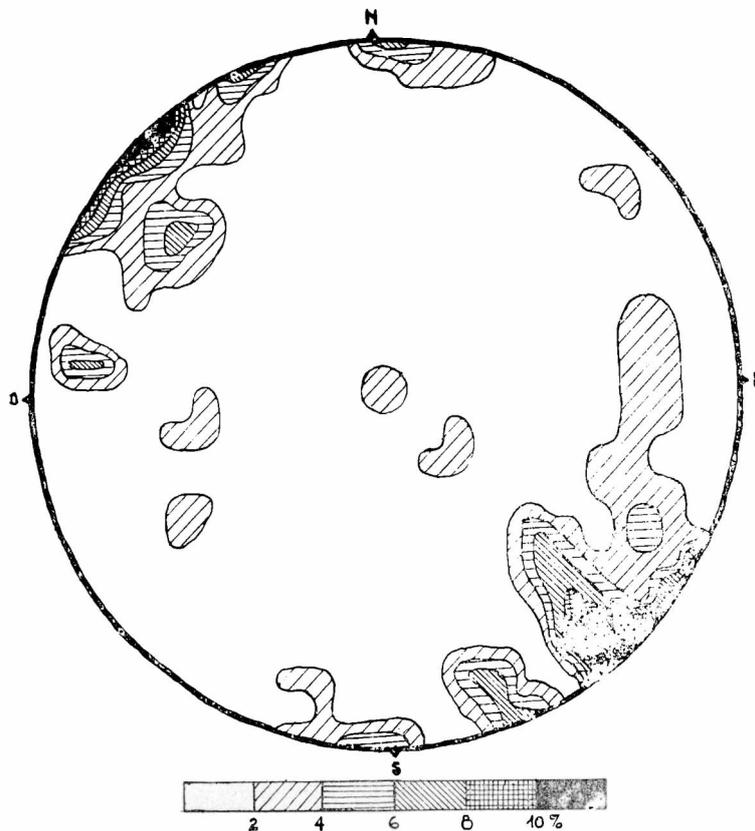


Fig. 21.—Diagrama de orientación de ejes mayores de fenoclastos de conglomerados glacifluviales (210 mediciones).

con rumbo Norte en dirección a la ladera occidental del Cerro Pillahuincó.

En total se determinó la posición de 210 rodados, cifra que de acuerdo con el criterio de Holmes (1941) es estadísticamente representativa (ese autor considera 100 mediciones como mínimo). El resultado de las mediciones puede observarse en los diagramas de contorno adjuntos, en los que se muestra la posición del eje mayor (Fig. 21) y del eje intermedio (Fig. 22). En ambos diagramas, dada la aparente horizontalidad del estrato, no se efectuaron las correcciones al plano horizontal.

Como puede apreciarse se advierte una definida orientación de los ejes mayores en dirección NO-SE al parecer relacionada con la esquistosidad regional, con una ligera tendencia a buzarse hacia el Oeste, en tanto que los ejes intermedios buzaron al NE con valores promedio de 10° o en menores proporciones al SO en posición subhorizontal (promedio 3°). De acuerdo a lo expuesto precedentemente podemos suponer la existencia de corrientes fluviales provenientes del cuadrante Noreste.

Antes de finalizar las referencias texturales debemos mencionar el hallazgo en niveles basales y superiores de la sucesión gla-

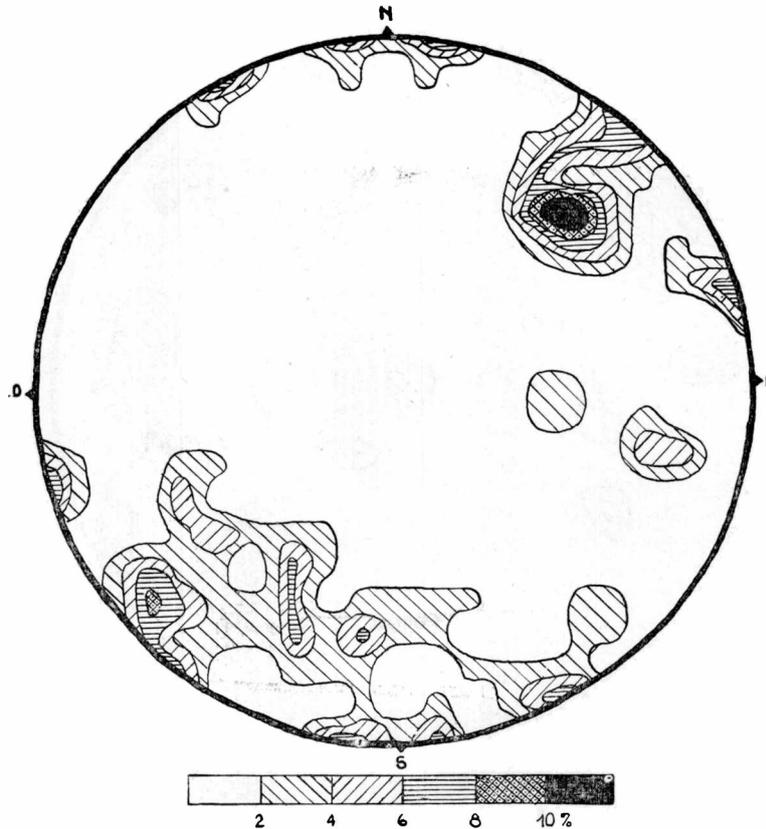


Fig. 22. — Diagrama de orientación de ejes intermedios de fenoclastos de conglomerados glaciales (210 mediciones).

cial, de marcas superficiales en los fenoclastos. Se trata de estrias poco marcadas de disposición paralela o subparalela al largo del fenoclasto y observable en los dos lados del mismo. Cabe señalar que la proporción de fragmentos estriados es sumamente baja, hecho que también Suero (1957) reconociera, pues solo se han hallado 3 sobre un total de casi 600 observados en el terreno. Esta baja proporción bien puede deberse, como reconoce Pettijohn (1957) para depósitos similares a los nuestros, a la imposibilidad de poder extraer los fenoclastos de la matriz a causa de su elevada silicificación, pero creemos que debe haberse producido también la obliteración de las estrias como consecuencia de la formación de los pequeños espejos de fricción durante la deformación de las sedimentitas portadoras.

Los fenoclastos facetados, si bien se encuentran en todos los afloramientos, no son "relativamente comunes" como lo señalara Suero (1956).

Color del conglomerado. En general nuestras observaciones coinciden con las referencias de Hauthal (1896), Coleman (1918), Harrington (1947) y Suero (1957) entre otros, respecto a los caracteres cromáticos de los depósitos psófiticos.

En efecto, si bien la mayor parte de ellos presenta color verde, se advierten matices gris oscuros algo verdosos, gris verdosos y verde oscuros hasta gris azulados en las porciones superiores de la Serie. Las tonalidades grisáceas a veces algo amarillentas que con frecuencia se observan en los afloramientos son debidos exclusivamente a meteorización superficial (pigmentación limonítica).

Clasificación. De acuerdo con la clasificación propuesta por Pettijohn (1957), tanto las sedimentitas de aspecto tillítico como los conglomerados glacifluviales corresponden al tipo definido como *paraconglomerados* por el exceso de matriz arcillosa (o su equivalente diagenético) sobre los fragmentos del tamaño de grava. Cabe consignar además, que los depósitos glacifluviales contienen, término medio, menor proporción de matriz micácea.

Metamorfismo. La influencia de los fenómenos metamórficos en las sedimentitas estudiadas es relativamente poco marcada probablemente por la abundancia de matriz intersticial.

En la mayoría de los casos se ha observado preferentemente cristalización sintectónica (recristalización de la matriz primitiva en un agregado cuarzo-sericitico) y cristalización postectónica (formación de venillas irregulares y lentiformes con típica textura de panal y composición cuarzosa; reemplazos calcáreos son frecuentes). Los fenómenos de deformación postcristalina quedan reducidos a una débil cataclasis que puede ser mejor observada en las sedimentitas psamíticas.

Ambiente de sedimentación. Según Keidel (1947) la regresión del mar epicontinental en la segunda mitad del Devónico marca el nacimiento del gran continente austral denominado Gondwana que, en la cuenca de las Sierras Australes, se manifiestan con acumulaciones psefiticas y otras sedimentitas asociadas y constituyen la Serie de Sauce Grande, formación basal del Sistema de Pillahuincó.

De acuerdo con las ideas de Borrello (1964) tal asociación litológica "tiende a configurar, por los caracteres de su distribución sobre ambientes considerados de plataforma no estable y miogeosinclinal, un fenómeno deposicional de naturaleza exogeosinclinal".

Es difícil poder determinar con certeza las condiciones ambientales. El modo de formación de las sedimentitas es oscuro y el hecho de no poder determinar con certeza la naturaleza de las psefitas, a las que se asigna, en conjunto, el nombre de "tillitas" ocasiona —en nuestra opinión— falsas concepciones acerca de su modo de origen.

Aparentemente la acumulación de las sedimentitas, en particular las psefiticas, puede haber tenido lugar en áreas litorales de un continente bajo, cubierto por una calota con movimientos del hielo hacia los bordes y que cubría el territorio uruguayo y sudbrasileño, con centro de dispersión, según Leinz (1937), en el Ecuado Riograndense. La idea de un continente glaciado cercano al nivel del mar ya había sido considerada por Woodworth (1912) y Coleman (1918), para Brasil y Africa.

Los espesos depósitos de aspecto tillítico de las porciones inferiores hasta medias, de la Serie de Sauce Grande, caracterizados por la presencia de fenoclastos angulosos a subangulosos (los redondeados son poco frecuentes) irregularmente distribuidos en una matriz sin estratificación (o laminación) a veces muy imprecisa, señalan condiciones de sedimentación por glaciares o por hielos flotantes. En ambos casos, de acuerdo con Dunbar y Rodgers (1958), los sedimentos son llevados y abandonados sin que haya selección y el resultado es un depósito no estratificado. Sólo en el caso de sedimentitas con estructuras poco visibles puede sospecharse la existencia de una débil actividad de las corrientes. La posibilidad de la presencia de hielos flotantes no se ajusta a las características de los depósitos conglomerádicos, pues no se han encontrado bloques erráticos de gran volumen que permitan suponer tal cosa; por el contrario, es frecuente hallar bloques de más de un metro de diámetro en las tillitas del territorio uruguayo y del Brasil meridional. Al respecto, Terra Rocca (1926) señala la presencia de bloques de 5 metros de diámetro, de naturaleza granítica, en Paso Ramirez, departamento de Sarandí (Uruguay).

Oppenheim (1934) al estudiar las sedimentitas glaciales que constituyen la formación de Itararé en el sur brasileño, ha reconocido una serie de criterios de campo que le han permitido caracterizar "una glaciación terrígena fluvio y marino-glacial, constituida por depósitos de hielos flotantes (no es el caso de Sauce Grande) y sedimentos transportados por ríos y aguas de fondo de morenas por fusión del hielo en movimiento". Estos criterios son la presencia de sedimentitas varvadas, predominancia de rodados, escasez de fenoclastos estriados, la ausencia de una superficie estriada y modelada de las rocas preglaciales y el hallazgo de moluscos.

Aplicando estos criterios en nuestras sedimentitas se advierte que se cumplen en su mayor parte. En efecto, hemos observado predominancia de fenoclastos en relación a otras fracciones granulométricas en las porciones inferiores a medias de la Serie; las estrias son muy raras —probablemente por la naturaleza de los fenómenos que han actuado sobre los fenoclastos— ya que sólo se encontraron 3 en 600 fenoclastos y no ha sido comprobada en las áreas del contacto con las rocas eodévicas del Grupo de Lolén superficie modelada alguna. Con respecto al hallazgo de moluscos éstos han sido encontrados en las porciones superiores de la Serie incluidos en fangolitas y psamitas con rodados muy dispersos (en Abra Fea, Keidel, 1916) y representan una sustancial modificación de las condiciones ambientales como veremos más adelante. La ausencia de depósitos varvados típicos en nuestra zona de estudio bien puede ser casual y ser encontrados en áreas ubicadas más al sur o al norte del área recorrida.

A partir de la sección media de la sucesión glacial comienzan a manifestarse cambios en la sedimentación tillítica, con intercalaciones de psamitas macizas a veces con estructuras internas entrecruzadas poco perceptibles, que marcan el comienzo de un proceso tendiente a la instalación, en los niveles superiores de Sauce Grande y especialmente en las series de Bonete y Tunas (con la posible interrupción de Piedra Azul), "de una secuencia de tipo paraliogeo-

sinclinal" (Borrello, 1964). Un claro indicio de la existencia de ingresiones, probablemente transitorias y escasa duración, es la presencia de ondulitas de oscilación con crestas niveladas y estructuras de corriente de tamaño reducido, además de la presencia de moluscos en Abra Fea. No obstante, el engranaje entre los sedimentos marinos y los depósitos glaciales no es fácil de determinar (Windhausen, 1931).

Procedencia del material psefitico. Los limitados resultados obtenidos con el análisis de orientación de los fenoclastos incluidos en las psefitas glacifluviales, permiten suponer, si bien no confirmar, la posibilidad de un aporte desde el cuadrante Noreste, vale decir desde Brasil a través del territorio uruguayo. Esta contribución agrega un nuevo argumento a favor de la procedencia desde el Escudo Riograndense sostenida por Leinz (1937) y admitida por Coleman (1918), Keidel (1922), Windhausen (1931) y Oppenheim (1964). No obstante algunos autores —Walther (1932), Woodworth (1912) y Du Toit (1927) entre otros— basándose en observaciones geológicas y litológicas han reconocido movimientos hacia y desde el Oeste y hacia el cuadrante Sudeste (Du Toit). Como expresara Leinz (1937) es perfectamente plausible que la dirección de los hielos haya sufrido alguna modificación durante las diferentes fases del período glacial, a semejanza de lo que ocurrió durante la glaciación del Cuaternario europeo.

Afortunadamente disponemos de un elemento de suma importancia que nos permite inferir la composición litológica de la superficie recorrida por los hielos. Nos referimos a los fenoclastos incluidos en los paraconglomerados y en particular a los *fenoclastos-guía* (seixos-guía de Leinz, 1937). En un análisis comparativo de la frecuencia composicional hallada en los depósitos brasileños (Leinz, 1937), uruguayos (Terra Aroeira, 1926; Falcner, 1936; Lambert, 1940 y Goñi-Caorsi, 1958) y argentinos (Keidel, 1916; Coleman, 1918; Harrington, 1942; Suero, 1956 y nuestros datos), se advierte sin lugar a dudas la riqueza en fragmentos de naturaleza plutónica metamórfica, frente a aquellos volcánicos o sedimentarios. Localmente (tillitas de Ipanema en San Pablo, Brasil y en las Sierras Australes) los fenoclastos de rocas sedimentarias, en especial de "cuarcitas" o "areniscas", pueden sobrepasar en relación 2:1 al conjunto eruptivo-metamórfico, acompañados por reducidas cantidades de calizas no metamórficas grises. Queda aún por considerar la baja frecuencia de fragmentos de vulcanitas que responden al tipo "pérfido" y diabasas, es decir de cristalización en cuerpos filoníanos, que también han sido reconocidos en las sedimentitas de Brasil y Uruguay con caracteres similares.

En suma, la asociación litológica en los depósitos bonaerenses y uruguayos aludidos, coinciden con el esquema presentado por Leinz (1937) del relieve y composición del relieve preglacial del sur brasileño (al menos en el área de la Sierra do Mar), integrado esencialmente por un complejo cristalino eruptivo-metamórfico y restos de una cubierta sedimentaria (explicaría la desigual distribución de fenoclastos de génesis sedimentaria) formada por psamitas devónicas y calizas grises presumiblemente silúricas (no se conocen afloramientos en suelo brasileño).

Finalmente, y a fin de completar las consideraciones acerca del área de procedencia, debemos referirnos al centro de dispersión de los hielos ubicado, según Leinz (1937) en el Escudo Riograndense. Este autor, basándose exclusivamente en la potencia y caracteres litológicos de las sedimentitas glaciales en Uruguay y Argentina, y en la reducida extensión de los depósitos similares en el estado de Río Grande do Sul, señaló: "...durante los tiempos glaciales el escudo riograndense ocupaba un nivel relativamente elevado, de modo que sobre él no había posibilidad de una sedimentación glacial, predominando por el contrario una fuerte erosión que proveyó en parte de material para los depósitos glaciales argentinos y uruguayos... Además, la trayectoria del movimiento del hielo en dirección de Argentina y Uruguay, parece rodear al escudo riograndense; asimismo los sedimentos glaciales y postglaciales se depositaron en un arco que acompaña la elevación del mismo escudo" (traducción del autor presente).

Asimismo Leinz refiere que esta hipótesis sería confirmada por el hallazgo de fenoclastos-guía provenientes del territorio brasileño en los depósitos argentinos y uruguayos. Reconoce como especialmente apropiados "numerosos tipos de andesitas, brechas andesíticas, pórfidos graníticos y pórfidos cuarcíferos". Es probable —no existen estudios petrográficos comparativos— que las diabasas albitizadas y riocacitas corresponden, al menos en parte, a las rocas descriptas por Leinz (1936).

CONCLUSIONES

1. Las sedimentitas psefiticas son definidas como ortoconglomerados oligomicticos (La Lola y Bravard) y paraconglomerados (Sauce Grande).
2. No obstante los fenómenos metamórficos que han afectado las rocas, representados por crecimiento sintectónico y posttectónico, y deformación postcristalina, es común encontrar indicios de la textura sedimentaria primitiva. En particular, estas modificaciones han sido menos intensas en las psefitas de Sauce Grande, lo que ha permitido estudiar los pormenores texturales y estructurales.
3. El conglomerado de La Lola contiene fenoclastos de cuarcitas y, en cantidades subordinadas de pélitas cuarzosas y cuarzo de vena. A excepción de las dudosas milonitas de granito, no se ha observado aporte significativo de las eruptivas del Basamento local. La matriz es de naturaleza protocuarcítica, aunque las bandas libres de rodados son más cuarzosas (ortocuarcíticas). La baja esfericidad observada en los fenoclastos parece ser un carácter heredado de la forma primitiva (deposicional) de los mismos.
4. La fracción psamítica del conglomerado de La Lola, compuesta esencialmente por cuarzo (sedimentario y metamórfico) y variables cantidades de sericita pigmentada por hematita y/o goethita, contiene escasísimos minerales pesados (0,1 %) representadas por granate, calcopirita, magnetita (también metamórfica), zircón, hornblenda, turmalina cas-

taña, apatita, biotita (probablemente metamórfica), calcita y baritina.

5. La elevada madurez composicional de las sedimentitas psamíticas y de la matriz del conglomerado de Bravard, permite incluirlas dentro del grupo de las ortocuarzitas.
6. En el aspecto textural, los fenoclastos incluidos en la matriz de las psefitas de aspecto tillítico (Sauce Grande), muestran una tendencia hacia las formas triaxiales (laminares) y esfericidad de 0,70 en tanto que los incluidos en conglomerados glaci-fluviales son mayormente equiaxiales y presentan una esfericidad mayor, de 0,80.
7. En los paraconglomerados que integran la Serie de Sauce Grande, tanto las tillitas como las psefitas de génesis glaci-fluvial, se advierte una abundancia de fenoclastos de génesis eruptivo-metamórfica, aunque siempre subordinados a las rocas sedimentarias.
8. En orden de abundancia, entre los fenoclastos de sedimentitas, se han encontrado subgrauvacas, cuarcitas feldespáticas y escasas ortocuarzitas. Entre las eruptivas hemos reconocido granitos alcalinos (y calco-alcalinos) y granodioritas, a veces transicionales hacia las adamellititas, y vulcanitas porfíricas (cristalizadas en filones) en cantidades subordinadas, de naturaleza ácida (riolitas calco-alcalinas) y mesosilícicas (riodacitas y diabasas albitizadas). Finalmente, las metamorfitas están representadas por ectinitas y migmatitas.
9. La matriz de los paraconglomerados ha sido definida como wacke, reconociéndose tipos cuarzosos y lítico-subfeldespáticos. Los niveles psamíticos (no se incluye la matriz), presenta en conjunto, composición feldespática, ya que hemos descrito areniscas feldespáticas a veces transicionales a verdaderas arcosas.
10. Al microscopio pueden establecerse netas diferencias en el contenido mineralógico entre las wackes y psamitas feldespáticas a causa de la abundancia de matriz y la menor proporción de cuarzo y feldespatos, además de la escasez de carbonatos, en las primeras en relación a las segundas.
11. El grupo de minerales livianos están integrado por cuarzo (mayormente clástico), feldespatos alcalinos (ortoclasa y microlino, y sus variedades micropertíticas) y plagioclasa con raras estructuras zonales y composición promedio oligoandesina. Los litoclastos son de composición similar a la observada en los fenoclastos.
12. Entre los minerales pesados se advierten biotita, clorita (variedad penninita), rutilo tittanita, turmalina verde, zircón, granate, magnetita y apatita. Epidoto, zoisita, siderita, estauroлита y turmalina pardo rojiza —citados por Crotti (1942)— no han sido hallados en las muestras estudiadas.
13. Los limitados resultados obtenidos con el análisis de orientación de fenoclastos en depósitos glaci-fluviales (210 mediciones) permite suponer la posibilidad de un aporte desde el cuadrante noreste, es decir representa un nuevo argumento a favor de la procedencia del material clástico desde Brasil a través del territorio uruguayo.

OBRAS CITADAS EN EL TEXTO

- AGUIRRE, E. (1883). *Constitución geológica de la Provincia de Buenos Aires*. En Censo General Prov. Bs. As., 1881, Cap. III, p. 22-39, Buenos Aires.
- ANDREIS, R. R. (1964). *Petrología del grupo eodévónico de Lolén, Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires*. Anales CIC Prov. Bs. As., t. V, págs. 79-124.
- BORRELLO, A. V. (1964). *Los geosinclinales de la provincia de Buenos Aires*. GAEA, t. XII, p. 9-20.
- COLEMAN, A. P. (1918). *Permo-Carboniferous glacial deposits of South América*. Jour. Geol., t. XXVI, p. 310-324.
- CROTTI, A. I. A. (1942). *Contribución al conocimiento de las psamitas argentinas*. Mus. La Plata. Inédito. Tesis N° 40.
- CUCCHI, R. (1962). *Petrología del conglomerado de La Lola, Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires*. Fac. Cienc. Ex. Nat. Bs. As., Inéd., Tesis N° 1130.
- DARWIN, CH. (1876). *Geological observations in South America*. Londres.
- DUNBAR, J. y RODGERS, C. O. (1958). *Principles of stratigraphy*. John Wiley & Sons, New York.
- DU TOIT, A. L. (1927). *A geological comparison of South America with South Africa. With a palaeontological contribution by F. R. Cowper Reed*. Carnegie Inst. Wash., Publ. N° 381, 157 p., U. S. A.
- FALCONER, J. D. (1937). *La formación de Gondwana en el Nordeste del Uruguay, con referencia especial a los terrenos eogondwánicos*. Inst. Geol. Uruguay, Bol. N° 23 b.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. y TERUGGI, M. E. (1952). *Léxico sedimentológico*. Publ. Ext. Cult. y Didáct., Mus. Cienc. Nat. "B. Rivadavia", N° 6, Buenos Aires.
- GOÑI, J. C. y CAORSI, J. H. (1958). *Geología uruguaya*. Inst. Geol. Uruguay. Eol. N° 37, 73 p., Montevideo.
- HARRINGTON, H. (1934). *Sobre la presencia de restos de la flora de *Glossopteris* en las sierras australes de Buenos Aires y su significación en lo referente a las relaciones de la serie glacial y series superiores*. Rev. Mus. La Plata, t. XXXIV, p. 303-338, Publ. Fac. Cienc. Ex. Nat. Bs. As., Ser. "B", N° 14, Buenos Aires.
- HARRINGTON, H. (1941). *Viaje a las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires*. Rev. Mus. La Plata, Secc. Of. 1940, p. 78-80, La Plata.
- HARRINGTON, H. (1942). *Algunas consideraciones sobre el sector argentino del "Geosinclinal de Samfrau"*. Am. 1er. Congr. Panam. Ing. Minas y Geol., t. II, p. 319-339, Santiago, Chile.
- HARRINGTON, H. (1947). *Explicación de las hojas geológicas 33 m y 34 m, Sierras de Curamalal y de La Ventana, provincia de Buenos Aires*. Dir. Nac. Min. Geol., Bol. N° 61, 43 p., Buenos Aires.
- HARRINGTON, H. (1955). *The Permian Eurydesma Fauna of eastern Argentina*. Jour. Palaeont., t. XXIV, N° 1, p. 112-128, Tulsa, U. S. A.
- HAUTHAL, R. (1892). *La Sierra de la Ventana (provincia de Buenos Aires). Apuntes preliminares*. Rev. Mus. La Plata, t. III, p. 3-18.
- HAUTHAL, R. (1901). *Contribución al conocimiento de la Geología de la Provincia de Buenos Aires. I. Excursión a la Sierra de la Ventana. II. Apuntes geológicos de la Sierra de Olavarría*. Publ. Univ. La Plata, N° 1, 30 p.
- HOLMES, CH. D. (1941). *Till fabric*. Bull. Geol. Soc. Am., vol. 52, N° 9, p. 1299-1354, U. S. A.
- KEIDEL, J. (1916). *La geología de las sierras de la provincia de Buenos Aires y sus relaciones con las montañas de Sud Africa y los Andes*. An. Min. Agric. Nac., Secc. Geol., t. XI, N° 3.
- KEIDEL, J. (1922). *Sobre la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico conocidos en la Argentina y su significación para la estratigrafía de la serie de Gondwana y la paleogeografía del hemisferio austral*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, t. XXV, p. 239-368.

R. R. ANDREIS, *Petrografía de las Sedimentitas Psefiticas, etc.* 63

- KEIDEL, J. (1947). *El Precámbrico y el Paleozoico en la Argentina*. Geogr. Rep. Arg., GAEA, t. I, p. 47-302, Buenos Aires.
- KILMURRAY, J. O. (1965). *Petrografía y petrofábrica de las psamitas deformadas de la Serie de Curamalal. Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires*. Act. Seg. Jorn. Geol. Arg. (1963), t. II, p. 113-127.
- LAMBERT, R. (1940). *Notice explicative d'une carte géologique de reconnaissance du Département de Paysandú et des environs de Salto*. Bol. Inst. Geol. Uruguay, N° 27.
- LEINZ, V. (1936). *Os porphyros de Castro (Paraná)*. A. Acad. Bras. Scienc.
- LEINZ, V. (1937). *Estudos sobre a glaciação Permocarbonífera do Sul do Brasil*. Min. Agric. Brasil, Serv. Fom. Prod. Min., Bol. 21, 85 p., Río de Janeiro.
- OPPENHEIM, V. (1934). *Rochas Gondwánicas e geologia do petróleo do Brasil meridional*. Min. Agric. Brasil, Serv. Fom. Prod. Min., Bol. 5, 129 p., Río de Janeiro.
- PETTLJOHN, F. J. (1957). *Sedimentary rocks*. 2ª ed., Harper & Bros., New York, U. S. A.
- RAYCES, E. C. (1941). *Estructura tectónica del Cerro Pan de Azúcar en las Sierras Australes, provincia de Buenos Aires*. Mus. La Plata, Inéd., Tesis N° 30.
- RIGGI, A. E. (1935). *Geología de la sierra de "Las Tunas" y sus relaciones con las demás sierras australes de la provincia de Buenos Aires*. An. Mus. Arg. Hist. Nat., t. XXXVIII, Geol., Publ. N° 26, p. 313-332, 10 láms., Buenos Aires.
- SCHILLER, W. (1930). *Investigaciones geológicas en las montañas del sudoeste de la provincia de Buenos Aires*. An. Mus. La Plata, ser. 2ª, t. IV, 1ª parte, 9-101, 7 láms., La Plata.
- SUERO, T. (1957). *Geología de la sierra de Pillahuincó (Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires). Partidos de Coronel Pringles y Coronel Suárez*. Publ. L.E.M.I.T., Ser. II, N° 74, 31 p., La Plata.
- TERRA AROCENA, E. (1926). *El piso de Itararé y los sedimentos marinos de Rincón de Alonso*. Bol. Inst. Geol. Uruguay, N° 8 a, p. 1-20, Montevideo.
- TERUGGI, M. E. (1950). *Las rocas eruptivas al microscopio*. Publ. Ext. Cult. y Didáct., Mus. Cienc. Nat. "B. Rivadavia", N° 5, Buenos Aires.
- TERUGGI, M. E. (1964). *Paleocorrientes y paleogeografía de las ortocuarcitas de la Serie de la Tinta, provincia de Buenos Aires*. An. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As., t. V, p. 1-27, 5 fig.
- TURNER, F. J. y VERHOOGEN, J. (1960). *Igneous and metamorphic petrology*. 2ª ed., McGraw-Hill, 694 p., New York.
- WALTHER, K. (1932). *Ueber Transgressionen der oberen Gondwana Formation in Südbrasilien und Uruguay*. Centralb. f. Min.
- WILLIAMS, II.; TURNER, F. J. y GILBERT, C. M. (1955). *Petrography. An introduction to the study of rocks in thin sections*. W. H. Freeman, San Francisco, U. S. A.
- WINDHAUSEN, A. (1931). *Geología Argentina. Parte II: Geología histórica y regional del territorio argentino*. 645 p., Buenos Aires.
- WOODWORTH, J. B. (1912). *Geological expedition to Brazil and Chile (1908-1909)*. Bull. Mus. Com. Zool. Harvard College, vol. 56, N° 1 (Geol. ser., vol. 10), U. S. A.
- ZINGG, TH. (1935). *Beitrag zur Schotteranalyse*. Schweiz, min. petr. Mitt., Bd. 15, p. 39-140.