

MINISTERIO DE EDUCACION DE LA NACION  
DIRECCION GENERAL DE CULTURA

REVISTA  
DEL  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION DE LAS CIENCIAS NATURALES  
ANEXO AL  
MUSEO ARGENTINO DE CIENCIAS NATURALES « BERNARDINO RIVADAVIA »  
DIRECTOR GENERAL: PROF. DR. AGUSTIN EDUARDO RIGGI

Ciencias Geológicas

Tomo III, n° 1

CONTRIBUCION

A

LA PETROLOGIA DEL PARTIDO DE TANDIL : EL CERRO NOCETI

(PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

POR MARIO E. TERUGGI <sup>1</sup>

INTRODUCCIÓN

En conversaciones que sostuviera en distintas épocas con el malogrado profesor doctor Enrique Fossa Mancini, habíamos discutido la conveniencia de efectuar investigaciones geológico-petrográficas en la región de Tandil, ya que los estudios realizados eran muy escasos o puramente descriptivos, sin que se describieran las relaciones en el campo de este interesante complejo rocoso. Por ese motivo, decidí realizar un estudio sobre la zona mencionada, que fué presentado como trabajo de adscripción a la cátedra de Mineralogía de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata.

El objetivo que se persiguió, y que he tratado de cumplir, fué el de realizar un trabajo detallado de una pequeña zona del partido de Tandil con el propósito de comprobar su naturaleza petrográfica e interpretar, dentro de lo posible, las relaciones de las rocas estudiadas. En esta contribución se adelantan algunas conclusiones de tipo general y especulativo que quizá no se justificarían por lo reducido de la zona de estudio, pero que tienen su fundamento en otros estudios sobre la misma región que estoy realizando.

<sup>1</sup> Jefe de la División Petrología.

Con el fin señalado en vista, me decidí por el Cerro Noceti, pues, en base a los informes del doctor O. H. Bernasconi, era la región que presentaba mayor diversidad de rocas, a la vez que la presencia de frentes de cantera facilitaba enormemente las observaciones en el terreno. Lógicamente, en zonas de rocas plutónicas como la que estudiamos, sólo se pueden obtener conclusiones genéticas cuando se conoce toda la región; empero, ello significa un estudio largo y paciente, que únicamente se puede realizar a lo largo de varias campañas. El presente trabajo, que abarca un área pequeña, sólo significa una contribución, que será ampliada posteriormente, sobre una zona poco conocida.

A pesar de los inconvenientes y dificultades apuntados, a los que se agrega todavía la ausencia de buena base topográfica, he tratado de demostrar que la zona de Tandil, por lo menos en lo que respecta al pequeño sector estudiado, tiene una variedad interesante de rocas plutónicas y filónicas que hasta ahora ni siquiera se habían señalado. Indudablemente, la interpretación total de este complejo ha de permitir llegar a conclusiones muy interesantes, entre las que se cuentan, entre otras, la posible relación de las rocas filónicas con las de profundidad, la influencia que ha tenido la tectónica de la zona en el emplazamiento de los filones y diques, y la relación mutua entre las tonalitas (dioritas cuarcíferas) que abundan en toda la región y los granitos aplíticos que afloran en ciertas partes. De todos modos, resulta interesante destacar que, en el Cerro Noceti, faltan por completo las rocas graníticas, lo que parece ser el caso general de casi toda la región en base a las observaciones que he realizado en mi recorrida de la zona. Tampoco he podido comprobar la presencia de las rocas gnéisicas que mencionan, dudosamente, algunos autores.

Quisiera finalizar expresando mi reconocimiento a quien en vida fuera mi profesor asesor, el lamentado doctor E. Fossa Mancini. Mi agradecimiento se hace aquí extensivo al doctor A. E. Riggi, Director del Museo Argentino de Ciencias Naturales « Bernardino Rivadavia » e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, quien me brindó toda clase de facilidades para la realización de este trabajo.

Los dibujos de los cortes delgados han sido realizados por la señora Lic. María C. E. de Di Lorenzo; el mapa geológico-topográfico fue preparado para la publicación por el dibujante señor Horacio L. Cuyás.

Finalmente, el señor Carlos Noceti Campos, propietario de la zona en que se encuentra el cerro homónimo, me brindó amplia hospitalidad y grandes facilidades durante mi permanencia en Tandil.

ANTECEDENTES PETROGRÁFICOS SOBRE LA ZONA DE TANDIL

Si bien son relativamente abundantes los trabajos de índole geológica y petrográfica que se han publicado sobre las sierras del Sur y Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, resulta harto extraño que la zona de Tandil propiamente dicha haya permanecido prácticamente ignorada y que muy pocos investigadores hayan prestado atención a esta región, de tan fácil acceso y que presenta tantas características interesantes. La razón de tal deficiencia quizá se explique por el hecho de que en esa zona son imprescindibles los estudios petrográficos, los que no se han podido realizar a causa de que la petrografía, como rama independiente o complementaria de la geología, sólo en los últimos lustros ha adquirido en la Argentina un desarrollo adecuado.

De cualquier modo que sea, y dejando de lado descripciones de viajeros y exploradores, parecen haber sido Heusser y Claranz quienes se ocuparon por primera vez de las rocas de esta zona. Estos dos autores, en su clásico trabajo publicado en 1863, distinguieron en la región de Tandil tres variedades principales de rocas: *granito*, *gneis*, y otra que poseía caracteres intermedios entre las dos nombradas, y que, ante la imposibilidad de definirla precisamente, fué bautizada con el nombre de *gneis-granito*. Esta necesidad de emplear un nombre nuevo, que se ha conservado en casi toda la literatura posterior, implica tácitamente que ya desde los primeros estudios hubo dificultades para la clasificación de las rocas de Tandil.

Algunos años más tarde, en 1882, Aguirre vuelve a ocuparse de las rocas de esta zona, y con un criterio más o menos similar, distingue también tres variedades de rocas, que él denomina *gneis*, *gneis-granito* y *gneis granítico*, añadiendo que este último nombre lo emplea porque casi todos los yacimientos muestran cierta estratificación (sic). Lo que Aguirre llama estratificación debe corresponder a estructura gnéica o esquistosa.

En las postrimerías del siglo pasado (1896), Hauthal publica una breve contribución a la zona, en la que rechaza el nombre de *gneis-granito*, pues él considera, de acuerdo con las ideas entonces imperantes, que el *gneis* es sedimentógeno y el granito eruptivo, si bien se apresura a declarar que el granito puede hacerse esquistoso a consecuencia de fuerzas dinámicas, pero que siempre resulta posible distinguir su origen. « Pero », agrega Hauthal, « para llegar a esto se necesita un análisis microscópico bien detallado y estudios exactos de las sierras, teniendo a la vista un mapa topográfico bien detallado » (página seis de la reimpresión que he consultado). Aunque en la actualidad la dis-

tinción que hace Hauthal entre gneis y granito no se considera del todo correcta, es evidente que este investigador tuvo visión suficiente como para comprender que había un elemento de duda en el nombre de gneis-granito. No sólo esto, sino que Hauthal comprende perfectamente bien cuál es la clave que permitirá interpretar la posición y génesis de estas rocas al recomendar análisis microscópico, estudios exactos de las sierras y un mapa topográfico bien detallado.

A pesar de ello, la recomendación de Hauthal no pasó de tal, y por más de tres décadas nadie se ocupó mayormente de la zona de Tandil. Schiller (1930, 1942) hizo alguna mención a Tandil en sus trabajos, pero en forma muy somera y destacando únicamente la parte tectónica. Recién en 1937, Kleer publica un breve estudio descriptivo y químico de cuatro rocas de la cantera Aguirre, que clasifica en la siguiente forma: un pórfido de microgranito (o microgranito porfírico), dos pórfidos de microgranodiorita y una gabrodiorita. También en 1937, en su bosquejo de la geología de la Provincia de Buenos Aires, A. Tapia transcribe la descripción de tres rocas de Tandil hecha por F. Pastore; las mismas se clasifican provisoriamente como una adamellita y una tonalita de la Movediza, y una tonalita de Cerro Albión. Tiempo más tarde, Frinio (1944) estudia seis rocas que recogiera en el Cerro Los Leones, que clasifica como granitos o monzonitas cuarcíferas. Victoria Frinio destaca que es común en estas rocas la estructura mirmequítica, si bien incluye una microfotografía de una de esas estructuras que no parece ser tal.

El último estudio sobre la zona de Tandil de que tengo conocimiento es la tesis de O. H. Bernasconi (1947). Aunque el trabajo es de índole general y, como indica su título, se ocupa más bien de la hidrogeología, se describen en él 14 rocas, de las cuales cuatro corresponden al Cerro Noceti, que en general caen dentro de la familia de los granitos.

De la breve revisión que antecede se deduce que los pocos estudios petrográficos realizados sobre las rocas de la zona de Tandil son todos de naturaleza descriptiva sin que haya en ninguno de ellos mapas detallados que muestren la posición y relaciones de las rocas en el terreno, como tampoco tentativas de explicación del origen de estas rocas. Se observa igualmente que la composición mineralógica de las mismas es bastante variada (monzonitas cuarcíferas, granitos, granodioritas, y rocas metamórficas), pero coincidiendo los petrógrafos antes mencionados en que todas ellas han sufrido fuertes acciones dinámicas. Pese a estos trabajos descriptivos, nada se puede deducir sobre la historia de estas rocas y, cosa extraña, no se hace mención sobre las rocas filónicas que son tan comunes en las inmediaciones de Tandil. Resultaba, por lo tanto, importante tomar al pie de la letra la recomendación de Hauthal: trabajar detalladamente con base topográfica adecuada y estudios



microscópicos. Ha sido éste el objetivo que he perseguido en la presente contribución, en la pequeña zona que se ha elegido, a la vez que he tratado, dentro de lo posible, de determinar si existen allí rocas gnésicas y cuál es su importancia.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA ESTUDIADA Y BASE TOPOGRÁFICA EMPLEADA

El Cerro Noceti se encuentra situado al NW de la ciudad de Tandil distando unos 1000 metros del límite occidental del éjido urbano, por lo que su acceso no presenta ninguna dificultad. Constituye una elevación de poca altura (317 metros sobre el nivel del mar) que se extiende por detrás, al Oeste, del pequeño Cerro Redolatti, con el cual forma una unidad fisiográfica. En el cerro Redolatti se levanta actualmente el renombrado Calvario, muy visitado por los turistas; la posición y relación de los dos cerros se puede apreciar en el mapa geológico de la zona.

La falta de una base topográfica adecuada me puso en la necesidad de efectuar un relevamiento del Cerro Noceti. Este trabajo fué realizado con una brújula Brunton, una cinta métrica y un altímetro Paulin. La cota inicial fué la de la estación del ferrocarril, y a ella está referida la altimetría de la zona estudiada.

El cerro Noceti constituye un promontorio de planta más o menos elíptica, con un diámetro mayor, en dirección NESW, de unos 700 metros de longitud. Sus formas son suaves, sin pendientes abruptas y de relieve moderado. El flanco Este es el menos pronunciado, pues asciende paulatinamente desde la misma Avenida España de la ciudad; las otras tres laderas son algo más empinadas, especialmente la Oeste, pero en ningún lugar el ascenso ofrece serias dificultades.

Los agentes meteóricos han atacado intensamente el afloramiento rocoso, con la producción de formas redondeadas de relieve; el ataque meteórico ha sido facilitado por el gran número de diaclasas que cortan las rocas en todas direcciones. Estas características, y la abundancia de sedimentos recientes que cubren gran parte del terreno, dificultan mucho las observaciones geológicas, ya que muchos de los afloramientos no tienen grandes dimensiones y, estando rodeados de sedimentos, no puede precisarse si se trata de bloques sueltos o roca sólida. En gran parte de la cumbre del cerro, y por sus laderas, se encuentran bochones redondeados, a veces de gran tamaño, que han sido producidos por los agentes meteóricos al actuar sobre los bloques limitados por diaclasas, redondeando sus aristas y vértices; la superficie de esos bochones está muy alterada y, generalmente, cubierta de líquenes.

Los numerosos sistemas de diaclasas, por otra parte, han favorecido la infiltración de las aguas de precipitación, con el resultado de que la roca sólida se encuentra también parcialmente alterada en su interior. El agua infiltrada ha circulado por el camino ofrecido por grietas y diaclasas, penetrando profundamente en el interior del cerro; al pie del

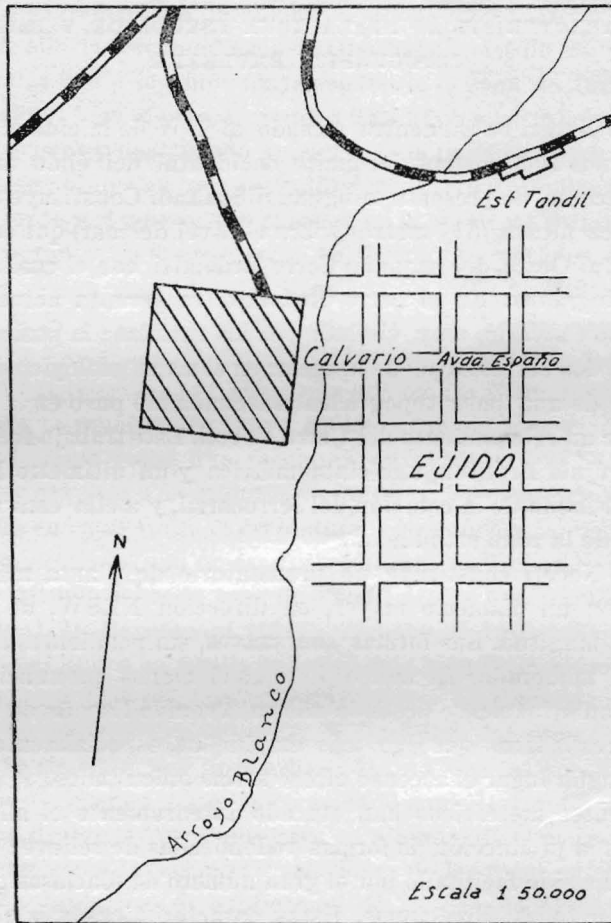


Fig. 1. — Plano de ubicación de la zona estudiada

mismo, la acción del agua circulante ha alterado en forma total la roca, que se hace extremadamente friable, desmenuzándose con facilidad entre los dedos o bajo el golpe del martillo. Esta roca alterada forma una franja de unos 10 metros de espesor, que rodea a todo el cerro, y, como consecuencia de ello, la roca de la base está mucho más alterada que en la cima. El producto final de esta alteración está compuesto por substancias arcillosas impuras (derivadas del feldespato) y granos de

cuarzo; se lo explota en pequeña escala para construcciones de la zona, donde se lo conoce con el nombre de « arena de cantera ». Mediante la observación microscópica del material suelto se comprobó que esta denominada « arena » está constituida por un 60 por ciento de agregados arcillosos, un 20 por ciento de cloritas y mica blanca en delgadas escamas, y el resto por cuarzo.

Aparte de las características señaladas, el Cerro Noceti se encuentra cubierto en gran parte por un manto de vegetación herbácea, especial-



Fig. 2. — El Cerro Noceti visto desde el Nordeste

mente Gramíneas y Compuestas; entre las peñas se hallan helechos y algunas Orquídeas y Loasáceas. Con todo, las observaciones geológicas se ven facilitadas por la presencia de tres frentes principales de cantera, que hacen prácticamente inescalables tres de las cuatro laderas del cerro (cantera « Los Nogales »). A estos tres frentes mayores se agregan cuatro más pequeños y numerosos cortes hechos en la base del cerro, en especial al Norte y Oeste, con el propósito de extraer la « arena de cantera ». Los frentes y cortes mencionados han modificado profundamente la topografía, haciendo que, con sus paredes verticales, el cerro parezca más abrupto de lo que en realidad es. En la actualidad, y salvo la escasa extracción de « arena de cantera », las labores están abandonadas.

Los frentes de cantera, que han desfigurado la tranquila belleza del

lugar, constituyen una ventaja desde el punto de vista geológico, pues no sólo permiten extraer muestras frescas, sino observar sistemas de diaclasas, variaciones en la roca, diferenciación y alteración de la misma y, por sobre todo, los numerosos filones y diques que atraviesan la roca originaria. Se puede decir sin temor a equivocaciones que, de no ser por esos frentes de cantera abandonados, poco sería lo que se podría observar e inducir sobre la composición y naturaleza litológicas de la zona estudiada, ya que quedarían ocultas a la observación una serie interesante de rocas filónicas.

En algunas partes de las laderas, y en la cima del cerro, se encuentran pequeños manantiales de escaso caudal, que desaparecen en época de sequía; estos manantiales están vinculados a los sistemas de diaclasas, por las que circula el agua. El único curso hídrico de la zona está representado por el diminuto arroyo que bordea el sur del cerro y ha excavado un pequeño valle cuyas laderas se hacen más empinadas al pasar junto al cerro del Calvario; este arroyo se seca en épocas de pocas precipitaciones.

#### CONSTITUCIÓN LITOLÓGICA DEL CERRO NOCETI

Las rocas que componen el Cerro Noceti pueden clasificarse en dos grupos: plutónicas y filónicas. Cada uno de estos grupos está constituido por rocas diversas, aunque de naturaleza más o menos afín.

*Rocas plutónicas.* — Las rocas plutónicas tienen un color gris verdoso oscuro y textura granuda modificada por una cataclasis intensa. Como consecuencia de la acción cataclástica, resulta prácticamente imposible distinguir a ojo desnudo los límites cristalinos de los diversos componentes, pues sólo se observan granos irregulares grises de feldespato calcosódico que se destacan en una base formada por un fino agregado de minerales oscuros. Estas rocas son en realidad tonalitas (dioritas cuarcíferas), como se comprobó por el estudio microscópico, pero debido a que el cuarzo no es muy abundante y está siempre formando un fino agregado alrededor de los otros componentes, no se lo puede distinguir a ojo desnudo ni con la lupa, por lo que las rocas tienen megascópicamente aspecto de dioritas.

Las tonalitas muestran un grado de alteración variable, pues en algunas partes se hallan completamente frescas, en tanto que en otros lugares, donde ha circulado el agua infiltrada, están totalmente alteradas en la mencionada «arena de cantera». La observación en el campo permite comprobar que las tonalitas tienen casi siempre una estructura



cataclástica esquistosa grosera, bien visible en grandes masas; las muestras de pequeñas dimensiones no permiten, generalmente, distinguir esta estructura. En algunas partes del cerro, en especial en el centro y en el borde Norte, la estructura se hace marcadamente paralela. Los resultados de gran número de mediciones demuestran que la estructura esquistosa tiene un rumbo constante, que groseramente es de Este a Oeste, con desviaciones que nunca exceden de los  $10^\circ$  en un sentido u otro. El ángulo de buzamiento de esta estructura es de  $75^\circ$  a  $80^\circ$  hacia el sur, pudiendo en ciertos casos ser vertical.

La composición mineralógica de las tonalitas parece ser bastante constante. La única variación se encuentra en el límite norte del cerro, donde aparece una roca muy parecida a las tonalitas, pero con estructura esquistosa más marcada y grandes fenocristales idiomorfos de feldespato gris, que llegan a medir hasta unos 5 centímetros de largo por 3 cm de ancho. Los fenocristales se disponen más o menos paralelamente a la estructura aplastada y encierran pequeñas inclusiones de minerales oscuros. El examen microscópico permitió comprobar que se trata de una granodiorita híbrida y no una tonalita, aunque derivada de ésta.

Las rocas tonalíticas están atravesadas por numerosas diaclasas; pese a las numerosas mediciones de rumbo y buzamiento no se ha encontrado una relación constante que explique su posición en el terreno. Las menos frecuentes, y las más imperfectas, son las diaclasas casi horizontales (*batroclasas* de Suess o *diacclasas L* de Cloos) con un buzamiento de  $6^\circ$  a  $10^\circ$  hacia el norte. Las más abundantes son las que buzan formando ángulos que van desde  $70^\circ$  a  $90^\circ$  (el buzamiento más frecuente es de  $85^\circ$ ), con rumbos muy variables, predominando el EW o NS; posiblemente muchas diaclasas verticales (aquéllas con rumbos EW y NS) corresponden a las diaclasas S y Q de Cloos, pero es necesario efectuar mediciones en un área mucho mayor para poder interpretarlas correctamente.

En muchas partes del cerro se observa la milonitización total de las tonalitas. Este fenómeno no es de carácter regional, ya que sólo afecta pequeñas zonas, por lo que es dable suponer que los movimientos y presiones que originaron a las milonitas han sido de carácter local. La milonitización parece hallarse restringida a lo largo de los planos de diaclasas, donde se observa cómo la roca tonalítica, o granodiorítica híbrida, se va transformando en una roca verdosa, muy compacta, que tiene aspecto de un fino esquisto clorítico. El ancho de las franjas milonitizadas varía desde pocos centímetros a 3 ó 4 metros. En algunos planos de diaclasa se nota que la milonitización ha sido acompañada por la formación de espejos de fricción.

*Rocas filónicas.* — Las rocas filónicas son especialmente abundantes en la parte central del cerro, donde se las puede observar gracias a los frentes de cantera abiertos. Es posible que sean igualmente comunes en el resto del cerro, pero faltan buenos afloramientos que permitan comprobar su presencia. En general, los filones y diques de rocas hipabisales son concordantes, dentro de ciertos límites, con el rumbo y buzamiento de la estructura aplastada de la tonalita de la región, y en muy pocos casos son netamente discordantes con ella. En el gran frente de cantera

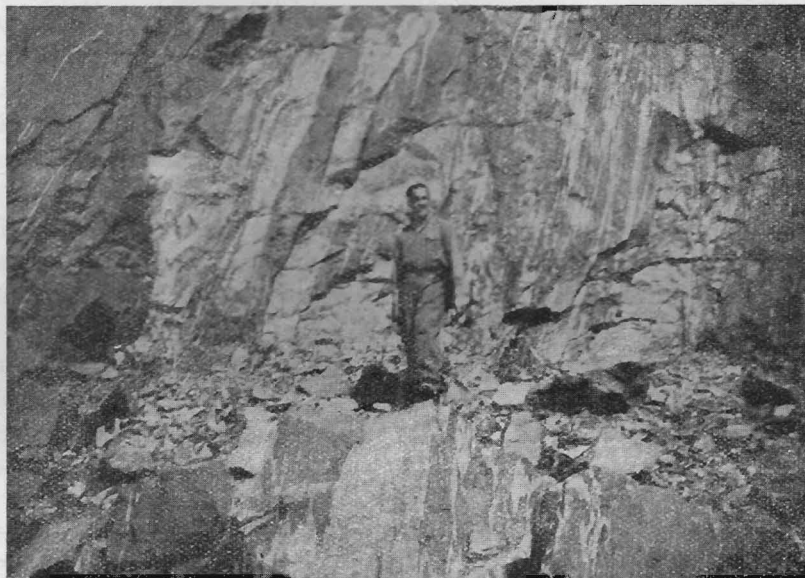


Fig. 3. — Diques de spessartita (gris-oscuro) y de pegmatitas (claras), dispuestos paralelamente a la estructura esquistosa de la tonalita (gris claro)

que corre con rumbo aproximado NS, los filones y diques son numerosísimos, y la tonalita está aravesada o penetrada por un verdadero complejo de rocas hipabisales que se disponen verticalmente (fig. 2). Estas inyecciones filonianas hacen que la tonalita tenga un aspecto bandado muy característico.

Dentro de las rocas filónicas, se distinguen dos tipos bien distintos: uno formado por rocas diferenciadas en sentido melanocrático; y otro, por rocas diasquísticas leucocráticas. Cada uno de estos tipos merece ser descrito separadamente.

Los diques de *roca melanocrática* (lamprófiros) se hallan en diversas partes del cerro y, por lo que se ha podido observar, se encuentran también en toda la región de Tandil. La roca es negra, algo verdosa, de grano fino y sin fenocristales; el examen microscópico permitió com-

probar que se trata de una spessartita. Los filones de spessartita son casi siempre concordantes con la estructura esquistosa de las tonalitas; el ancho de los mismos es muy variable, pues va desde unos 8 metros hasta unos pocos centímetros. La spessartita es indudablemente posterior a la tonalita, pues no sólo la atraviesa, sino que se ven xenolitos de esta roca incluídos dentro de los filones lamprofíricos; a veces los xenolitos están intactos, otras veces se hallan parcialmente asimilados, en tanto que en otras ocasiones han sido totalmente digeridos, quedando entonces sombras claras dentro de la roca negra. Los contactos entre spessartita y tonalita son siempre netos, y es posible que la penetración de los lamprófiro se haya producido a lo largo de los planos de diaclasa; en otros casos, sin embargo, se ve como la spessartita ha invadido la tonalita por los planos de esquistosidad, dejando bandas claras paralelas de la última roca dentro del dique negro lamprofírico.

Como sucede con casi todos los lamprófiro, la spessartita se altera con facilidad, por lo que resulta difícil hallar muestras frescas, ya que la cloritización del anfíbol comienza en seguida de hallarse la roca en contacto con los agentes meteóricos. Aparte de la alteración, estas rocas están muy afectadas por las acciones dinámicas, que originan como resultado un agregado escamoso verde que es una verdadera milonita de spessartita. La milonitización de estos lamprófiro va acompañada de fuerte cloritización y epidotización, con el resultado que se forman venas de clorita y epidoto que atraviesan las spessartitas y rocas circundantes. Pese a la abundancia de estas rocas en toda la zona del Tandil, resulta curioso que todavía no hayan sido mencionadas en la literatura, lo que constituye una prueba de lo insuficiente de los estudios realizados hasta ahora en esta región. La spessartita es bien conocida por los canteros, pues por su gran dureza constituye un gran inconveniente para la trituration mecánica.

Las rocas *filónicas leucocráticas* son de naturaleza granítica y su color es gris claro o rojo. En general, parecen ser posteriores a las rocas melanocráticas, pues a veces se las halla dentro de los lamprófiro, en posición concordante con ellos. Los filones de color gris claro son los más numerosos; están intercalados dentro de la tonalita, a la cual confieren, por su abundancia, su escaso espesor y su actitud paralela a la esquistosidad de la misma, un aspecto de gneis inyectado *lit-par-lit*. Las vetas de mayor espesor miden unos 50 cm de ancho; en muchos casos hay en el centro una delgada vena de cuarzo filónico.

La roca rosada o roja forma filoncitos que llegan a medir hasta 1 metro de ancho, que se hallan concordantemente dentro de la tonalita cataclástica. Su color permite distinguirlos fácilmente y también apreciar cómo, cerca de los filoncitos, el mineral rosado (feldespato alcalino) ha

migrado a la tonalita, formando cristales de ese color que se destacan en la masa gris verdosa. En otros lugares parece como si la roca filónica rosada hubiera reemplazado completamente a la tonalita, de la cual queda sólo su estructura esquistosa. Como resultado de esto, la composición mineralógica de la tonalita es modificada y, a juzgar por el porcentaje de sus componentes, tiene la composición mineralógica de una granodiorita.

Los filones más delgados (de 1 ó 2 centímetros de ancho) de estas rocas leucocráticas, en especial las grises, parecen ser aplíticos. Los filones más anchos han sufrido los efectos de las acciones cataclásticas; presentan aspecto astilloso córneo, sin que se puedan distinguir a simple vista los límites entre los distintos componentes. En general, parecen haber sido de tipo pegmatítico, pero la textura original está completamente obliterada por la acción de las presiones dirigidas que han triturado los minerales de estos filones.

Por su composición mineralógica, estas supuestas pegmatitas pertenecerían al tipo que Landes (1933) ha denominado «simple», pues están constituídas por un feldespato (generalmente alcalino) y cuarzo, con escasos minerales ferromagnesianos. Con todo, si es que en realidad se trata de rocas pegmatíticas, resulta curioso que carezcan de los minerales característicos de las pegmatitas complejas, tales como berilo, turmalina, espodumeno, etc. Campbell (1937), que ha estudiado las pegmatitas del Arcaico del Grand Canyon, Arizona, sugiere que la ausencia de esos minerales hidrotermales pueda quizá explicarse suponiendo que la erosión ha expuesto las raíces de las pegmatitas, de modo que han sido denudadas las partes más altas de la estructura donde sería dable encontrar los efectos producidos por las soluciones móviles. Eskola (1932), por su parte, ha atribuído la esterilidad de esas pegmatitas a la naturaleza palingenética de los granitos arcaicos que las han originado. En nuestro caso, las muestras extraídas se hallan tan milonitizadas que no se puede asegurar que hayan sido pegmatitas, y, mucho menos, tratar de establecer su origen; por este motivo, y no habiendo hallado muestras suficientemente intactas para verificar su textura original, prefiero denominarlas en la parte descriptiva con el nombre más genérico de diasquistitas leucocráticas.

#### CONSIDERACIONES PETROGRÁFICAS SOBRE LAS ROCAS ESTUDIADAS

Con el fin de exponer con claridad las conclusiones que se han podido extraer del estudio microscópico de las muestras recogidas en el campo, conviene analizar primeramente las rocas plutónicas y luego las filónicas.



### *Las rocas plutónicas*

Todas las rocas plutónicas estudiadas presentan señales muy evidentes de haber sufrido los efectos de presiones dirigidas muy intensas. La observación textural de estas rocas permite comprobar cómo la textura originaria, que debe de haber sido granuda hipidiomorfa, ha sido modificada por la acción cataclástica. Los cristales de plagioclasa son los que mejor han resistido las fuerzas dinámicas, y aparecen con carácter de porfiroclastos que se destacan en una masa triturada del mismo feldespato y de cuarzo. Los minerales máficos han sido estirados, rotos y aún molidos, y, junto con el cuarzo, que se presenta siempre granulado, envuelven a los granos más resistentes de plagioclasa, que llevan bien patentes las marcas de una fuerte cataclasis. Por su parte, los mafitos forman casi siempre agregados, en los cuales la presencia de epidoto secundario es un mineral típico.

Es evidente, entonces, que las plutonitas han estado sometidas a fuertes presiones dirigidas que han dado como resultado una estructura cataclástica bien marcada. Se comprende, por lo tanto, que de haber sido más intenso el proceso de milonitización de estas rocas, el resultado final habría sido una milonita típica, completamente molida. Tales rocas existen en la zona estudiada, y las muestras 35 y 41 son ejemplos de cómo el proceso de milonitización ha alcanzado su máxima intensidad. La mayoría de las veces, sin embargo, las acciones cataclásticas no han sido tan fuertes y se han producido tonalitas milonitizadas en grados variados de intensidad.

Otra consecuencia de las presiones dirigidas en el desarrollo de la estructura cataclástica esquistosa, visible en el campo, pero poco marcada en las muestras de escasas dimensiones. Bajo el microscopio, la estructura esquistosa aparece dada por el cuarzo y los mafitos, que al disponerse en bandas y lentes subparalelos confieren a las rocas su aspecto característico. Esta estructura esquistosa no se debe a la acción de metamorfismo regional, sino que representa el resultado de una acción cataclástica intensa, que ha triturado en parte los minerales originarios de las tonalitas y ha comprimido y estirado el material molido entre los cristales más resistentes.

La *composición mineralógica* de las plutónicas es bastante constante. El mineral más abundante es una *plagioclasa* que siempre parece ser una oligoclasa básica. Este feldespato, que está a menudo fracturado, muestra extinción fragmentaria, láminas de maclas dobladas o que no cruzan por completo los cristales, trituración periférica y, en ciertos casos, total, formándose así un fino polvo feldespático que se mezcla con el cuarzo y otros componentes.

Las plagioclasas están generalmente macladas según la ley de la albita; las maclas combinadas de Carlsbad-albita y albita-pericline son mucho menos comunes. Casi siempre las plagioclasas están algo alteradas, con formación de sericita y caolín secundarios; la alteración no es uniforme, y en muchos casos se halla restringida al interior de los cristales, en tanto que otras veces es muy incipiente. En los casos de alteración extrema, la plagioclasa se halla totalmente convertida en caolín y sericita.

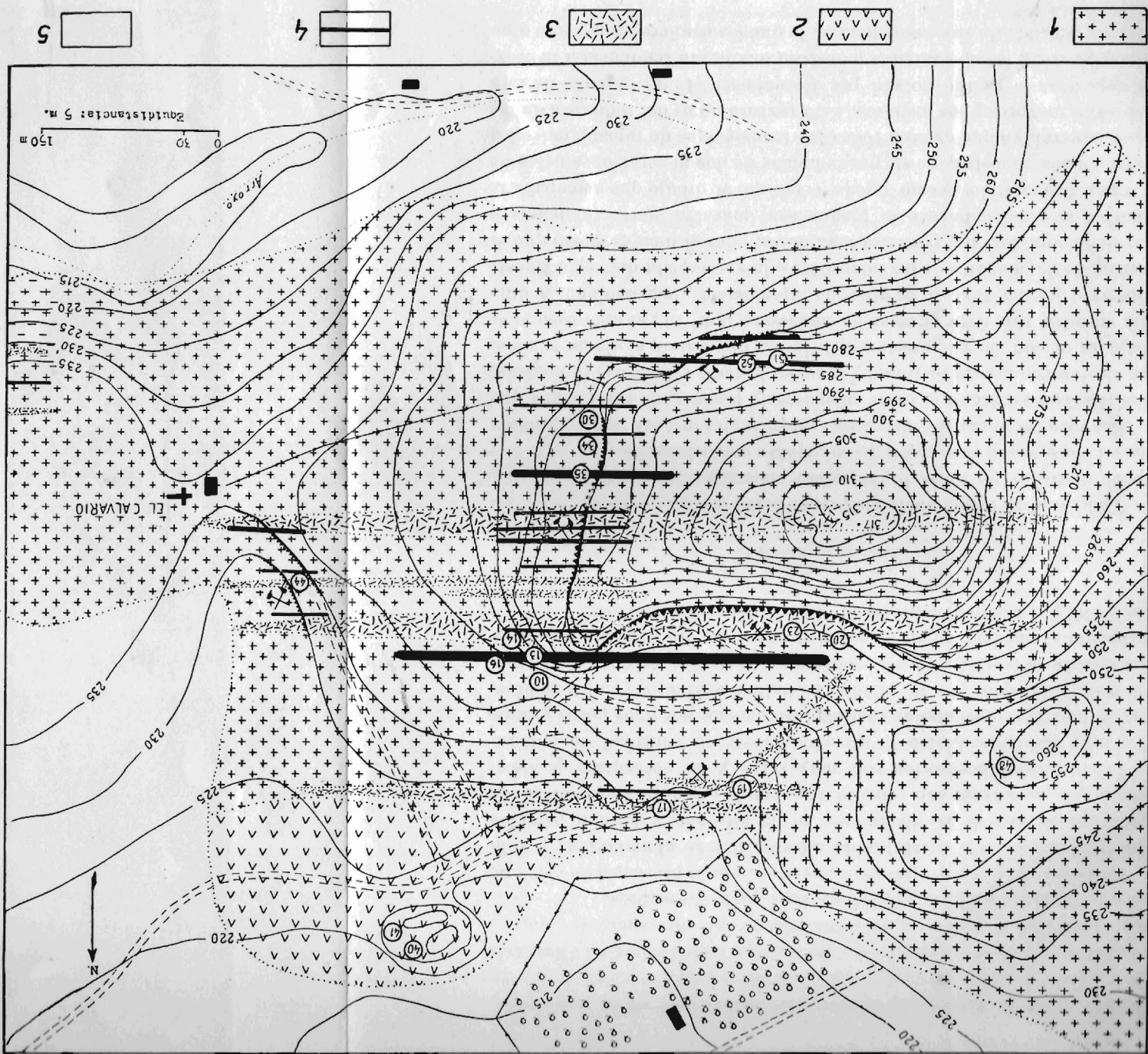
Los *feldespatos alcalinos* están totalmente ausentes en las tonalitas, y sólo se los encuentra en las granodioritas híbridas, que se han desarrollado cerca del contacto con filones pegmatíticos o en el extremo norte del cerro. Por lo común se trata de microclino, con macla en enrejado a veces incompleta, aunque también se ha visto ortoclasa y criptopertita. Estos feldespatos están completamente frescos, lo que contrasta con la alteración de las plagioclasas, y forman cristales muy irregulares de tamaño variable. Su porcentaje es siempre muy inferior al de las plagioclasas. La frescura del feldespato alcalino, su aparición en las proximidades de las rocas diasquísticas graníticas y el hecho de que suele formar un reborde en torno de las plagioclasas o bien constituye fenocristales y «ojos» visibles a ojo desnudo, indicaría que ha sido introducido posteriormente a la consolidación de la tonalita, modificando en consecuencia, su composición mineralógica. En consecuencia, la roca que aquí, en base a su composición mineralógica, denominamos granodiorita híbrida, debe interpretarse como la misma tonalita de la zona que ha sido influenciada por un magma más alcalino<sup>1</sup>.

El *cuarzo* no es muy abundante en las tonalitas, pues nunca excede del 15 por ciento, pero en cambio aumenta considerablemente en las variedades granodioríticas. La característica del cuarzo en estas rocas es que nunca forma granos individuales, sino que aparece completamente triturado, formando lentes y bandas imperfectas que se disponen con cierto paralelismo entre los otros componentes. Esta disposición del cuarzo es otro resultado de las fuertes presiones dirigidas que han afectado a estas rocas.

Los *mafítos* originarios están representados por biotita o anfíbol, los que nunca son muy abundantes. Se caracterizan por no presentarse como cristales aislados, sino que forman agregados irregulares. A veces el único mafito es una biotita castaña, que forma escamas irregulares dispuestas con cierto paralelismo, pero en otras ocasiones se encuentra una hornblenda verde azulada en granos o cristales algo prismáticos de

<sup>1</sup> Quizá sería más apropiado, en este caso, hablar de «emanaciones» graníticas. En un próximo trabajo, de mayor extensión, se tratará este punto.

Bosquejo geológico del Cerro Noceci : 1, Tonahita ; 2, Granodiorita híbrida ; 3, Diabasititas graníticas ; 4, Spessartita ; 5, Sedimentos recientes  
 Los números que en el plano van dentro de un círculo, indican la procedencia de las muestras estudiadas





tamaño variable. Ya sea que se encuentre biotita y hornblenda, o ambos, los mafitos muestran siempre señales de la acción cataclástica, que se manifiesta en el estiramiento o fracturación de los cristales. Otra consecuencia de tal acción es la formación de epidoto secundario, que en forma de granos irregulares se distribuye entre los mafitos.

En la mayoría de las rocas estudiadas se nota la presencia de cloritas, que parecen ser los minerales de alteración más abundantes; por lo común provienen de la biotita que se ha alterado y forman pajuelas pequeñas que a veces son concordantes con la estructura esquistosa.

Los minerales accesorios son muy raros y su porcentaje es siempre muy reducido. Llama la atención la escasa cantidad de minerales de hierro, representados casi exclusivamente por unos pocos granos de magnetita, que, por lo común, se hallan asociados con los mafitos. La apatita es también rara y constituye pequeños prismas, que generalmente se encuentran en el mosaico cuarzoso. En algunas muestras (la n° 30, por ejemplo) aparece un poco de titanita granulada.

### *Las rocas filónicas*

Ya habíamos mencionado que, en el Cerro Noceti, se encuentran dos tipos distintos de rocas hipabisales: melanocráticas y leucocráticas. Las mismas serán tratadas separadamente a continuación.

Las rocas *filónicas melanocráticas* están representadas por lamprófiros del tipo spessartita: son rocas compactas y tenaces, de color negro, que se alteran con mucha facilidad y pueden hacerse escamosas (milonitas) bajo la acción de las presiones dirigidas que han operado en la zona. La muestra más fresca que se ha hallado es la n° 13; al microscopio se observa que su textura es granuda hipidiomorfa de grano fino. A diferencia de la mayoría de los lamprófiros, la spessartita del cerro Noceti no tiene una textura porfírica manifiesta, pues si bien es cierto que el anfíbol (y ocasionalmente la plagioclasa) muestra cierta tendencia a formar fenocristales, como puede verse en el dibujo que acompaña la mencionada muestra, no se puede hablar de dos generaciones netas de este mineral, ya que existen todas las transiciones de tamaño entre los cristales mayores y los menores. Esta textura no es del todo rara en las spessartitas y ya fué notada por Rosenbusch (1896). Aparte de esta característica, las spessartitas muestran una ligera tendencia a la ordenación paralela de sus componentes, lo que les confiere un aspecto algo esquistoso.

El feldespato dominante en estas rocas es una andesina básica, que constituye cristales algo tabulares y granos alargados o irregulares que se disponen con cierto paralelismo. La plagioclasa se encuentra a veces



fresca, pero con mayor frecuencia aparece parcialmente alterada en pajuelas micáceas y, quizá, de calcita.

El mafito predominante es una hornblenda azulado-verdosa, que a veces forma cristales de regulares dimensiones, pero que más frecuentemente aparece como individuos irregulares o prismáticos que se distribuyen por toda la roca, pero conservando siempre una distribución subparalela y agrupándose en agregados irregulares alargados. Generalmente el anfíbol está fresco, pero se halla acompañado de una cantidad subordinada de biotita castaña, que se halla en partes alterada en escamas de clorita. Junto con estos minerales se encuentran granos alargados o irregulares de epidoto, que es un mineral muy común en todas las rocas de esta zona. El total de los minerales oscuros excede ligeramente el porcentaje de plagioclasas; los mafitos siempre se disponen en delgados agregados granulares subparalelos.

Los otros minerales de las spessartitas son muy escasos; entre ellos se debe mencionar un poco de cuarzo intersticial, granos de magnetita y unos raros prismas muy pequeños de apatita; los piroxenos faltan por completo. La composición mineralógica de las spessartitas es bastante constante; la comparación de muestras tomadas en diversos lugares de la región de Tandil no permitió distinguir variaciones apreciables en los componentes.

En algunos casos las acciones cataclásticas han afectado más intensamente a las spessartitas, que en consecuencia se milonitizan. Este proceso va acompañado de una fuerte trituración de las plagioclasas, en tanto que los mafitos aparecen fragmentados, doblados y estirados entre los otros componentes, como en el caso de la muestra n° 52. En otros casos la milonitización se ha producido junto con una fuerte alteración que ha cloritizado casi por completo los anfíboles y sericitizado intensamente los feldespatos; el resultado final es entonces una roca escamosa, como la muestra n° 16, que presenta el aspecto de un fino esquisto clorítico. Esta milonitización se ha producido, como se observa en el terreno, a lo largo de planos de diaclasas subverticales, y tiene poca extensión areal.

Las rocas *filónicas leucocráticas* son todas de naturaleza granítica y, más precisamente, granítica alcalina, pues en ellas las plagioclasas están ausentes o constituyen un porcentaje muy reducido. La única excepción es la muestra n° 14 que tiene plagioclasa proveniente de la roca de caja.

En todos los casos resulta prácticamente imposible determinar cuál ha sido la textura originaria de estas rocas, pues por efectos de la cataclasis y la milonitización gran parte de los componentes han sido triturados en forma tal que sólo quedan algunos cristales mayores, con apariencias de porfiroclastos, que se destacan, como si fueran islas, en un

fino mosaico granulado. Sólo por inferencia puede deducirse qué tipo de rocas eran antes de ser milonitizadas; en primer lugar debe descartarse que sean de naturaleza aplítica, ya que los porfiroclastos remanentes son demasiado grandes para esta clase de rocas. La ausencia sistemática de minerales máficos indicaría que son rocas diasquísticas, y por lo tanto es natural suponer que hayan sido pegmatitas, suposición que se ve reforzada por el aspecto megascópico de las muestras. Lo evidente es que las acciones cataclásticas han afectado por igual a las rocas plutónicas y a las filónicas.

En lo que respecta a su composición mineralógica, las diasquistitas en consideración son bastante uniformes. El feldespato alcalino principal, representado por microclino dominante, o, más raramente, por ortoclasa, presenta claramente los efectos de intensas fuerzas dinámicas, que han producido la trituración total o periférica de los cristales. La misma presencia del microclino quizá se debe a la acción cataclástica. El feldespato alcalino es siempre anedral, y forma cristales de tamaño variable que con mucha frecuencia se encuentran dentro del mosaico cuarzoso y que a menudo engloban granos de cuarzo en su periferia. Estos caracteres sugieren que el microclino ha cristalizado dentro del agregado cuarzoso y que, por lo tanto, sería de formación posterior, lo que también explicaría su absoluta falta de alteración y su limpidez.

Las plagioclasas, cuando se hallan presentes, presentan los mismos caracteres, y son de la misma naturaleza, que las que constituyen las tonalitas. Siempre se encuentran parcialmente alteradas en sericita y caolín, y no parece haber duda de que son restos de tonalita que han quedado englobados dentro de los filones y vetas diasquísticos. La única excepción la constituye la muestra n° 14, en la que el mineral más abundante es una plagioclasa ácida relativamente fresca y el feldespato alcalino se halla en cantidades mucho menores. Es probable que en este caso la roca granítica no haya sido inyectada en la tonalita, sino que la haya invadido, transformándola en una roca impura. En efecto, resulta curioso el hecho de que la plagioclasa ha sido albitizada, con formación de láminas de albita orientadas que dan a la oligoclasa un aspecto muy similar al de una micropertita.

El cuarzo es mucho más abundante en estas rocas que en las tonalitas. Se presenta siempre como un fino mosaico granuloso que se distribuye entre los otros componentes. Con fuertes aumentos se nota su extinción ondulante cataclástica.

En todas estas rocas los mafitos están prácticamente ausentes. Sólo se encuentran algunos productos secundarios, tales como granos de epidoto, escamillas de cloritas y pajuelas de sericita. Su porcentaje es muy reducido y derivan de biotita o de anfíbol.

Los minerales accesorios están también muy escasamente representados (apatita y magnetita). Lo único digno de destacarse es la presencia de hematita, que como un fino polvo colorea el feldespato alcalino y el mosaico cuarzoso de algunas de estas rocas. En realidad, el color rojo de algunas diasquistitas se debe a la presencia de este polvo hematítico, pues las rocas filónicas grises y rojas que habíamos mencionado tienen generalmente la misma composición mineralógica, diferenciándose únicamente por la ausencia o la presencia de mineral de hierro.

#### CONCLUSIONES

El estudio y la comparación de los resultados obtenidos mediante la observación en el campo y el análisis microscópico de las rocas permiten obtener una idea general de la constitución petrográfica de la zona estudiada.

Se ha comprobado, en primer lugar, que el Cerro Noceti está en su mayor parte formado por una roca tonalítica. La mencionada tonalita, que a veces es biotítica, otras veces anfibólica, y otras, en cambio, tiene tanto biotita como hornblenda, es relativamente poco rica en cuarzo y parece ser la roca primaria de la zona. Esta roca originaria ha sido posteriormente afectada por fuertes presiones dirigidas, actuando con toda probabilidad desde el norte y el sur, que han sobreimpreso sobre la textura primitiva de la tonalita una estructura cataclástica marcada, con consiguiente trituración de parte de sus componentes mineralógicos. Además de su acción milonitizante, las fuerzas dinámicas han hecho que la tonalita adquiriera, posteriormente a su consolidación, una estructura esquistosa que corre con rumbo aproximado de EW y buza con un ángulo cercano al vertical. Aparte del desarrollo de la estructura esquistosa, la roca ha sido fracturada a lo largo de numerosos planos, que constituyen un sistema muy variado de diaclasas.

Con posterioridad a su consolidación, la tonalita fué penetrada por numerosos diques oscuros spessartíticos, que se emplazaron más o menos paralelos a la estructura esquistosa. La penetración de los lamprófros se efectuó también a lo largo de los planos de diaclasa, y en muchos casos se han observado xenolitos tonalíticos, en diversos estados de asimilación, dentro de los diques de spessartita. Estos lamprófros deben de ser el resultado de una diferenciación en sentido melanocrático del mismo magma tonalítico; resulta oportuno señalar aquí que se han visto en el terreno algunas tonalitas bastantes melanocráticas, muy parecidas a las spessartitas.

Una vez finalizado el emplazamiento de los lamprófros, la zona fué

influenciada por un magma granítico alcalino, que posiblemente es similar o idéntico al que constituyó las masas de granito rojo milonitizado que se ven, por ejemplo, en el Parque Independencia y en el Cerro de las Ánimas. La acción del magma granítico se manifestó en dos formas: en el sector norte del Cerro Noceti la roca se hace más esquistosa y, por aporte de feldespato alcalino y de cuarzo, la tonalita originaria es transformada en una roca que tiene la composición de una granodiorita (muestra n° 40). Por otra parte, utilizando el camino de los planos de diaclasa y de la estructura esquistosa, se produjo en el centro del cerro una invasión de rocas diasquísticas graníticas, que constituyeron numerosos filones y diques dentro del cuerpo tonalítico. Estos filones de rocas diaquísticas graníticas, que posiblemente hayan sido de tipo pegmatítico, han afectado también cerca de sus contactos a la tonalita originaria y, por migración de feldespato alcalino y cuarzo, han transformado igualmente a esa roca en una granodiorita híbrida (muestra n° 20). Otras veces, en cambio, el material granítico se ha introducido en finas bandas paralelas a la estructura esquistosa de la tonalita, que adquiere así aspecto finamente bandado.

Desde luego, la roca denominada granodiorita híbrida no representa el resultado de la consolidación de un magma granodiorítico, sino que es una modificación de la tonalita predominante en la región, con la cual forma todos los pasajes. Esta modificación granodiorítica se debe a la influencia de un magma o emanaciones graníticas que ha aportado feldespatos alcalinos.

Las fuertes presiones dirigidas que han afectado al Cerro Noceti y más que nada a toda la zona de Tandil, deben haber estado activas, o deben de haber actuado, después del emplazamiento de los diques lamprofiricos y de los filones graníticos, pues tanto unos como otros llevan las señales de una intensa cataclasis. Además, a lo largo de los planos de diaclasa se han producido pequeños movimientos locales que han triturado a la tonalita, la granodiorita o los lamprófiro y han originado franjas no muy anchas fuertemente milonitizadas. Los dos tipos de rocas filónicas de la región, melanocráticas y leucocráticas, podrían quizá considerarse como el resultado de diferenciaciones complementarias del magma tonalítico original, pero me inclino a creer que sólo las spessartitas han derivado del magma tonalítico, y que las rocas filónicas leucocráticas provienen de la diferenciación de un magma granítico posterior.

Conviene destacar, al finalizar, que no se han encontrado en el Cerro Noceti granitos o gneises verdaderos, ni el « gneis-granito » que mencionan los autores antiguos. Faltan por lo tanto en la región estudiada las rocas metamórficas, pues el aspecto esquistoso de la tonalita predominante en la zona es el resultado de simples acciones mecánicas.



PARTE DESCRIPTIVA

Para el estudio petrográfico del Cerro Noceti se examinaron unos cuarenta cortes delgados. De ellos se seleccionaron las diecisiete muestras que se detallan a continuación, pues se ha considerado que no era necesario describirlas en su totalidad, a causa de ser las rocas bastante semejantes dentro de los distintos tipos.

Se han elegido nueve rocas plutónicas, de las cuales dos están completamente milonitizadas: tres lamprófiros, dos de ellos parcialmente milonitizados; y seis rocas filonianas leucocráticas graníticas. A causa de las dificultades actuales para obtener papel para fotografías, he preferido ilustrar seis de las muestras por medio de dibujos a tinta china.

Los porcentajes de los componentes fueron determinados mediante el método de Rosiwal; cuando lo diminuto del grano impidió efectuar estas mediciones, los porcentajes fueron simplemente apreciados.

MUESTRA N° 30 : TONALITA ANFIBÓLICA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta, de color gris verdoso oscuro cuando se la contempla a cierta distancia. Se distinguen: granos irregulares de plagioclasa, de alrededor de un centímetro de diámetro, de color gris blanquecino o, a veces, ligeramente verdoso; prismas pequeños de anfíbol negro verdoso, que se destacan en una masa de color verde más claro (cloritas?). Parece haber cierta estructura esquistosa, aunque es poco marcada; la muestra está limitada por planos de diaclasas, y junto a uno de ellos hay una banda oscura de mafitos. En las superficies que han estado expuestas a la acción meteórica se ha formado una pátina de color pardo castaño.

*Descripción microscópica.*

*Textura:* granuda hipidiomorfa.

*Estructura:* cataclástica esquistosa.

*Componentes:* plagioclasa ácida (61 %); cuarzo (10 %); anfíbol (20 %); cloritas (5 %); epidoto (3 %); minerales accesorios (1 %).

Las *plagioclasas* constituyen más de la mitad de la roca, pero no siempre resulta posible determinar sus propiedades ópticas pues se encuentran alteradas en su gran mayoría. Aparte de la alteración, el feldespato se encuentra en partes triturado y mezclado con los otros componentes. Los individuos mayores, que son poco abundantes, mues-

tran cierta tendencia hacia un hábito tabular, alcanzando un tamaño máximo de unos 6 mm de largo por 4 mm de ancho; con mayor frecuencia, los cristales de plagioclasa son más pequeños (alrededor de 0,6 mm como tamaño medio), anedrales e irregulares, entre los cuales se distribuyen individuos más chicos. Pese al aspecto tabular de los cristales grandes, la plagioclasa es casi siempre anedral, con contornos irregulares e indefinidos.

En los cristales frescos, o sólo parcialmente alterados, se puede observar la macla de la albita, con láminas de macla delgadas: en otros casos, se notan las maclas combinadas de albita y periclino. Sin embargo, la extrema alteración del feldespato impide casi siempre la observación de las maclas y, por consiguiente, la determinación de la naturaleza de la plagioclasa. Sólo en pocos casos se pudieron medir los ángulos máximos de extinción simétrica, obteniéndose valores muy cercanos a  $10^\circ$ , los que, considerados juntos con los índices de refracción, que son superiores al del bálsamo de Canadá pero inferiores a los del cuarzo, permiten establecer que la plagioclasa de la roca es una *oligoclasa básica*.

Casi todos los individuos de plagioclasa muestran una intensa alteración sericítica, que a veces afecta todo el cristal, pero que con mayor frecuencia afecta zonas, dejando límpidos los bordes. Las pajuelas de sericita, muy abundantes, están dispuestas irregularmente o, en ciertos cristales, se hallan orientadas con cierto paralelismo. Entre esta masa de alteración, se ve un material oscuro, semiopaco, lechoso a luz reflejada, que sin duda es un producto caolínico secundario. También suele hallarse, como producto de alteración, un epidoto pálido que forma granos pequeños irregulares dentro de la plagioclasa. Aparte de la alteración avanzada del feldespato, éste ha sufrido una acción cataclástica intensa, que ha roto algunos cristales y triturado otros; estos últimos forman un mosaico fino entre los individuos mayores, los que, por su parte, a veces tienen dobladas sus láminas de macla o extinguen irregularmente.

El cuarzo no es muy abundante, y sólo se lo encuentra como material intersticial y formando venas delgadas, que a veces atraviesan las plagioclasas o se distribuyen entre los otros componentes de la roca, a los que rodean o envuelven parcialmente. De cualquier modo, y salvo unos pocos granos mayores que parecen ser relictos, el cuarzo aparece siempre granulado, formando un fino mosaico de granos irregulares, de contornos suturados, que cuando son algo mayores permiten observar que tienen extinción ondulante.

Dentro de los mafitos, el único primario es un *anfíbol* verdoso, que se presenta en cristales anedrales de contornos irregulares, aunque a veces son prismáticos. En muchos de los individuos se observa un sistema de

líneas de clivaje paralelas a (110). Muchos de los cristales están maclados según (100), con láminas finas de macla, que son polisintéticas. El mineral es una *hornblenda* común, y tiene las siguientes propiedades ópticas:

X = amarillo verdoso claro o verde pálido

Y = verde azulado intenso o verde intenso

Z = amarillento o verde.

El ángulo de extinción es:  $Z \wedge c = 17^\circ$

La *hornblenda* está generalmente fresca y tiene muy pocas inclusiones, en general de minerales opacos o de *apatita*. Muy a menudo, hay agrupaciones de los cristales de *anfíbol*, que además, a veces están rotos.

Las *cloritas* son poco abundantes y forman agregados escamosos que por lo común se hallan asociados con el *anfíbol*. En algunos casos se observa cómo las pajuelas de *clorita* se introducen dentro de la *hornblenda*, concordantemente con su clivaje prismático, pero es dudoso que deriven totalmente de este último mineral; también se encuentran finas escamillas de *clorita* dentro del *feldespato*. La *clorita* es de color verde pálido, pleocroico al amarillo pálido, y con nícoles cruzados muestra un color de interferencia castaño anómalo. Dentro de la *clorita*, y paralelos con su clivaje, hay granos opacos de *magnetita*, los que a veces forman un ribete oscuro alrededor de las pajuelas.

El *epidoto* se encuentra principalmente junto con las *cloritas*, formando granos irregulares o alargados, de color amarillo verdoso muy pálido y pleocroico al incoloro; se lo halla también dentro de las *plagioclasas*. Algunos individuos alargados, de bajos colores de interferencia, que se hallan asociados con la *clorita*, parecen ser de *zoisita*.

Entre los minerales accesorios, no muy abundantes, la *apatita* es el más común. Forma cristales prismáticos gruesos relativamente grandes (0,15 mm de largo), que se encuentran principalmente en el mosaico de *cuarzo* o dentro de las *cloritas*. Algunos de los individuos están fracturados transversalmente. La *titanita* es escasa, y forma granos o cristales irregulares que se encuentran en ciertas partes del corte asociados con los *mafitos*.

La *magnetita* es también muy escasa; en el corte sólo se han visto cinco o seis granos irregulares distribuidos en la *hornblenda* o la *plagioclasa*; como polvo fino se la encuentra asociada con la *clorita*.

MUESTRA N° 34: TONALITA ANFIBÓLICA CLORÍTICA ESQUISTOSA

*Descripción megascópica.* — Roca dura y compacta, de color gris verdoso oscuro cuando se la contempla a cierta distancia. Se distinguen cristales generalmente tabulares de plagioclasa gris, que alcanzan un tamaño máximo de 6 mm; junto con éstos, hay individuos menores e irregulares más chicos. El resto de la roca está formado por una masa fina, de color verde grisáceo, que es la más abundante, y en la cual no se distinguen los componentes, salvo algunas escamillas verdes y unos prismas oscuros (anfíbol?). Hay una cierta orientación de los componentes, por lo cual la muestra tiene un aspecto esquistoso. Las superficies alteradas tienen un color pardo amarillento-verdoso, pero en general la roca está relativamente fresca.

*Descripción microscópica.*

*Textura:* granoclástica.

*Estructura:* cataclástica esquistosa, en partes bandada.

*Componentes:* plagioclasa ácida (55 %); cuarzo (15 %); anfíbol (8 %); cloritas (10 %); epidoto (5 %); biotita (3 %); sericita (3 %).

Las *plagioclasas* se presentan en cristales anedrales, que a veces son algo tabulares, pero con contornos irregulares; se observa, además, que muchos individuos están triturados en la periferia o están un poco penetrados por el cuarzo, viéndose a veces un mosaico formado por estos dos minerales. Los cristales tabulares mayores miden unos 6 mm de largo por 4 mm de ancho, si bien son mucho más abundantes los individuos irregulares o redondeados de menor tamaño (2 mm, o menos, de diámetro).

La macla predominante es la de la albita, con delgadas láminas de macla, pero es también frecuente la macla combinada de Carlsbad-albita. La ley del periclino es igualmente común, en delgadas estriaciones que atraviesan las láminas de la albita. No se han hallado secciones apropiadas para la medición de los ángulos de extinción simétrica, que emperó parecen ser pequeños; los índices de refracción de la plagioclasa (menores que los del cuarzo y mayores que el del bálsamo de Canadá), permiten inducir que se trata de una *oligoclasa básica*.

Casi todos los feldespatos tienen una débil alteración caolínica, que se manifiesta por la turbidez de los cristales; mucho más común, sin embargo, es la alteración en sericita, que forma pequeñas pajuelas. La alteración no es muy marcada, pero a veces se hace muy intensa en el núcleo de los cristales, donde abarca zonas o bandas irregulares. Las inclusiones son poco abundantes: consisten en prismitas de apatita o de



zircón, y láminas de biotita. En cuanto a los efectos cataclásticos, ya se ha mencionado la trituration periférica o total de algunos cristales; aparte de esto, se nota en algunos individuos una extinción fragmentaria bien marcada.

El *cuarzo* se presenta en bandas o venas límpidas entre los otros componentes. Estas bandas no son rectas, sino ondeadas o irregulares, y conservan un cierto paralelismo que confiere a la roca un aspecto esquistoso. El *cuarzo* de las bandas y venas está granulado; los granos son pequeños, de bordes suturados, y muestran a veces extinción

ondulante. No es raro de que haya un poco de *plagioclasa* triturada dentro del *cuarzo*.

Los *mafitos* están casi siempre asociados en bandas onduladas, más o menos paralelas, que se encuentran junto a las de *cuarzo* o, a veces, envuelven a los *feldespatos*. Una *hornblenda* común, pleocroica del verde amarillento al verde oscuro o intenso, es el mineral primario dominante. Este anfíbol forma cristales prismáticos, de bordes irregulares, que alcanzan un tamaño máximo de 2 mm por 1 mm, aunque son frecuentes los individuos anedrales más pequeños.

En casi todos los casos se observa

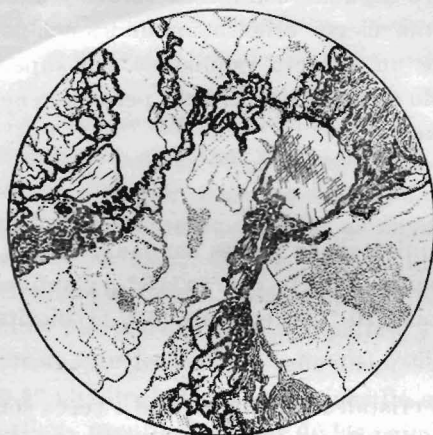


Fig. 4. — Tonalita anfibólica clorítica. Se ven cristales de *plagioclasa* algo alterada, y *cuarzo* en venas límpidas. Además, hay cristales de *hornblenda* (una sección basal con los dos clivajes), granos de *epidoto* y escamillas de *clorita* en un fino mosaico *feldespático*. Con luz paralela.  $\times 10$ .

un sistema paralelo de líneas de clivaje, y en algunas secciones basales aparece el clivaje típico de los anfíboles; en algunos cristales se han observado maclas según (100). El ángulo de extinción de la *hornblenda* es:  $Z \wedge c = 18^\circ$ . Las inclusiones son muy escasas, y consisten en *apatita* o *biotita*; el mineral está fresco.

Las *cloritas* son más abundantes que el anfíbol, y parecen derivar de *biotita*, pues se observan laminillas algo descoloridas de mica castaña en crecimiento paralelo con las *cloritas*; sin embargo, es posible que un poco de este material secundario derive del anfíbol. Las *cloritas* son de color verde hoja, pleocroico al verde pardo, y con *nícoles* cruzados tienen un color castaño anómalo. Las escamillas de *clorita* forman agregados en los cuales las pajuelas se disponen con cierto paralelismo, siguiendo bandas ondulantes, como si hubiesen sido estiradas por la acción de fuertes presiones.

Asociado con los cristales de anfíbol se encuentra un *epidoto* amarillo verdoso, pleocroico al amarillo pálido o al incoloro, que se presenta en granos irregulares que se agrupan en agregados o venas delgadas, que acompañan a los otros mafitos en las bandas onduladas que éstos forman alrededor de los feldespatos. Algunos cristales alargados, pequeños, incoloros y con bajos colores de interferencia, parecen ser de zoisita.

La *sericita*, que ya se mencionara como producto de alteración de las plagioclasas, constituye a veces bandas escamosas, principalmente donde el feldespato ha sido fracturado y triturado.

Los minerales accesorios son muy escasos; el más común, aunque igualmente raro, es la *apatita*, que como pequeños prismas se halla en los feldespatos, el cuarzo y el anfíbol. Un caso interesante es el de un prisma de ese mineral, que está completamente triturado en uno de sus extremos. Los minerales de hierro faltan casi por completo, pues sólo hay pequeños restos insignificantes de *magnetita* entre los mafitos. En algunas partes del corte se ven unos cristales pequeños, irregulares o alargados, semiopacos, que parecen ser de titanita.

#### MUESTRA N° 51: TONALITA BIOTÍTICA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta y dura, de color gris oscuro cuando se la contempla a distancia. Los feldespatos forman cristales irregulares o redondeados, de color blanquecino, cuyo tamaño máximo es de un centímetro de diámetro, aunque son abundantes los individuos menores. Entre los feldespatos, y formando una especie de pasta, se distinguen zonas y bandas negro-verdosas, formadas por finas escamillas micáceo cloríticas; en algunas partes de la muestra los minerales oscuros se hacen dominantes. No se observa esquistosidad, y la roca parece fresca, salvo en las superficies expuestas de antiguo a la alteración, que están cubiertas de una pátina pardo-amarillenta.

*Descripción microscópica.*

*Textura* : granuda hipidiomorfa.

*Estructura* : cataclástica.

*Componentes* : plagioclasa ácida (68 %); cuarzo (8 %); biotita (14 %); epidoto (3 %); cloritas (2 %); titanita (3 %); magnetita y apatita (1 %).

Las *plagioclasas*, los minerales más abundantes de la roca, constituyen cristales redondeados, a veces algo tabulares, de bordes irregulares. La presencia de estos individuos redondeados produce un aspecto semejante al de una roca secundaria en la que los mafitos harían las

veces de cemento. El tamaño de los cristales es bastante uniforme, oscilando alrededor de los 2 mm; los individuos mayores alcanzan dimensiones de 5 mm por 4 mm. Si bien algunas plagioclasas no presentan maclas visibles, la mayoría de los cristales están maclados según la ley de la albíta, con láminas delgadas de macla. Aparte de esta ley, se observa también la macla combinada de Carlsbad-albíta y, con frecuencia, de albíta y pericelino. En muy pocos casos se pudieron efectuar mediciones de ángulos de extinción simétrica; los pocos valores determinados varían alrededor de  $7^{\circ}$ , lo que, junto con los índices de refracción de la plagioclasa (ligeramente inferiores a los del cuarzo), permiten

clasificarla como una *oligoclasa básica*.

En general, la plagioclasa está fresca, aunque a menudo tiene aspecto turbio producido por alteración incipiente; otros cristales, además, suelen tener núcleos o zonas interiores marcadamente alterados. Los productos secundarios que se originan son escamillas de sericita dispuestas irregularmente y mezcladas con substancia caolínica; a veces se ven también unos pocos granos de epidoto. Las inclusiones, dentro de la plagioclasa, son comunes, y consisten en laminillas de biotita y algunos pocos prismitas de apatita.

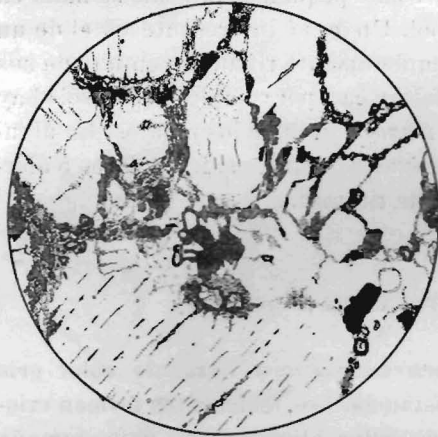


Fig. 5. — Tonalita biotítica. Cristales de tamaño variado de plagioclasa, débilmente alterada, y pajuclas de biotita entre los cristales. En el centro, magnetita y apatita, algo más abajo epidoto. Con luz paralela,  $\times 25$ .

Los cristales de feldespato evidencian haber sufrido una acción cataclástica algo fuerte: en algunos individuos las láminas de macla están dobladas o, si no, se nota una extinción irregular. Otras veces, hay una fracturación de los cristales, que han vuelto a ser cementados por el mismo feldespato, o bien las fracturas han sido ocupadas por sericita, clorita o caolín. La acción cataclástica también se manifiesta en la periferia de los cristales, donde suele haber fragmentación; en algunos casos extremos hay trituración total de la plagioclasa.

El *cuarzo*, aparte de ser poco abundante, tiene distribución muy irregular, pues se halla restringido a ciertas zonas del corte. Suele hallárselo intersticialmente, mezclado con el feldespato, pero con mayor frecuencia rodea a las plagioclasas, alrededor de las cuales forma rebordes parciales límpidos; en algunos casos, se observa entre el cuarzo y la plagioclasa un fino ribete de escamillas de biotita y cloritas. En todos

los casos el cuarzo forma un fino mosaico, compuesto de pequeños granos irregulares, engranados entre sí y con contornos difícilmente distinguibles, que tienen extinción ondulante.

Los mafitos, como sucede en otras rocas de la zona, se hallan agrupados; en el presente caso, rodean a las plagioclasas o se hallan confundidos con el material feldespático triturado. La *biotita*, que es el mafito más abundante, forma láminas (longitud máxima 0,3 mm) o un fino agregado escamoso compuesto por pajuelas que pueden o no estar orientadas. La mica es de color castaño oscuro, pleocroico al castaño amarillento; entre las pajuelas de biotita se hallan a veces restos de una hornblenda azulada verdosa.

Las *cloritas*, que parecen derivar de la biotita, son menos abundantes que en otras rocas similares. Forman pajuelas diminutas, de color verde hoja pleocroico al amarillo verdoso, que se distribuyen entre la mica o en el feldespato. En cuanto al *epidoto*, es suficiente mencionar que forma granos irregulares, verde pálidos o incoloros, diseminados entre la biotita o en el feldespato; los granos mayores llegan a medir 0,5 mm de diámetro, pero casi siempre se hallan fracturados.

Entre los minerales accesorios predomina la *titanita*. Forma granos irregulares, a veces algo grandes (0,4 mm), de contorno irregular. La titanita se halla casi siempre asociada con magnetita, y su distribución en el corte no es uniforme, sino que aparece en ciertas zonas. Muy pocas veces la titanita adquiere su forma típica. La *magnetita*, por su parte, tiende a formar granos de sección cuadrada, aunque es común como granos irregulares o como polvo entre los mafitos. En cuanto a la *apatita*, es suficiente mencionar que se presenta en prismas o granos a veces grandes (0,2 mm de largo), que se distribuyen como inclusiones en el feldespato o en los mafitos.

#### MUESTRA N° 10. TONALITA BIOTÍTICA APLASTADA

*Descripción megascópica.* — Roca dura y compacta, de color gris oscuro. Los cristales visibles son de feldespato incoloro, sin forma definida, que llegan a medir hasta 6 mm de longitud. El resto de la roca está compuesto por un agregado compacto gris verdoso oscuro, donde sólo se distinguen algunas laminillas de mica negra. La roca tiene aspecto esquistoso, producido por la orientación de los feldespatos y por la alternancia de bandas indefinidas oscuras y claras.

*Descripción microscópica :*

*Textura :* granoclástica, porfiroclástica.

*Estructura :* bandada, milonitizada en parte.



*Componentes* : plagioclasa (60 %), del cual un 10 % se halla triturado); cuarzo (25 %); biotita (10 %); epidoto (3 %); cloritas y minerales accesorios (1 %).

Las *plagioclasas* aparecen en cristales anedrales, más o menos redondeados o irregulares, que se destacan en medio de un mosaico cataclástico o se hallan envueltos por mafitos. Los individuos mayores alcanzan a medir unos 4 mm de largo por 3 mm de ancho, pero los que predominan son aquellos cristales que miden alrededor de 1 mm. Por otra parte, muchas de las plagioclasas están completamente trituradas, y forman un fino agregado con el cuarzo granular. Los caracteres de los cristales mayores de plagioclasa demuestran que han sufrido intensas presiones dirigidas; puede, por consiguiente, interpretárselos como porfiroclastos.

En muchas plagioclasas se observa un doble sistema de líneas de clivaje: uno paralelo a (001), y otro, a (010). Comúnmente están maclados según la ley de la albita, con delgadas láminas de macla; la macla combinada de Carlsbad-albita es muy poco frecuente, y muchos individuos no presentan macla visible. No se han hallado secciones adecuadas para medir ángulos de extinción simétrica, pero la comparación de los índices de refracción de la plagioclasa con los del cuarzo y con el del bálsamo del Canadá permite clasificarla como una *oligoclasa básica*.

Las inclusiones dentro de los cristales de plagioclasa consisten principalmente en algunos prismitas de apatita y otros escasos de zircón. Los efectos cataclásticos son intensos: hay láminas de macla dobladas o que sólo atraviesan parte del cristal. La granulación, favorecida por el clivaje, es muy frecuente, y se observa tanto en la periferia como en el interior de los cristales; otros individuos tienen extinción fragmentaria, en tanto que, en muchos casos, el feldespato ha sido molido y se confunde con el cuarzo fino. Las plagioclasas están generalmente frescas, salvo unos pocos individuos que tienen sus núcleos alterados en caolín y sericita.

El *cuarzo* nunca forma cristales grandes, sino que aparece en venas y bandas más o menos paralelas que rodean o envuelven a los feldespatos, o se mezclan con ellos en un fino mosaico. En algunos casos se observa cómo el mosaico de cuarzo se introduce dentro de los cristales de plagioclasa. Todo este cuarzo forma un agregado muy fino, que a veces ha sido estirado y estrujado entre los otros componentes; este agregado está constituido por diminutos granos irregulares y de contornos indefinidos, que cuando alcanzan un tamaño suficiente muestran extinción ondulante. Los caracteres del cuarzo y su presencia en venas largas e indefinidas, pareciera indicar que ha sido introducido en la roca posteriormente a la consolidación de la misma.

La *biotita* es el mafito dominante; a veces aparece en escamas de regular tamaño (1 mm de largo), pero lo común es que se encuentre como pajuelas chicas dispuestas con cierto paralelismo entre sí, formando bandas que envuelven a los feldespatos. Otras veces, la biotita constituye finos agregados irregulares que se distribuyen en el cuarzo o la plagioclasa triturada. La biotita es castaña clara, pleocroica al castaño oscuro, aunque se la encuentra también de color verdoso, especialmente como escamillas dentro del feldespato. Asociadas con la mica oscura, o formando intercrecimientos con ella, se distinguen pajuelas de clorita de un color verde pálido pleocroico al amarillo verdoso. La clorita deriva evidentemente de la biotita.

El *epidoto* se presenta en granos de tamaño variable, alcanzando los de mayores dimensiones hasta 1 mm. Es de color verde pálido o incoloro, poco pleocroico, y se halla siempre asociado con la biotita, o aisladamente, como inclusiones en el feldespato. Algunos individuos alargados e incoloros, con bajos colores de interferencia, parecen ser de zoisita. También se ha comprobado la presencia de uno o dos granos de *allanita* castaña, que aparecen bordeados de epidoto.

Los minerales accesorios son muy escasos, distinguiéndose prismas de apatita dentro de los feldespatos o en el granulado cuarzoso. La *magnetita* está prácticamente ausente, salvo unas pequeñas partículas distribuidas entre las pajuelas de biotita.

#### MUESTRA N° 48. TONALITA ALTERADA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta de color gris verdoso oscuro. Se distinguen cristales blancos e incoloros de plagioclasa, que llegan a medir hasta 6 mm de largo y tienen forma algo tabular. La base de la roca es de color verde oscuro, y la pequeñez del grano impide reconocer sus componentes. Un filón lamprofirico atraviesa la muestra, que en las superficies expuestas a la meteorización se halla alterada en una substancia pulverulenta grisácea.

*Descripción microscópica :*

*Textura :* porfiroclástica.

*Estructura :* cataclástica.

*Componentes :* plagioclasa (55 %); cuarzo (30 %); cloritas (10 %); epidoto (5 %); escasos minerales accesorios.

La *plagioclasa*, que es el mineral más abundante de la roca, aparece en cristales anedrales de contornos irregulares; algunos de los individuos tienen un cierto desarrollo tabular, en tanto que otros, distri-

buidos por el mosaico cuarzoso, son más bien redondeados. Los cristales mayores del corte llegan a medir unos 3 mm de largo por 2 mm de ancho, pero lo común es que sus dimensiones varíen entre 1 y 2 mm. Por sus caracteres estructurales, las plagioclasas pueden considerarse porfiroclastos que han resistido las fuertes presiones dirigidas que actuaron sobre la roca.

Muchos de los individuos de plagioclasa están maclados según la ley de la albita, con láminas de macla delgadas y poco visibles; la macla combinada de Carlsbad-albita es muy rara. En algunos casos las acciones cataclásticas han deformado las láminas de macla o han fracturado los cristales. La poca nitidez del maclado y la alteración de las plagioclasas no han permitido encontrar secciones adecuadas para la medición de los ángulos de extinción simétrica; en base a sus índices de refracción se la puede clasificar como una oligoclasa básica.

La alteración de las plagioclasas se manifiesta como caolinización incipiente que produce turbidez de los cristales; a veces la caolinización es más intensa, especialmente en el centro de los individuos. Más abundante que el caolín es la sericita, que como finas pajuelas se encuentra en todos los cristales de plagioclasa. La sericitización puede tomar todo un individuo o sólo partes de él; las pajuelas de sericita a veces se hallan dispuestas subparalelamente a las maclas, pero con más frecuencia no guardan ninguna orientación visible. Aparte de estos productos secundarios, hay en el interior de los cristales de plagioclasa escamas de clorita y granos alargados de epidoto.

Los *feldespatos alcalinos* están ausentes por completo; sólo en un caso se vió un delgado bordé de ortoclasa que rodeaba parte de un cristal de plagioclasa.

El *cuarzo* ocupa los espacios entre los otros componentes, y se caracteriza porque no constituye cristales grandes, sino un fino agregado de individuos pequeños (alrededor de 0,1 mm como tamaño máximo). Este mosaico cuarzoso, resultado de acciones dinámicas intensas, forma zonas límpidas y venas que rodean a los otros componentes, de los cuales quedan a veces algunos individuos aislados en el interior del agregado fino. Los granos pequeños tienen bordes sinuosos y, vistos con fuertes aumentos, presentan extinción ondulante; por lo general, no se observan inclusiones de ningún tipo en los cristales de cuarzo.

Los *minerales máficos* están totalmente alterados; posiblemente se trataba de biotita, que ha dado origen a abundantes escamillas de clorita, las que, por efecto de la acción cataclástica, han sido estiradas en guías delgadas que se distribuyen por el mosaico cuarzoso o alrededor de los cristales de plagioclasa. La clorita es de color verde claro, débilmente pleocroico al verde amarillento pálido, y forma pajuelas

pequeñas, cuya longitud máxima es de 0,5 mm; con nicoles cruzados, tiene color de interferencia azul anómalo. Además de las cloritas, hay cristales redondeados, irregulares o triturados de un *epidoto* verde amarillento, pleocroico al amarillo pálido. El epidoto se halla casi siempre asociado con la clorita (a veces dentro de las pajuelas) y se distribuye en venas y guías irregulares semiopacas. Tanto clorita como epidoto se encuentran igualmente en las plagioclasas alteradas, en forma de escamillas o cristales alargados, respectivamente. También se han visto individuos prismáticos de zoisita en el interior de cristales de plagioclasa.

Los minerales accesorios son extremadamente escasos; el más común es la apatita, en prismas pequeños (0,1 mm de longitud), a veces fracturados transversalmente, que se hallan incluidos en el cuarzo o las plagioclasas. Los minerales de hierro faltan por completo.

#### MUESTRA N° 20 GRANODIORITA HÍBRIDA BIOTÍTICA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta y tenaz, que observada desde cierta distancia presenta un color gris verdoso claro. Un feldespato blanquecino o rosado forma unos pocos fenocristales tabulares que alcanzan a medir un centímetro de largo. También se observan otros feldespatos de menor tamaño, y bandas claras y oscuras (biotita) alternantes que confieren un aspecto esquistoso a la roca. La muestra está fresca, salvo en las superficies que han estado expuestas a los agentes meteóricos, donde se ha formado una pátina de hidróxidos de hierro.

#### *Descripción microscópica.*

*Textura:* granoclástica; en partes granoblástica o porfiroblástica.

*Estructura:* cataclástica esquistosa, bandada.

*Componentes:* plagioclasa ácida (50 %, del cual un 6 % aparece como fenocristales); microclino (10 %); cuarzo (29 %); biotita (7 %); epidoto (3 %); sericita, apatita, calcita, zircón (1 %). Los porcentajes son sólo aproximados, ya que la gran cataclasis que ha sufrido la roca imposibilita su determinación exacta.

Las *plagioclasas*, que representan el mineral más abundante de la roca, forman la casi mayoría de los cristales mayores, cuyas dimensiones oscilan alrededor de 2 ó 3 mm. Estos cristales son comúnmente anedrales, con bordes sinuosos, en los cuales se hallan semiincluidos otros minerales; en algunos casos, sin embargo, los contornos son rectos, y los individuos de plagioclasa están rodeados de sericita, biotita, epidoto,



y aún microclino. El clivaje es bien visible en algunos cristales, y la macla dominante es la de albita, con delgadísimas laminillas de macla que no siempre se distinguen. No se han hallado secciones adecuadas para la medición de ángulos de extinción simétrica, pero los índices de refracción de la plagioclasa, muy ligeramente inferiores a los del cuarzo, permiten inferir que se trata de una *oligoclasa*.

La mayoría de los cristales de oligoclasa se encuentran frescos, con leve alteración caolínica, aunque en dos o tres individuos se observa que el interior del cristal está completamente alterado en caolín y sericita, con formación de granos de epidoto, mientras que el borde se encuentra perfectamente límpido. Las inclusiones no son muy abundantes: algunas, escasas, son vítreas, pero también se hallan prismas muy diminutos de apatita o zircón. Algunos individuos presentan extinción fragmentaria, en tanto que en otros hay finas láminas de albita (autometasomática) que tienen el aspecto de micropertita. Si bien muchos de los cristales mayores de plagioclasa parecen ser porfiroclastos, en algunos de ellos se observa cómo han quedado englobados granos de cuarzo o de plagioclasa, por lo que quizá sean de cristalización posterior.

Además de formar los porfiroclastos, que son poco abundantes (6%), la plagioclasa, en individuos de menor tamaño, es el principal componente de la roca (44%). Se presenta entonces en cristales irregulares de tamaño y formas muy variables, pues los cristales originarios han sido sometidos a intensas acciones cataclásticas que los han fragmentado, roto, triturado o molido, a la vez que el producto fino se ha mezclado con el cuarzo. Esta trituración ha sido favorecida por los planos de clivaje de la plagioclasa, a lo largo de los cuales se inicia generalmente la fragmentación. De esta manera se observan todos los pasajes entre los cristales de tamaño mediano (0,5 mm) y el fino polvo feldespático que, junto con el cuarzo, constituye un mosaico granulado. Los trozos mayores de plagioclasa, presentan la macla de la albita; la medición de los ángulos máximos de extinción simétrica (de 5° a 10°) y de los índices de refracción, permite clasificarla como una *oligoclasa básica*.

Entre los *feldespatos alcalinos* predomina el *microclino*, que aparece en cristales redondeados o irregulares distribuidos en el mosaico granulado fino; también se lo halla asociado con los fenoclastos de plagioclasa, en torno a los cuales forma un reborde delgado. Los cristales son siempre muy límpidos, y alcanzan un tamaño máximo de 0,6 mm, aunque hay numerosos individuos más chicos. Su típica macla de enrejado y sus bajos índices de refracción permiten que se lo identifique con facilidad. También se han visto dos o tres individuos de *ortoclasa* de medianas dimensiones; este feldespato no presenta ninguna macla visible,

pero se reconoce bien a causa de su clivaje y sus bajos índices de refracción. Se halla siempre muy fresco y en algunos casos el cuarzo forma intercrecimientos micropegmatíticos en sus bordes. El aspecto de los feldespatos alcalinos, y su limpidez, sugieren que son de origen posterior (granoblastos o porfiroblastos).

El *cuarzo* no aparece en cristales individuales, sino que forma un agregado compuesto de pequeños granos, entre los cuales se hallan también plagioclasas trituradas. Este mosaico cuarzoso constituye venas o bandas irregulares que se disponen entre los otros componentes. Cuando los individuos de cuarzo son relativamente grandes se puede observar su extinción ondulante, pero la mayoría de las veces el grano es tan fino que tiene, con nicoles cruzados, aspecto microfelsítico, y no se puede distinguir bien entre plagioclasa y cuarzo. Es probable que, al menos en parte, este cuarzo haya sido introducido en la roca luego de su consolidación; las inclusiones faltan normalmente.

Los *mafitos* se encuentran casi siempre asociados, y forman agrupaciones irregulares o bandas y folias delgadas y estiradas que a veces envuelven a los feldespatos. El más abundante es la *biotita*, que se presenta en pajuelas y escamas pequeñas, de color castaño amarillento, pleocroico al castaño oscuro. Estas pajuelas se distribuyen a veces subparalelamente, y entre ellas se intercalan granos o agregados irregulares de *epidoto* verdoso-incoloro. Este mineral, junto con algunas pajuelas de *biotita*, se halla también presente en pequeños granos dentro de los cristales de plagioclasa. La *biotita*, por su parte, aparece en ocasiones alterada en una clorita verde pálida.

En ciertas partes del corte hay escamillas de moscovita secundaria (*sericita*) que envuelven a algunas plagioclasas. También se han observado algunas escamas de calcita distribuidas entre los otros componentes. En cuanto a los minerales accesorios, son muy escasos; la *apatita* forma granos y prismas gruesos (de hasta 0,6 mm de largo), que se encuentran principalmente en el mosaico cuarzoso. La magnetita está prácticamente ausente, pues sólo aparece como puntos muy pequeños irregulares dentro de los mafitos.

#### MUESTRA N° 40. GRANODIORITA HÍBRIDA PORFÍRICA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta de color gris verdoso claro. Se distinguen fenocristales grandes (2 cm de largo por 1,5 cm de ancho), tabulares, de feldespato alcalino incoloro, que presentan macla de Carlsbad visible, y algunos mafitos verdosos incluídos. Hay además cristales anedrales de feldespato blanquecino, de 1 a 3 mm de diámetro, que se

destacan en una masa verdosa que contiene unas pocas escamas brillantes. Unos planos groseros de esquistosidad hacen que la roca se separe en laminas irregulares. La muestra se halla algo alterada, y las superficies antiguas están cubiertas por una pátina amarilla rojiza de hidróxidos de hierro.

*Descripción microscópica.*

*Textura* : porfiroclástica.

*Estructura* : cataclástica esquistosa bandada.

*Componentes* : plagioclasa ácida (40 %); feldespato alcalino (18 %); cuarzo (31 %); cloritas, epidoto, moscovita (10 %); apatita y minerales de hierro (1 %).

Las *plagioclasas* aparecen en cristales anedrales, irregulares o redondeados, que a veces muestran tendencia a hacerse tabulares. Las caras cristalinas faltan por completo, y los individuos tienen contornos muy irregulares a causa de la trituración periférica que ha originado un mosaico feldespático-cuarzoso que se halla distribuido entre los otros componentes. Otras veces las plagioclasas han sido totalmente trituradas. Los cristales tienen dimensiones variables; los mayores miden unos 4 mm de sección, pero el tamaño medio oscila alrededor de 1 mm.

Muchos cristales de plagioclasa presentan la macla polisintética de la albita, con finas láminas de macla. La falta de secciones adecuadas, y el grado de alteración del feldespato, han impedido medir ángulos máximos de extinción simétrica, pero sus índices de refracción (algo más bajos que los del cuarzo) sugerirían que se trata de una *oligoclasa básica*.

La gran mayoría de las plagioclasas se hallan alteradas en grado variable. Casi siempre hay formación de substancias caolínicas que abarcan todo el cristal, aunque a veces es sólo el núcleo el que está fuertemente alterado. Esta alteración central suele ser tan intensa que se requiere el uso del condensador para permitir el pasaje de la luz. La caolinización está a menudo acompañada de sericitación abundante, con formación de pajuelas que se distribuyen casi siempre sin ninguna orientación. Las inclusiones son muy raras o están ausentes.

Los *feldespatos alcalinos* forman por lo común fenocristales de grandes dimensiones (unos 6 mm de largo por 4 mm de ancho), que se diferencian de las plagioclasas por su gran limpidez. En general se trata de *microclino*, con su típica macla en enrejado, pero se ha comprobado también la presencia de *criptopertita*. Estos feldespatos son anedrales, a veces algo tabulares, con bordes sinuosos o irregulares. Aparte de los fenocristales mayores, hay también cristales pequeños de *microclino* de forma muy irregular, que aparecen en el granulado cuarzoso o forman

destacan en una masa verdosa que contiene unas pocas escamas brillantes. Unos planos groseros de esquistosidad hacen que la roca se separe en lascas irregulares. La muestra se halla algo alterada, y las superficies antiguas están cubiertas por una pátina amarilla rojiza de hidróxidos de hierro.

*Descripción microscópica.*

*Textura* : porfiroclástica.

*Estructura* : cataclástica esquistosa bandada.

*Componentes* : plagioclasa ácida (40 %); feldespato alcalino (18 %); cuarzo (31 %); cloritas, epidoto, moscovita (10 %); apatita y minerales de hierro (1 %).

Las *plagioclasas* aparecen en cristales anedrales, irregulares o redondeados, que a veces muestran tendencia a hacerse tabulares. Las caras cristalinas faltan por completo, y los individuos tienen contornos muy irregulares a causa de la trituración periférica que ha originado un mosaico feldespático-cuarzoso que se halla distribuido entre los otros componentes. Otras veces las plagioclasas han sido totalmente trituradas. Los cristales tienen dimensiones variables; los mayores miden unos 4 mm de sección, pero el tamaño medio oscila alrededor de 1 mm.

Muchos cristales de plagioclasa presentan la macla polisintética de la albita, con finas láminas de macla. La falta de secciones adecuadas, y el grado de alteración del feldespato, han impedido medir ángulos máximos de extinción simétrica, pero sus índices de refracción (algo más bajos que los del cuarzo) sugerirían que se trata de una *oligoclasa básica*.

La gran mayoría de las plagioclasas se hallan alteradas en grado variable. Casi siempre hay formación de sustancias caolínicas que abarcan todo el cristal, aunque a veces es sólo el núcleo el que está fuertemente alterado. Esta alteración central suele ser tan intensa que se requiere el uso del condensador para permitir el pasaje de la luz. La caolinización está a menudo acompañada de sericitación abundante, con formación de pajuelas que se distribuyen casi siempre sin ninguna orientación. Las inclusiones son muy raras o están ausentes.

Los *feldespatos alcalinos* forman por lo común fenocristales de grandes dimensiones (unos 6 mm de largo por 4 mm de ancho), que se diferencian de las plagioclasas por su gran limpidez. En general se trata de *microclino*, con su típica macla en enrejado, pero se ha comprobado también la presencia de *criptopertita*. Estos feldespatos son anedrales, a veces algo tabulares, con bordes sinuosos o irregulares. Aparte de los fenocristales mayores, hay también cristales pequeños de microclino de forma muy irregular, que aparecen en el granulado cuarzoso o forman



bordes o ribetes parciales alrededor de las plagioclasas. En casi todos los casos, el microclino contiene granos redondeados de cuarzo o plagioclasa y pajuelas de clorita, que se hacen más abundantes en los bordes; en ocasiones se nota un poco marcado intercrecimiento mirmequítico entre el microclino y el cuarzo.

El *cuarzo* presenta los mismos caracteres que en las otras rocas de esta zona. Casi siempre forma un fino agregado, constituido por pequeños granos de bordes suturados o por un polvo muy fino, que se distribuye en venas irregulares límpidas entre los cristales de feldespato. Los individuos mayores llegan a medir 0,6 mm de tamaño y presentan extinción ondulante. En el mosaico cuarzoso hay también plagioclasa molida que se distribuye irregularmente.

Los *mafitos* están representados por *cloritas*, que parecen provenir de la alteración de una biotita castaña, cuyos restos aparecen concordantes con el clivaje de las cloritas. Cuando alcanzan su máximo desarrollo, las cloritas forman escamas de 0,4 mm de largo, pero lo común es que se presenten como diminutas pajuelas que se distribuyen en venas o guías estiradas entre el cuarzo granulado, o irregularmente en el mosaico cuarzo-feldespático, o, más raramente,

envolviendo a los fenocristales de microclino. El color de la clorita es verde pálido, pleocroico al verde amarillento claro, y con nícoles cruzados aparece isótropa o con un color de interferencia castaño anómalo. Asociada con las cloritas suele haber un poco de magnetita, que forma granos irregulares o un ribete opaco en torno a las escamas mayores.

Intercaladas en la clorita, y en disposición más o menos paralela, se encuentran escamas de moscovita, distinta de la sericita secundaria derivada de los feldespatos. Las escamas mayores llegan a medir 0,5 mm de largo. Junto con las cloritas, y a menudo formando intercalaciones lineares paralelas al clivaje de esos minerales se encuentran pequeños granos de *epidoto*, que por sus escasas dimensiones aparecen como granos semiopacos y requieren el uso del condensador para comprobar sus

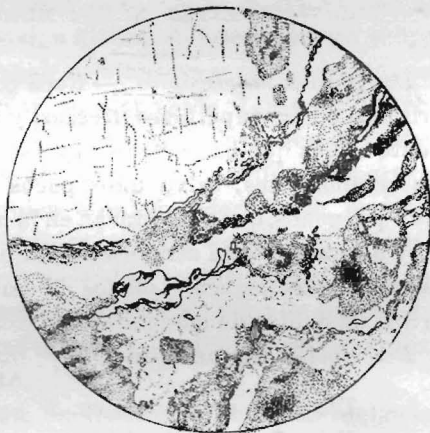


Fig. 6. — Granodiorita híbrida porfírica. Arriba, un cristal límpido de micropertita; abajo, un mosaico de plagioclasa alterada y cuarzo triturado. Hay, además, unas pocas escamillas de clorita. Con luz paralela,  $\times 10$ .

propiedades ópticas. Es probable que exista también un poco de zoisita intercalada en las cloritas.

Como es común en estas rocas, los minerales accesorios son muy escasos. El más frecuente es la *apatita*, que forma cristales prismáticos dentro del mosaico de cuarzo. Algunos de estos prismas están fracturados transversalmente, y pueden alcanzar dimensiones considerables (hasta 3 mm de largo). La *magnetita* es el único mineral de hierro; su presencia, muy escasa, se halla restringida a las cloritas, como ya se mencionara.

#### MUESTRA N° 35: MILONITA DE TONALITA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta de color verde amarillento grisáceo en las superficies frescas, y amarillo verdoso o castaño amarillento en las que han estado expuestas a la alteración. No se distinguen los componentes, salvo unos pocos granos blanquecinos o incolores, muy pequeños, que se destacan en la masa verde. La roca parece hallarse muy alterada y está atravesada por una vena irregular más clara. Hay también unos pequeños planos de diaclasa, donde se han formado dendritas de óxidos de manganeso.

*Descripción microscópica :*

*Textura :* granoclástica.

*Estructura :* milonítica.

*Componentes :* plagioclasa ácida, cuarzo, epidoto, cloritas, titanita, magnetita, apatita. No se ha podido determinar el porcentaje de los respectivos minerales a causa de la gran trituración de la roca, pero parece ser aproximadamente el mismo que el de las tonalitas.

El mineral más abundante es una *plagioclasa*, que forma porfiroclastos irregulares o lenticulares, que miden unos 0,8 mm de diámetro. En esos porfiroclastos suelen observarse restos de la macla de la albita, pero en general son poco abundantes e insuficientes, por lo que no se han podido efectuar mediciones de ángulos de extinción simétrica. Los índices de refracción, sin embargo, permiten clasificarla como una *oligoclasa media* o *básica*.

Todos estos porfiroclastos muestran extinción ondulante o fragmentaria, y en su mayoría aparecen parcialmente triturados. El proceso cataclástico ha sido tan intenso que, fuera de estos porfiroclastos, el resto del feldespato de la roca ha sido finamente molido, triturado y

estirado entre otros componentes, formando una fina pasta con extinción de agregado.

El *cuarzo* se halla igualmente triturado y molido, por lo que su determinación óptica no resulta fácil a causa del pequeño tamaño de los granos. Además, el *cuarzo* se halla frecuentemente mezclado con el *feldespato*, aunque a veces aparece solo, bajo la forma de finos agregados que con *nícoles* cruzados tienen aspecto plumoso.

Las *cloritas* son muy abundantes; se presentan en finas pajuelas o en agregados en el *feldespato*, donde se pueden apreciar sus propiedades ópticas (color verde muy pálido, pleocroico al amarillo verdoso pálido, y color de interferencia castaño anómalo). Con mayor frecuencia, las *cloritas* forman venas y guías delgadas que rodean o atraviesan los *feldespatos*, entrecruzándose entre sí, o disponiéndose en forma subparalela. Estas venas *cloríticas* parecen semiopacas y se requiere el uso del condensador para poder observar su color verde. Junto con las *cloritas* se encuentran granos irregulares, a veces algo alargados, de *epidoto* verde amarillento pálido, pleocroico al amarillo muy pálido. Los granos mayores, que están agrietados, miden alrededor de 0,6 mm, pero con frecuencia están triturados y confundidos con las escamas de *clorita*. Algunas de las venas parecen estar formadas exclusivamente por *epidoto*; otras veces, se encuentra también en ellas un poco de *feldespato*. Se han observado además dos o tres cristales de *allanita* castaño-rojiza en el interior de cristales de *epidoto*.

La *titanita* es un accesorio común. Se distribuye en venas delgadas irregulares, compuestas por pequeños granos triturados angulosos, que generalmente están asociados con *epidoto*. La *apatita* es muy escasa y aparece únicamente en el fino mosaico *cuarzo* *feldespático*. Los minerales opacos están representados por *magnetita*, que forma unos pocos cristales irregulares.

#### MUESTRA N° 41: MILONITA DE GRANODIORITA HÍBRIDA

*Descripción megascópica.* — Roca esquistosa de color negro verdoso. A simple vista se distinguen únicamente unos pocos granos incoloros, de alrededor de un milímetro de diámetro, en una base oscura formada por folias subparalelas, de color verde sucio obscuro, que alternan con otras más oscuras. La esquistosidad de la roca es poco marcada, pero la muestra se separa fácilmente en láminas cuya superficie es untuosa al tacto y tiene aspecto *clorítico*. Las partes que han estado en contacto con los agentes meteóricos están cubiertas de una pátina sucia de color pardo amarillento (hidróxidos de hierro).

*Descripción microscópica :*

*Textura :* microgranulada, en parte porfiroclástica.

*Estructura :* milonítica.

*Componentes :* plagioclasas ácidas; feldespatos alcalinos; cuarzo; cloritas y sericita; epidoto; hematita.

La acción cataclástica ha sido muy intensa y ha obliterado por completo la textura original, de la que sólo quedan algunos pocos «ojos» de plagioclasa, de microclino y de cuarzo. Estos «ojos» límpidos, cuyo máximo tamaño es de 0,2 mm, están totalmente fragmentados o triturados, o bien muestran estructura en mortero. La *plagioclasa* que compone los «ojos» conserva a veces restos de la macla de albita, apenas discernible; por sus índices de refracción parece ser una oligoclasa básica. En cuanto al feldespato alcalino y el cuarzo, están siempre límpidos, y se reconocen en base a sus índices de refracción.

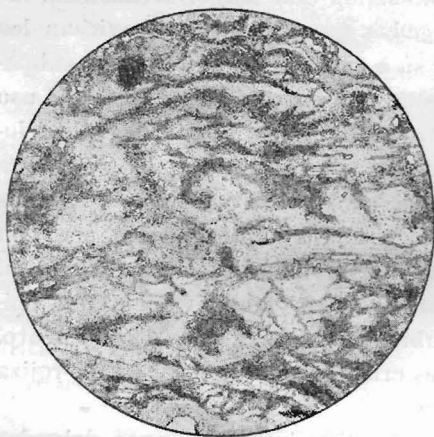


Fig. 7. — Milonita de granodiorita híbrida. Es un fino mosaico cuarzo-feldespático en el que se disponen escamillas de clorita en forma algo orientada (gris en el dibujo). Una fina vena de cuarzo atraviesa la sección. Con luz paralela,  $\times 10$ .

Fuera de los «ojos» residuales, la roca está completamente triturada y molida y se halla formada por un finísimo granulado de cuarzo y feldespato, inseparables al microscopio, que con nicóles cruzados presenta

extinción de agregado. En esa base triturada se disponen, en forma subparalela, delgadas venas (de 0,05 mm de ancho) constituídas por finas escamas cloríticas. A veces, varias de estas venas aparecen juntas y forman bandas de hasta 1 mm de ancho. Las escamas de clorita están tan juntas que parecen ser opacas, pero con el condensador se observa su color verde pálido; junto con ellas hay unas pocas pajuelas de sericita, que se distinguen por su mayor birrefringencia. Las cloritas se encuentran también diseminadas fuera de las venas, en el fino mosaico granulado, y entonces es posible comprobar sus propiedades ópticas. Estas venas y bandas paralelas dan a la roca un aspecto de pizarra o de esquisto clorítico fino.

El *epidoto* parece ser escaso, pues sólo se han visto unos pocos granos pequeños e irregulares entre las hojuelas de clorita. La apatita y los minerales de hierro están casi completamente ausentes; se ha obser-



vado un grano irregular de hematita, en tanto que con luz reflejada se ha visto que los hidróxidos de hierro tiñen los componentes de la roca con un color amarillo muy débil.

Una delgada vena de cuarzo, de 0,1 mm de diámetro, atraviesa parte del corte transversalmente a la esquistosidad.

Por su posición en el campo, y por su composición mineralógica, es evidente que esta milonita deriva de la granodiorita híbrida porfírica que fuera descripta como muestra número 40.

#### MUESTRA N° 13 : SPESSARTITA

*Descripción megascópica.* — Roca dura, compacta y tenaz, de color negro verdoso. El grano es fino y se notan únicamente cristales irregulares negros verdosos brillantes de hornblenda (de 1 mm de diámetro), y tabulares del mismo tamaño de plagioclasa incolora. Hay varias venas rectas (la más ancha de 5 mm) de color verde pistacio que atraviesan la roca en diversas direcciones. La muestra está fresca, pero en las superficies alteradas se nota una pátina pardo negruzco o amarillenta. No se observa esquistosidad.

#### *Descripción microscópica :*

*Textura :* granuda hipidiomorfa fina, algo porfírica.

*Estructura :* ligeramente esquistosa.

*Componentes :* plagioclasa ácida (47 %); hornblenda (34 %); biotita y cloritas (11 %); epidoto (5 %); cuarzo (2 %); magnetita (1 %).

El mineral dominante es una *plagioclasa*, que aparece bajo la forma de cristales anedrales algo alargados, si bien algunos individuos muestran cierta tendencia a formar tablillas subedrales. A veces, los cristales adquieren dimensiones considerables (alrededor de 1 mm de largo por 0,6 mm de ancho), sin que se los pueda empero considerar como fenocristales, pues existe toda una gradación en tamaño; en general la mayoría de las plagioclasas miden alrededor de 0,2 mm de largo, y sus ejes mayores muestran una cierta tendencia a orientarse en forma subparalela. Los contactos entre los cristales de plagioclasas no son bien visibles, a causa de la acumulación de productos secundarios en los bordes.

Un cierto número de cristales presentan un fino maclado según la ley de la albita, y la medición de los ángulos máximos de extinción simétrica dió valores que varían entre 25° y 27°, por lo que la plagioclasa se puede clasificar como andesina algo básica. En gran número de casos,

sin embargo, no se puede observar ningún maclado. Tampoco se ha visto la macla combinada de Carlsbad-albita, y la de albita-pericelino es muy rara.

Algunos de los individuos de plagioclasa están límpidos y frescos, pero por lo común hay en los cristales productos secundarios, especialmente clorita muy fina, provenientes en parte de la alteración de los mafitos. Algunos de los cristales mayores tienen el núcleo alterado en

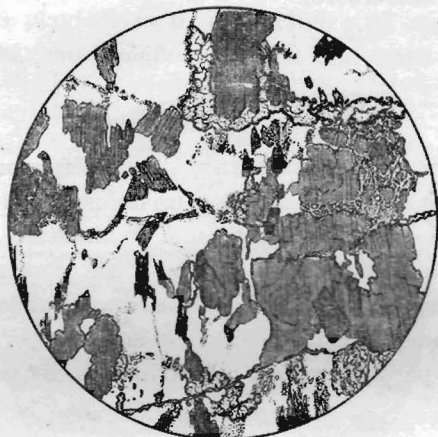


Fig. 8. — Spessartita. Cristales irregulares, algo prismáticos, de hornblenda (de color gris en el dibujo) a veces rodeados de granos de epidoto, en una pasta de plagioclasa casi fresca. Se observa, además, la trituración de partes de la roca y cristales de magnetita (en negro). Con luz paralela.  $\times 25$ .

finas escamillas de sericita y, quizá, de calcita. Por otra parte, hay zonas en el corte donde las plagioclasas están algo fragmentadas, y entonces aparecen productos secundarios diversos, entre los que se cuentan cloritas, granos de epidoto, y tal vez sustancias caolínicas. Las inclusiones son poco abundantes; en general, predominan los diminutos prismas de apatita, aunque también se observan de cuando en cuando cristales prismáticos de hornblenda y pajuelas de biotita.

Un *anfíbol* es el mineral más abundante después de la plagioclasa. Se presenta en cristales

subedrales prismáticos que se disponen en general en forma subparalela, por lo que la roca tiene un aspecto algo esquistoso. Las propiedades ópticas observadas son:

- X = amarillo verdoso pálido o castaño pálido.
- Y = verde oscuro o castaño oscuro.
- Z = verde azulado o azul verdoso intenso.

Angulo de extinción =  $Z \wedge c = 12^\circ$  a  $15^\circ$ , a veces  $18^\circ$

2 (—): alrededor de  $80^\circ$ .

Se trataría, pues, de una hornblenda común.

La mayoría de los cristales de hornblenda presentan un sistema de líneas de clivaje paralelas a los lados prismáticos, que casi nunca son perfectos, ya que las caras cristalinas están apenas esbozadas; también se hallan secciones basales con los dos sistemas de líneas de clivaje; algunos individuos están maclados según (100). Las dimensiones máxi-

mas de los cristales mayores es de 1 mm de largo por 0,5 mm de ancho, pero la mayoría de los individuos tiene un tamaño menor (de 0,5 mm a 0,1 mm de largo). La hornblenda se presenta siempre fresca, y las inclusiones son muy escasas, hallándose a veces prismas de apatita o granos de hematita. Algunos individuos han sido afectados por la acción cataclástica y están encorvados o fisurados.

La *biotita* es mucho menos abundante que el anfíbol, y se presenta en tablillas o pajuelas que, en general, se disponen más o menos paralelamente con los cristales de hornblenda. Sus dimensiones máximas llegan a 0,2 mm de largo, pero comúnmente son más pequeños (alrededor de 0,1 mm, o menos, de longitud). Las pajuelas se encuentran entre los feldespatos o junto con el anfíbol, aunque muy rara vez forman intercrecimientos con él. Sus caracteres son los comunes, y su pleocroísmo va del amarillo claro al castaño oscuro. Las *cloritas*, derivadas de la biotita, y, en ciertos casos observados, del anfíbol, son poco frecuentes, y por lo común forman escamillas muy pequeñas de color verde pálido a verde hoja, en el feldespato. Estos productos de alteración se hacen más abundantes en ciertas partes del corte.

Junto con el anfíbol, y en estrecha relación con él, del que parecen derivar, se encuentran granos de un epidoto de color neutro o amarillento poco pleocroico. Estos cristales tienen un tamaño máximo de 0,8 mm por 0,5 mm, y son anedrales, con grietas bien visibles, aunque también se observan individuos de tendencia prismática. Además, dentro de la plagioclasa se notan a veces pequeños agregados de granos y prismitas de epidoto. Se han observado también unos cristales diminutos, alargados, de un epidoto con bajos colores de interferencia que parece ser zoisita.

El *cuarzo* se presenta intersticialmente, en agregados límpidos y granulados, cuyos cristales pequeños presentan extinción ondulante. La *magnetita* es muy escasa; constituye inclusiones en el anfíbol bajo la forma de granos irregulares o alargados. La apatita forma unos pocos prismas diminutos.

El corte está atravesado por diaclasas transversales u oblicuas a la esquistosidad, a lo largo de las cuales se ha producido una intensa epidotización y cloritización, que hacen necesario el uso del condensador para la observación de las propiedades ópticas.

#### MUESTRA N° 52: SPESSARTITA MILONITIZADA

*Descripción megascópica.* — Roca dura y compacta, de color negro verdoso. El grano es muy fino, por lo que sólo se distinguen unos pocos puntos grises o incoloros de feldespato o cuarzo, y algunas escamas o

prismas de color negro brillante. Parece haber cierta esquistosidad, aunque no es muy marcada. La roca se encuentra fresca.

*Descripción microscópica :*

*Textura :* granoclástica fina.

*Estructura :* cataclástica esquistosa.

*Componentes :* plagioclasa ácida (48 %); anfíbol (30 %); epidoto (13 %); biotita (7 %); magnetita, cuarzo, titanita y apatita (2 %).

La *plagioclasa* se presenta en cristales anedrales irregulares, a menudo triturados y fragmentados, que tienen un tamaño medio de alrededor de 0,1 mm. Estos cristales de plagioclasas constituyen un mosaico de aspecto granulado, en el cual aparecen de tanto en tanto individuos mayores, algo tabulares, que alcanzan a medir unos 0,5 mm de largo por 0,3 mm de ancho. La macla de la albíta es muy escasa, y sólo es visible en algunos cristales, donde forma láminas de macla muy delgadas que a menudo no atraviesan todo el cristal. Por este motivo no se han hallado secciones adecuadas para medir ángulos de extinción simétrica, pero los índices de refracción, verificados en el borde del corte, parecen indicar que se trata de una *oligoclasa* básica o una *andesina* ácida. Los individuos chicos del mosaico están casi siempre frescos, y únicamente en algunas partes del corte se nota cierta alteración; los cristales mayores, por el contrario, tiene su núcleo alterado en pajuelas de sericita que se distribuyen irregularmente. Es muy común hallar en las plagioclasas algunas inclusiones de anfíbol o de biotita, que a veces se hacen muy abundantes e impiden observar las propiedades ópticas de la plagioclasa. Pese a que los feldspatos están fragmentados y triturados, no se observa que hayan sido finamente molidos, como en otras rocas de la zona.

El *anfíbol* se presenta en cristales prismáticos, que a menudo están rotos o estirados. Los individuos mayores miden unos 0,4 mm de largo, pero lo común es hallar prismas pequeños o fragmentos alargados que se disponen en forma subparalela y dan a la roca un aspecto escamoso. Se trata de una hornblenda común, de color amarillo y verdoso claro o verde castaño pleocroico al verde azulado o al verde intenso; su ángulo de extinción máximo es  $Z \wedge c = 19^\circ$ . El anfíbol está fresco y posee algunas diminutas inclusiones de apatita.

El *epidoto* forma granos o cristales irregulares, a veces algo prismáticos, de color amarillo débil. Los cristales mayores miden 0,5 mm de largo y a menudo están fracturados o granulados. Algunos cristales alargados pequeños, de bajos colores de interferencia, parecen ser de zoisita; también se ha observado una allanita castaña rojiza en el interior de un cristal de epidoto.



La *biotita* constituye pajuelas irregulares muy pequeñas, de color castaño rojizo, que se distribuyen finamente por todo el corte. Sólo en un caso se vió una escamilla bien definida, de unos 0,2 mm de largo. Las *cloritas* son muy escasas, lo mismo que el *cuarzo*, que forma algunos granos intersticiales.

La *magnetita* es el principal accesorio; forma algunos cristales de sección cuadrada o, más comúnmente, granos estirados que se encuentran en asociación con los mafitos. La *apatita* aparece en prismas diminutos incluidos en el feldespato, en tanto que algunos granos de *titanita* aparecen en diversas partes del corte.

La roca tiene aspecto esquistoso y representaría un estado de pasaje entre una spessartita fresca y una milonita spessartítica.

#### MUESTRA N° 16. SPESSARTITA ALTERADA Y MILONITIZADA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta, de color verde oscuro. No se distinguen los componentes, salvo unos pocos puntos grises o blancos que se destacan en una base oscura. Hay planos de esquistosidad visibles, a lo largo de los cuales se han depositado delgadas películas de calcita.

*Descripción microscópica.*

*Textura* : granoclástica fina.

*Estructura* : milonítica.

*Componentes* : plagioclasa ácida, cuarzo, cloritas, hornblenda, calcita, sericita, epidoto, apatita, magnetita. No se han podido determinar los porcentajes de los distintos minerales a causa de la pequeñez del grano.

La *plagioclasa* aparece como cristales subedrales escasos, pues casi siempre se halla triturada y molida, formando un fino mosaico. La macla de la albita se halla presente en unos pocos cristales, y los pocos ángulos de extinción simétrica que se pudieron medir dieron valores de 10° a 12°, por lo que se trataría de *oligoclasa básica*. La observación de la plagioclasa resulta difícil a causa de su gran trituración y la formación de abundante sericita y clorita secundarias. Los cristales mayores alcanzan a medir 1 mm de largo por 0,6 mm de ancho.

El *cuarzo* forma lentes límpidos, estirados e irregulares que están compuestos por un fino agregado de granos pequeños. Estos lentes se disponen más o menos paralelos a la esquistosidad.

Las *cloritas*, que aparecen en pajuelas de unos 0,15 mm de longitud

máxima, se hallan distribuídas abundantemente por todo el corte o forman masas y venas irregulares. Las cloritas parecen derivar de hornblenda, pues quedan algunos restos prismáticos verde-azulados de este anfíbol entre las escamillas de clorita.

El *epidoto* forma individuos alargados, que llegan a medir hasta 2 mm de largo, con grietas transversales. Más comúnmente, este mineral constituye granos chicos, de color amarillo verdoso o casi incoloro, que forman bandas irregulares delgadas, que conservan cierto paralelismo entre sí. El epidoto se encuentra siempre asociado con la clorita. Se ha observado también un mineral castaño rojizo, debidamente pleocroico y poco birrefringente, rodeado de epidoto, que parece ser *allanita*.

Muy abundante como producto de alteración de las plagioclasas, o mezcladas con cloritas y epidoto, es la *sericita*, bajo la forma de pequeñas pajuelas. Es muy probable que haya también un poco de *calcita* (la roca da ligera efervescencia al ser tratada con ácido clorhídrico diluído), pero este mineral es muy difícil de distinguir de la *sericita* cuando aparece en escamas pequeñas.

De los minerales accesorios, muy escasos, sólo se pueden citar algunos prismas de *apatita*, como inclusiones, o bien granos irregulares o estriados de *magnetita*, que en su mayor parte aparecen incluídos en las cloritas.

#### MUESTRA N° 17. DIASQUISTITA ALASKÍTICA MILONITIZADA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta de color rojo pálido. Se observan cristales rosados irregulares de 1 cm de diámetro que parecen de feldespato alcalino, algunos granos de cuarzo y unas delgadas venas (de 1 ó 2 mm de ancho) de color verde pálido o intenso, que atraviesan la muestra en forma irregular. Los cristales parecen estar fragmentados: la roca es fresca, y presenta una pátina amarilla pardusca moteada en las superficies que han estado expuestas a la alteración.

*Descripción microscópica.*

*Textura:* granoclástica, porfiroclástica.

*Estructura:* cataclástica, en parte milonitizada.

*Componentes:* feldespato alcalino (75 %); cuarzo (22 %); epidoto, cloritas y mineral de hierro (3 %).

El *feldespato alcalino* es por lo general *microclino*, pues el otro que se ha observado (*criptopertita*) es muy escaso. Los cristales de este mineral son muy irregulares, aunque a veces muestran cierto aspecto tabular; los bordes no son bien definidos y se confunden con el mosaico cuarzoso-

feldespático que rodea a los individuos de microclino. Las dimensiones son muy variables, pues van desde unos 2 mm hasta unas pocas décimas de milímetro.

La macla típica en enrejado se observa en casi todos los cristales. Con todo, los efectos cataclásticos han dejado su huella en la extinción del feldespato, que a veces es ondulante y, en otros casos, es de tipo fragmentario. La fragmentación es muy marcada, y a veces se llega al extremo de que el microclino es triturado y molido, formando un fino mosaico que se distribuye entre los demás componentes de la roca o aún se introduce en las grietas del mismo feldespato alcalino. En general, el microclino está fresco, y sólo se nota en algunos cristales una debilísima caolinización; unos pocos individuos se hallan algo sericitizados. Las inclusiones son muy raras, y en general consisten en granos de cuarzo redondeados o irregulares.

El cuarzo sólo aparece en granos cuando forma inclusiones dentro del microclino; en los otros casos, se presenta como un fino mosaico que se distribuye en venas irregulares por toda la roca. No es infrecuente que el cuarzo se encuentre mezclado con el microclino, que forma

islas o lenguas dentro de las venas cuarzosas lípidas. El mosaico de cuarzo está constituido por granos irregulares pequeños, de bordes muy irregulares y suturados: cuando estos granos alcanzan dimensiones algo mayores presentan extinción ondulante.

Fuera de algunas escamas de clorita y de las pajuelas de sericita derivada del microclino, los demás minerales son muy raros. Se presentan en delgadas venas semiopacas, amarillentas con luz reflejada, que atraviesan el corte en distintas direcciones. Resulta difícil determinar los minerales que componen estas venas, pero mediante el uso del condensador se pueden distinguir granos pequeños de epidoto, pajuelas de clorita y microclino triturado. A veces estas venas se ramifican y encierran islas compuestas por microclino y cuarzo finamente triturados. Algunas venas parecen estar formadas enteramente por cloritas.

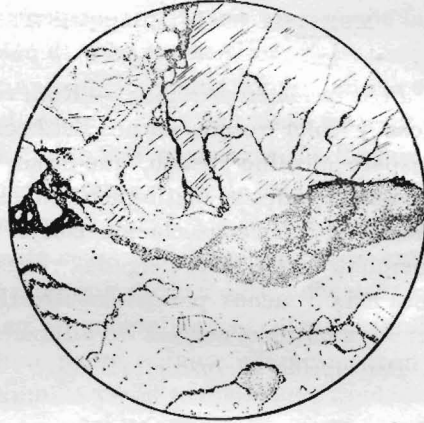


Fig. 9. — Diasquistita alaskítica milonitizada. Cristales grandes de microclino, fracturados y con elivaje visible; en el centro abajo, de este a oeste, una vena de cuarzo finamente granulada, dentro del cual hay feldespato alcalino estirado y alterado. El punteado en gris representa un fino polvo de hematita, que da el color a la roca. Con luz paralela,  $\times 8$ .

La *hematita* es el único mineral de hierro visible. Bajo la forma de un fino polvo se disemina tenuemente por el mosaico de cuarzo o forma venas pulverulentas que atraviesan el microclino.

La trituración que ha sufrido esta roca impide reconocer su textura original, pues quedan únicamente restos de microclino en un mosaico triturado. La observación sobre el terreno indica que es una roca filoniana leucocrática, posiblemente una pegmatita, que ha sido milonitizada.

#### MUESTRA N° 44. DIASQUISTITA ALASKÍTICA MILONITIZADA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta, córnea, de fractura astillosa y color rosado carne. Está compuesta en su mayor parte por feldespato alcalino rosado, que forma cristales indefinidos e irregulares, entre los cuales se distinguen granos también indefinidos de cuarzo grisáceo, en íntima asociación con el feldespato. Los mafitos faltan por completo salvo unas delgadas venas de clorita verde que atraviesan la roca más o menos paralelamente. Hay varios planos de diaclasas, y la muestra no tiene señales de alteración.

*Descripción microscópica.*

*Textura* : porfiroclástica, granulosa.

*Estructura* : cataclástica.

*Componentes* : feldespato alcalino (74 %); plagioclasa (4 %); cuarzo (20 %); calcita y hematita (2 %).

El *feldespato alcalino* predominante es el *microclino*. Este mineral aparece en porfiroclastos irregulares, a veces algo redondeados, que alcanzan un tamaño máximo de 3 mm. Mucho más comunes, sin embargo, son los individuos menores, que miden término medio unos 0,5 mm. Estos cristales presentan en su mayoría la típica macla en enrejado del microclino, pero también se observan individuos de feldespato alcalino que no tienen macla visible, por lo que podría tratarse de ortoclasa.

La roca ha sufrido acciones cataclásticas muy intensas, y como resultado de ellas, el feldespato alcalino presenta notables características. En muchos cristales el maclado es incompleto, a la vez que la extinción es fragmentaria. Aparte de la fragmentación, el feldespato molido ha sido estirado y recementado formando un mosaico finísimo, en el cual se halla también un poco de cuarzo, que constituye la masa de la roca. Este mosaico de feldespato es tan fino que, a causa de la pequeñez de



los granos, no se puede determinar si el mineral predominante es ortoclase o microclino. Todo este feldespato está perfectamente fresco y no presenta señales de alteración ni tiene inclusiones.

La *plagioclase* es muy poco abundante. Aparece bajo la forma de granos algo redondeados, de unos 0,6 mm de diámetro, y bordes irregulares. Casi siempre presenta la macla de la albita, pero ante la imposibilidad de efectuar mediciones de ángulos de extinción simétrica, se determinó que se trata de una *oligoclase básica* mediante sus índices de refracción.

La *plagioclase* está casi siempre parcialmente alterada en caolín; por sus caracteres es muy posible que este mineral sea un resto de la tonalita, en la que está intruído el filón de roca en estudio.

El *cuarzo* se presenta siempre granulado, formando un fino mosaico que en forma de lentes estirados se distribuye en la fina masa feldespática, con la cual frecuentemente se mezcla. Sus caracteres son los mismos que se han descrito en el *cuarzo* de otras rocas de esta zona, por lo que no merecen ahora mención especial.

Los demás minerales son sumamente escasos. Se han observado granos de calcita, muy pequeños (0,1 mm) que forman agregados dentro del mosaico *cuarzo-feldespático* o en el *microclino*. El otro mineral presente es la *hematita*, que como fino polvo salpica el mosaico *feldespático* o los cristales de *microclino*; a veces se distribuye también en bandas o guías irregulares delgadas. A ella se debe, sin duda, el color de la roca.

La intensa cataclasis que ha sufrido la roca ha destruído por completo su textura original. Es evidente, empero, que se trata de una variedad diasquística de naturaleza alaskítica; por el aspecto megascópico de la roca, el hecho de formar filones dentro de la tonalita y la presencia de restos relativamente grandes del feldespato alcalino, es probable que se trate de una *pegmatita alaskítica* que ha sido en parte milonitizada.

MUESTRA N° 23. DIASQUISTITA HÍBRIDA GRANÍTICA  
LEUCOCRÁTICA MILONITIZADA

*Descripción megascópica.* — Roca dura y compacta, de color rosado grisáceo en las superficies frescas, y gris verdoso amarillento en las alteradas. Sólo se distinguen zonas de color rosado, otras grises, que parecen corresponder a feldespato alcalino y *cuarzo*, respectivamente; como la roca está triturada por milonitización no se observan cristales definidos. Los mafitos están prácticamente ausentes, salvo delgadas

venas de color verde oscuro que atraviesan la muestra. No hay señales de alteración.

*Descripción microscópica.*

*Textura* : granoclástica y porfiroclástica.

*Estructura* : cataclástica.

*Componentes* : feldespatos alcalinos (53 %); cuarzo (32 %); plagioclasa (10 %); cloritas, epidoto, apatita, magnetita (5 %). Los porcentajes son sólo aproximados, pues la roca está muy triturada.

Los *feldespatos* alcalinos están representados principalmente por microclino, aunque también hay microclino-micropertita y ortoclasa. La *ortoclasa* es poco abundante y forma algunos cristales algo tabulares, alrededor de 1.5 mm de largo que a veces presentan la macla de Carlsbad. El centro de estos cristales está alterado en sericita y caolín, en tanto que los bordes son límpidos y engloban granos redondeados de cuarzo.

El *microclino* es muy abundante. Siempre es anedral y sus dimensiones son muy variadas, pues se observa individuos de unos 2 mm de tamaño, y otros mucho más pequeños que forman un agregado granuloso dentro del mosaico de cuarzo. A veces el microclino presenta su típica macla de enrejado, pero en otras ocasiones no es visible. Los contornos de los cristales de microclino son muy irregulares; además, los individuos muestran estrecha relación con el cuarzo, con el que forman intercrecimientos periféricos mirmequíticos ocasionales. Normalmente el microclino está fresco, pero a veces hay una alteración incipiente en caolín o sericita. La *micropertita* aparece únicamente en dos o tres secciones, y no presenta caracteres especiales.

La *plagioclasa* es difícil de determinar, pues se presenta en granos pequeños, diseminados entre el cuarzo y el feldespato, que no siempre presentan macla visible. Sus índices de refracción son algo menores que los del cuarzo y sus ángulos de extinción parecen ser pequeños, por lo que es probable que sea *oligoclasa básica*. Los cristales grandes (de alrededor de 1 mm) son muy raros, y están fuertemente caolinizados; lo mismo sucede con los individuos de menor tamaño. Por sus caracteres, se infiere que la plagioclasa proviene de la roca de caja.

El *cuarzo* nunca forma cristales grandes, sino que constituye un fino mosaico distribuido entre los granos de feldespato, con el cual a menudo se confunde. Cuando los granos del mosaico adquieren dimensiones apreciables, muestran entonces extinción ondulante.

Los *mafitos* son poco abundantes; por lo común están asociados y forman agregados irregulares o estirados que se distribuyen en el mosaico cuárcico feldespático o alrededor de los cristales de feldespato.

Todos tienen escasas dimensiones y en general predominan las escamillas de biotita o de cloritas. Junto a ellas hay granos irregulares de epidoto, generalmente agrupados, y cristales pequeños de magnetita. Las cloritas son las más abundantes, pero el epidoto y la biotita son igualmente comunes; estos dos últimos minerales se hallan también como individuos incluidos en el feldespato alcalino.

La *apatita* es muy escasa; forma cristales aciculares o prismáticos pequeños. El *zircón* es muy raro. La *magnetita* ya ha sido mencionada. La *hematita* aparece en diminutas escamas transparentes o como un fino polvo que se distribuye irregularmente en el mosaico cuarzoso o en el feldespato alcalino.

La roca está triturada y finamente granulada, por lo que no es posible determinar cuál ha sido su textura originaria. Es muy probable, sin embargo, que se trate de una roca pegmatítica que ha sido milonitizada.

MUESTRA N° 19 : DIASQUISTITA GRANÍTICA LEUCOCRÁTICA  
MILONITIZADA

*Descripción megascópica.* — Roca compacta de color blanco grisáceo cuando se la contempla a distancia. Como el grano es fino, sólo se ven unos pocos cristales brillantes de feldespato que se destacan en una fina masa indefinida. Hay también bandas subparalelas de color rosado, con manchas verdosas. Las superficies alteradas son de color castaño rojizo o amarillo grisáceo, con manchas oscuras. La roca tiene aspecto esquistoso, que se hace más visible en las caras alteradas.

*Descripción microscópica :*

*Textura :* porfiroclástica.

*Estructura :* cataclástica, esquistosa.

*Componentes :* feldespato alcalino (18 %); plagioclasa (5 %); cuarzo (8 %); epidoto (8 %); sericita (2 %). El resto de la roca está constituida por una fina masa cuarzosa feldespática.

Entre los componentes reconocibles, el *microclino* es el más abundante. Los cristales mayores alcanzan a medir unos 0,5 mm como máximo, pero son muy comunes los individuos irregulares más pequeños. El feldespato es siempre anedral, de bordes muy irregulares en los que han quedado incluidos, en forma total o parcial, granos de cuarzo. La macla en enrejado se encuentra en casi todos los individuos pero a veces sólo es visible en zonas en el interior de los cristales. El *microclino* se halla siempre fresco y límpido.



Las *plagioclasas* se presentan en cristales subedrales que pueden llegar a medir hasta 1 mm de largo, pero que comúnmente son algo más pequeños. Algunos individuos están fracturados y recementados por albita límpida. La macla presente, aunque no es visible en todos los cristales, es la de la albita. No se han podido efectuar mediciones de los ángulos máximos de extinción simétrica, pero por sus índices de refracción es probable que se trate de una *oligoclasa*. La plagioclasa aparece siempre alterada en sustancias caolínicas y escamas diminutas de sericita, que se hallan dispuestas sin ninguna orientación visible. Proviene de la roca de caja.

El *cuarzo* constituye agregados finos de forma lenticular o venas irregulares que se disponen más o menos paralelamente, por lo que la roca tiene un aspecto esquistoso pronunciado. No se han visto cristales individuales aislados de cuarzo, y los granos de las venas son tan pequeños que sólo en algunos pocos casos se ha podido observar su extinción ondulante.

El *epidoto* forma también venas o lentes que acompañan, paralelamente, a las de cuarzo, acentuando aún más la esquistosidad. Estas venas están constituidas por granos pequeños irregulares, cuyo color amarillo verdoso levemente pleocroico al verde amarillento claro o al incoloro. Los granos de epidoto están a menudo acompañados por un poco de *sericita*, mineral éste que, aparte de aparecer como pajuelas dentro de las plagioclasas alteradas, se distribuye igualmente en pequeñas escamas dentro del mosaico triturado o a veces rodea los porfiroclastos de plagioclasa. Cuando la sericita aparece formando agregados, se orienta paralelamente a la esquistosidad.

Los únicos minerales accesorios que se han visto, y que son muy escasos, son prismitas de *apatita* en el mosaico cuarzoso-feldespático, y granos irregulares de *magnetita* asociados con el epidoto.

Más de la mitad de la roca está constituida por cuarzo y feldespato, completamente molidos, que se distribuyen entre los otros componentes, formando una especie de abundante cemento cataclástico. Las acciones cataclásticas, causantes de la trituración de la roca, han sido tan intensas que nada queda de la textura originaria. Empero, como la roca es filónica, y como quedan fragmentos relativamente grandes del feldespato, es probable que se trate de una pegmatita de naturaleza granítica que ha sido milonitizada.



MUESTRA N° 14: DIASQUISTITA GRANÍTICA CON IMPUREZAS  
TONALÍTICAS

*Descripción megascópica.* — Roca de aspecto pegmatítico, algo astillosa, de color blanco grisáceo cuando se la contempla a distancia. Los feldespatos, de alrededor de un centímetro de diámetro, se destacan como cristales irregulares blanquecinos, junto con algunos individuos de cuarzo gris, levemente rosado, de similares dimensiones. Bandas difusas irregulares y manchas indefinidas, ambas de color verde pálido, son los únicos componentes coloreados visibles. Una vena de dos centímetros de ancho y color negro verdoso (anfíbol ?) atraviesa una de las muestras estudiadas. La roca está fresca y sólo se ve una alteración superficial de color castaño claro en las superficies que estuvieron expuestas a los agentes meteóricos.

*Descripción microscópica :*

*Textura :* porfiroclástica.

*Estructura :* cataclástica.

*Componentes :* plagioclasas ácidas (53 %); feldespato alcalino (17 %); cuarzo (28 %); epidoto, calcita y sericita (2 %).

Las *plagioclasas* forman a veces cristales algo tabulares que llegan a medir 1 centímetro de largo por 0,6 cm de ancho, lo común, sin embargo, es que se presenten en individuos irregulares de unos 3 mm de diámetro o menos. Los cristales tienen bordes muy irregulares y en muchos casos se observa trituración periférica, con formación de un fino mosaico.

Las plagioclasas tienen generalmente el clivaje bien marcado, pero la mayoría de los individuos carecen de maclas visibles. Muy pocos cristales muestran la macla de la albita, pero en cambio es frecuente la presencia de láminas irregulares claras de menor índice de refracción que parecen estar constituidas por albita: sería éste un fenómeno de autometasomatismo, mediante el cual la plagioclasa adquiere un aspecto similar a una micropertita. No se pudieron efectuar mediciones de ángulos de extinción de la plagioclasa, pero la comparación de sus índices de refracción con los del cuarzo y el del bálsamo de Canadá permiten comprobar que se trataría de una *oligoclasa básica* o quizá una *andesina*. En general, la plagioclasa está fresca, pero se nota siempre una alteración incipiente que se manifiesta en una turbidez caolínica-sericitica, algo amarillenta por teñido con hidróxidos de hierro.

El *feldespato alcalino* está representado por *microclino* o, más raramente, *microclino-micropertita*. Los cristales son siempre anedrales, de

contornos muy irregulares, y alcanzan un tamaño máximo de 2 mm por 1 mm; mucho más comunes, sin embargo, son los individuos que miden alrededor de 0,5 mm o aún menos. El microclino presenta siempre su maclado típico, y por lo común se lo encuentra dentro del mosaico de cuarzo. Siempre es muy límpido e inalterado, pero a veces ha sufrido una fuerte trituración.

El *cuarzo* aparece pocas veces como granos independientes (que miden alrededor de 1 mm de diámetro), y con mayor frecuencia se lo encuentra formando un fino mosaico que, en forma de bandas irregulares o zonas indefinidas, se introduce entre los feldespatos, con los cuales a menudo se entremezcla. Con fuertes aumentos se observa que los granos componentes del mosaico cuarzoso tienen bordes indefinidos y presentan extinción ondulante.

El *epidoto* forma unos pocos granos irregulares, de color amarillo verdoso, que se destacan en el mosaico cuarzoso-feldespático. Los granos de epidoto forman agregados irregulares, semiopacos, que en unión de placas pequeñas de calcita y escamillas de sericita se mezclan con el fino mosaico de la roca.

Se han observado además unos pocos granos de zoisita.

Los minerales accesorios están prácticamente ausentes, salvo unos pocos prismas diminutos de apatita.

**Summary.** — The present paper deals with the petrology of the Cerro Noceti (situated to the West of the city of Tandil), a small hill of the Tandilian Ranges which, so far, have received little attention from the geological point of view. The geological and petrological observations have shown that the Cerro Noceti is composed mainly by a Precambrian tonalite, which has been markedly affected by stresses acting from North and South; the stresses have imposed upon the tonalite a cataclastic-schistose structure, striking E-W approximately, and have also milonitized partially and locally some of the original rock. It is also to be noted that the tonalite is jointed in different directions; more measurements on a larger area are needed to interpret the joints.

After its intrusion, the tonalite was invaded by a lamprophric rock — so far unmentioned for that region — which on the basis of microscopical analysis is classified as a spessartite. This rock forms parallel dykes, on the main concordant with the schistosity of the tonalite. The northern part of the Cerro Noceti has also been influenced by a leucocratic granite magma (or emanations?), similar to the one that formed small bodies of granite outcropping in other parts of the Tandil area. Through this influence, the tonalite was converted into a hybrid granodiorite. In the central parts of the Cerro, the granitic influence manifests itself as sterile dykes and veins of pegmatitic material; these small dykes and veins are also concordant with the cataclastic structure of the tonalite.

The granitic material affected the area after the emplacement of the spessartite dykes, but both — pegmatites and spessartites — were emplaced before the stresses ceased to act; this is shown by the fact that tonalite, spessartite and pegmatite are equally crushed and milonitized in various degrees.

Seventeen of the most typical rocks of the area have been selected for description in the paper. Nowhere in the Cerro Noceti are the gneissic rocks mentioned by previous workers to be found.

#### OBRAS CONSULTADAS

- AGUIRRE, E., *Constitución geológica (de la Provincia de Buenos Aires)*, en Censo General de la Provincia de Buenos Aires, verificado el 9 de octubre de 1881 bajo la Administración del doctor Dardo Rocha, 1882.
- BERNASCONI, O., *Contribución a la hidrogeología del Partido de Tandil*. Tesis inédita. Museo de La Plata, 1947.
- CAMPBELL, J., *Types of pegmatites in the Archean at Grand Canyon Arizona*, American Mineralogist, **22**, N° 5, 1937.
- FRINIO, V., *Observaciones petrográficas sobre el granito del Cerro Los Leones en Tandil (Provincia de Buenos Aires)*. Notas del Museo de La Plata, tomo IX, Geología, N° 31, 1944.
- HAUTHAL, R., *Contribución al estudio de la Geología de la Provincia de Buenos Aires. I. Las sierras entre Cabo Corrientes e Hinojo*. Revista del Museo de La Plata, tomo VII, 1896.
- HEUSSER, J., y G. CLARAZ, *Ensayos de un reconocimiento geológico-físico de la Provincia de Buenos Aires. La Cordillera entre el Cabo Corrientes y Tapalqué*, 1863.
- JOHANSEN, A., *A descriptive petrography of the Igneous Rock*. Volume II. The Quartz-bearing rocks. Chicago, 1932.
- JOHANSEN, A., *A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks*. Volume III. The Intermediate Rocks. Chicago, 1937.
- KLEER, G., *Sobre la naturaleza de las rocas de la cantera Aguirre de las sierras de Tandil y su diferenciación*. Anales de la Sociedad Científica Argentina, tomo 124. Buenos Aires, 1937.
- LANDES, K. K., *Origin and classification of pegmatites*. American Mineralogist, **18**, N° 2 y 3, 1933.
- NÁJERA, J. J., *Historia física de la Provincia de Buenos Aires*. Tomo I: Tandilia. La Plata, 1940.
- OLSACHER, J., *Estudio geológico y petrográfico de los alrededores del Dique San Roque*. Revista de la Universidad Nacional de Córdoba, año XVII, números 3 y 4, 1930.
- ROSENBUSCH, H., *Mikroskopische physiographie der massigen Gesteine*. Stuttgart, 1896.
- SCHILLER, W., *Investigaciones geológicas en las montañas del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires*. Anales del Museo de La Plata, tomo IV, primera parte (segunda serie), 1930.
- TAPIA, A., *Aguas minerales de la República Argentina*. Volumen II. Provincia de Buenos Aires, 1937.

Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales.  
Departamento de Ciencias Geológicas.

---

REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES  
ANEXO AL MUSEO ARGENTINO DE CIENCIAS NATURALES « BERNARDINO RIVADAVIA »

Ciencias Geológicas, Tomo III, n° 1, octubre de 1951

---



BIBLIOTECA  
"Florentino Ameghino"