

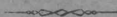
CARACTERES PETROGRÁFICOS DE TRES ROCAS

DE CERRO AGUIRRE

(OLAVARRÍA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

POR

MARÍA MAGDALENA RADICE



LA PLATA
REPÚBLICA ARGENTINA

—
1944

CARACTERES PETROGRÁFICOS DE TRES ROCAS

DE CERRO AGUIRRE

(OLAVARRÍA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

POR

MARÍA MAGDALENA RADICE



LA PLATA
REPÚBLICA ARGENTINA

—
1944

CARACTERES PETROGRÁFICOS DE TRES ROCAS DE CERRO AGUIRRE

(OLAVARRÍA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

POR MARÍA MAGDALENA RADICE

Expongo en estas notas los resultados del estudio petrográfico de tres muestras de roca provenientes de cierta cantera, hoy abandonada, del pie del Cerro Aguirre (Sierras Bayas, partido de Olavarría, provincia de Buenos Aires). Es interesante el hecho de que esas tres muestras presentan un aspecto y composición muy diferentes, pero la estructura es semejante en las tres, aunque esto sólo se comprueba al microscopio; a simple vista la semejanza no es evidente.

Agradezco al doctor Agustín E. Riggi haberme facilitado el material para el estudio y además proporcionarme los datos acerca de la relación que los tres tipos de roca guardan entre sí en el terreno. Así el doctor Riggi me ha informado que dentro del material rojizo (muestra n° 1) aparecen pequeños « schlieren » negros o casi negros que parecen constituídos por los mismos componentes que forman grandes masas (muestras n° 2 y 3) dentro del granito milonitizado rojo. En dicha cantera fueron explotadas tanto la roca rojiza como las negras o grises muy oscuras, usándolas para la preparación de balasto y también para revestimientos de edificios.

Las milonitas son rocas relativamente abundantes en el sur de la provincia de Buenos Aires; el tipo más conocido es el de color rojo, por cuanto es muy usado para revestimientos de edificios o monumentos, pero las milonitas de toda esa región presentan muchas veces color muy oscuro (Angelelli, 1941, 376).

MUESTRA I

Observación megascópica. — Roca holocristalina muy compacta, granuda, de grano más bien grueso (los mayores individuos alcanzan 1,5 cm de longitud), por lo tanto se reconocen perfectamente a simple vista sus componentes esenciales : los feldespatos y el cuarzo. Aquéllos son de dos tipos : unos son de color verde de mediana intensidad, a veces algo azulado, y otros tienen color desde rosado hasta rojo carne. El cuarzo es escaso y aparece de color gris oscuro. Dada la predominancia de los feldespatos, cuando se tiene la muestra en la mano no es posible indicar un color propio de la roca, pues el verde y el rojo se destacan cada uno por separado, pero cuando se observa desde cierta distancia, la roca parece ser rojiza. He aislado porciones de feldespato rojo y de feldespato verde, que triturados y vistos al microscopio revelaron corresponder a microclino y ortoclasa respectivamente.

Estructuralmente la roca se caracteriza por el alargamiento que presentan los feldespatos y el cuarzo, que aparece en masas estiradas entre los individuos de aquéllos.

Observación microscópica. — Roca holocristalina, constituida por feldespatos y cuarzo como principales componentes primarios, y en mucha menor cantidad por biotita y piritita ; hay también algunos minerales accesorios. La milonitización es evidente, y se manifiesta por la recrystalización del cuarzo, la gran cantidad de microclino y la abundancia de material triturado que rodea a muchos individuos grandes de los componentes esenciales, o que se presenta en nódulos entre ellos. Otro indicio del metamorfismo es la formación de pegmatitas en las que interviene el cuarzo que recrystalizó.

Las proporciones en que se presentan los minerales esenciales son :

Ortoclasa y microclino	65 %.
Plagioclasa	25
Cuarzo	9,5
Biotita y minerales opacos	0,5

Cuando se observa con el solo polarizador, el *cuarzo* parece constituir individuos que miden como mínimo 0,7 mm de largo y 0,6 mm de ancho, y como máximo 9 mm de largo y 3 mm de ancho. Pero cruzando los nicoles se comprueba que lo que parecía un individuo único está constituido por cierto número de individuos pequeños de diferente orientación óptica, y que forman una estructura pavimentosa, los distintos cristales de *cuarzo* engranan unos en otros.

Llama la atención el hecho de que los individuos de *cuarzo* que han sido cortados perpendicularmente al eje óptico, o próximo a ello, no presentan extinción ondulante, la que se observa en aquellos que fueron cortados paralelamente al eje óptico o próximo a ello. Podría pensarse que en el primer caso la extinción ondulante no se ve porque queda enmascarada por los colores de interferencia muy bajos, pero la observación conoscópica revela que en realidad estos individuos que tienen su eje óptico aproximadamente perpendicular al plano de la sección no han sufrido una reordenación atómica, es decir, que se conservan uniáxicos, mientras que el resto de los cristales de *cuarzo* se han convertido en biáxicos. Esto parece indicar que la roca fué sometida a fuerzas que actuaron en una determinada dirección.

El *cuarzo* presenta abundantes inclusiones flúidas, muchas con burbuja gaseosa, y a menudo dispuestas en líneas que pasan de un grano a otro. Particularmente en algunos individuos de *cuarzo* son relativamente abundantes unas inclusiones prismáticas o irregulares de *hornblenda* de color castaño. Raras son las inclusiones prismáticas de *apatita*, y otras aciculares que posiblemente sean de *rutilo*, y además otras irregulares, rojas, de *hematita*. Son frecuentes unas inclusiones muy irregulares, incoloras, de índice de refracción superior al del *cuarzo*, que no he podido determinar. En algunos individuos de *cuarzo* también están incluídos otros redondos de feldespato muy alterado, y también se observan cristales de *cuarzo* con distinta orientación óptica que el que los encierra.

Usando los mayores aumentos del microscopio se pueden observar en el *cuarzo* finas fracturas rectilíneas que en algunas partes

se disponen simulando un clivaje; este es un carácter que debe tenerse en cuenta en una roca de construcción, pues seguramente estas fracturas microscópicas influyen desfavorablemente sobre la resistencia de aquélla.

Muchos individuos de cuarzo están limitados por unas delgadas bandas de laminillas pequeñísimas de color castaño, pleocroicas desde un amarillo rosado hasta un castaño de mediana intensidad, y que vistas con luz reflejada aparecen sumamente brillantes en una posición; son de hematita especular.

El *microclino* aparece en individuos irregulares, cuyas dimensiones son muy variadas, pues oscilan entre 0,04 mm de largo y 0,03 mm de ancho (que es lo que miden algunos cristales que aparecen con el cuarzo de las masas de cuarzo triturado y recristalizado ya mencionadas), hasta 13 mm por 11 mm (que es lo que miden los mayores individuos observados en corte delgado).

El *microclino* presenta las típicas maclas en enrejado (microf. 1), que en algunos casos no se observan en toda la superficie del individuo de feldespato, sino en la parte marginal sólo. En él son relativamente abundantes las inclusiones de cuarzo en individuos redondeados, de las cuales en general aparecen varias en un mismo cristal del feldespato, con la característica de que casi siempre hay varias de ellas con la misma orientación óptica, de modo que pueden considerarse asociaciones micropegmatíticas, aunque no tengan la estructura gráfica típica. También son bastante abundantes las inclusiones de ortoclasa en el *microclino*, destacándose muy bien por su aspecto muy turbio, pues el feldespato potásico triclinico se presenta límpido, excepto en delgadas bandas donde se observa la formación de laminillas micáceas, lo mismo que en pequeñas porciones marginales del feldespato. Las bandas micáceas se disponen en varias direcciones de un mismo corte delgado, caracterizándose las que corren en una de esas direcciones por seguir trayectorias casi rectas y conservar el paralelismo entre ellas, mientras que en otras direcciones las bandas tienen en general trayectorias sinuosas. La alteración micácea se ha producido a lo largo de grietas y planos de clivaje, por los cuales ha penetrado también, en algunas partes, hematita. Es posible que el óxido

férrico esté muy finamente diseminado en el microclino, y que por ello no se observe más que en ciertas porciones, donde es suficientemente abundante como para ser reconocido al hacer la observación al microscopio (con luz reflejada); en efecto, el color rosado hasta rojizo que presenta al microclino a simple vista es atribuible a hematita.

La escasa alteración del microclino contrasta con el aspecto terroso que presentan los otros feldespatos de la roca: ortoclasa y plagioclasa. La primera está representada por cristales xenomorfos de dimensiones similares a los de microclino, algunos de los cuales están rodeados por un marco de pequeños granos del mismo feldespato, triturado.

Los individuos de ortoclasa conservan casi siempre pequeñas partes superficiales bien límpidas, que están limitadas generalmente por fracturas o por trazas de clivaje. El aspecto terroso del resto se debe a la formación de gran cantidad de laminillas de mica que a veces se disponen en microscópicos agregados fibroso-radiados. La sericita no es el único producto formado, pues mezclado con ella aparecen gránulos irregulares de un epidoto que en unos casos es incoloro y en otros verde amarillento pálido y pleocroico desde el amarillo verdoso hasta un verde amarillento. Estos gránulos se descubren observando cuidadosamente y con gran aumento el corte delgado, y tienen importancia porque el color verde que permite diferenciar a simple vista, en la muestra, a la ortosa y las plagioclasas del microclino, es atribuible a la epidotización de aquéllas.

Muy interesantes son las inclusiones laminares de hematita especular dispuestas con gran regularidad en algunos individuos de ortoclasa, como el que aparece en la microfotografía 2.

La *plagioclasa* está maclada según la ley de la albita con láminas muy delgadas, a veces algo curvadas; la alteración avanzada impide la medición de los ángulos de extinción, y con ello la determinación exacta de la plagioclasa; tampoco pueden hacerse lecturas de ángulos en las partes que, como en la ortosa, quedaron frescas, porque allí se observa extinción ondulante; se pudo, eso sí, determinar el índice de refracción en relación al bálamo, siendo ligeramente superior al de éste, por lo cual se deduce que

se trata de una plagioclasa muy pobre en calcio (oligoclasa). La alteración es similar a la observada en la ortoclasa.

Son bastante frecuentes en la roca las asociaciones entre cuarzo y feldespato, o entre ortoclasa y plagioclasa; estas asociaciones se observan a menudo sólo en las partes marginales del feldespato potásico. Hay asociaciones micropertíticas y micropegmatíticas en las que el feldespato presente es el microclino, y donde en algunos casos uno de los dos feldespatos, o el cuarzo, están en individuos tan pequeños que sólo se descubren con los mayores aumentos del microscopio.

La *biotita* aparece en su mayor parte en láminas pequeñas que se reúnen en grupos estirados, y con menor frecuencia aparece en láminas aisladas de dimensiones superiores al medio milímetro. A través de toda la roca hay una tendencia a que los grupos de láminas de mica negra se dispongan con cierto paralelismo; el hecho, ya visible a simple vista en la muestra, se observa asimismo en el corte delgado. La *biotita* está a veces cloritizada, tiene color castaño verdoso y es pleocroica desde el castaño amarillento claro hasta un pardo verdoso. Asociado con la clorita aparece otro producto de la transformación de la *biotita*: es un epidoto de color verde amarillento, marcadamente pleocroico desde un amarillo verdoso hasta un verde ligeramente azulado. La formación de clorita y epidoto por alteración de la *biotita* es un fenómeno bastante frecuente, y ha sido mencionada, entre otros, por Van Hise (1904, 339-342), quien indica como usual la presencia de epidoto y cuarzo acompañando a la clorita secundaria de *biotita*, siendo esta transformación propia de la zona de catamorfismo.

Junto con la *biotita* alterada suelen presentarse láminas de la mica negra inalterada o apenas con indicios de comienzo de alteración; en estos casos no se observan los tonos verdosos en la mica y la birrefracción es alta, mientras que en la cloritizada se observan colores de interferencia bajos (grises).

En menor cantidad que la *biotita* hay *magnetita* en masas irregulares que presentan surcos o grietas (que están ocupadas por una clorita) y que se asocian con muy pequeñas cantidades de piritita e ilmenita alterada en leucoxeno.

Minerales accesorios son: apatita y epidoto, ambos en cristales bastante redondeados, y los dos en pequeñísima cantidad.

La composición mineralógica de esta roca corresponde a la de un granito, y por el metamorfismo dinámico que ella ha sufrido debe designarse *milonita de granito*.

MUESTRA 2

Observación megascópica. — Roca holocristalina granuda, densa, muy oscura, en partes llega a ser negra, y en otras es de color verde muy oscuro; allí tiene grano algo más grueso que en las partes negras, que tienen grano fino. Ningún indicio de acciones tectónicas visible a simple vista, salvo una suave laminación.

Estudio microscópico. — Al microscopio presenta el aspecto típico de las rocas que habiendo sido sometidas a un metamorfismo dinámico intenso, han sufrido fracturaciones y recristalizaciones. Los minerales primarios esenciales que la constituyen son: feldespatos, cuarzo, hornblenda verde, biotita. La apreciación de las proporciones relativas de los primeros de estos minerales es difícil debido a la gran cantidad de asociaciones micropegmatíticas y micropertíticas; las primeras son consideradas aparte al hacer el cómputo (que aparece al final de esta descripción) porque en ellas puede aceptarse como general la relación 3 : 1 entre el feldespato y el cuarzo; en cuanto a las micropertitas, ellas son incluidas en la cifra correspondiente a la ortoclasa, por cuanto no hay relación más o menos constante entre ese feldespato y la plagioclasa.

Los feldespatos están representados principalmente por *ortoclasa*; hay también *micropertitas* y algunos individuos de *plagioclasa*. Los feldespatos aparecen casi sin alteración (tanto que muchas veces, por su limpidez, es difícil distinguirlos del cuarzo), pero es muy llamativa la existencia, en las secciones de aquéllos, de bandas o de trazas turbias, constituidas por laminillas pequeñísimas, de aspecto micáceo. Esas bandas turbias están uniformemente orientadas en el corte delgado, y coincidiendo en orientación con la dirección en que se disponen los diámetros mayores de los indivi-

duos de anfíbol, por lo cual puede deducirse que el hecho observado es el resultado de las acciones dinámicas. Esa orientación preferida no se observa sólo en los anfíboles sino también en muchos de los individuos de feldespatos y de cuarzo.

Puede decirse que la totalidad de los cristales de ortoclasa presentan extinción ondulante acentuada. Las inclusiones en aquélla están constituidas por cristales prismáticos de apatita, otros aciculares de rutilo; hay también individuos de hornblenda, de biotita, de zircón rosado, y de piritita. Las fracturas que presentan la mayor parte de los individuos de ortosa están rellenos por sustancia cloritica; en algunos casos es evidente que ésta procede de la alteración de piroxenos que sólo excepcionalmente aparecen incluidos en los feldespatos, pero que son relativamente abundantes (el 10,5%, incluidos los productos de su transformación) en forma de masas estiradas que se amoldan a los individuos de feldespatos y cuarzo.

En cuanto a los individuos de *plagioclasa*, ellos son escasos, están maclados según la ley de la albita o según las leyes de la albita y el periclino, con la característica general que las láminas que componen la macla han sido dobladas, y a veces han llegado a fracturarse. Las extinciones ondulantes impiden hacer la determinación de la plagioclasa por mediciones de los ángulos máximos de extinción simétrica, pero por su refracción debe tratarse de una oligoclasa o andesina más bien ácida. En estos feldespatos sódico-cálcicos también aparecen las bandas de laminillas micáceas observadas en la ortoclasa.

Las líneas de fractura en los feldespatos (ortosa y plagioclasas) son en general más o menos paralelas a la dirección en que se orientan las bandas de laminillas micáceas que representan los vestigios de la alteración previa al metamorfismo, pero algunas veces ellas son perpendiculares o casi perpendiculares a aquéllas. Las acciones dinámicas se manifiestan además por las extinciones ondulantes.

La ortosa frecuentemente se asocia con plagioclasa formando con crecimientos micropertíticos en los cuales la última aparece en forma de lentes pequeñas, curvadas, e igualmente orientadas, y otras veces en forma de fibrillas rectilíneas.

En algunos cristales de ortoclasa se presentan inclusiones redondeadas de cuarzo, que a veces extinguen casi simultáneamente; son inclusiones del tipo que Michel Lévy (1879, 844-848) ha llamado « quartz corrodé »; no los considera asociaciones pegmatíticas porque casi nunca los gránulos tienen igual orientación cristalográfica. Michel Lévy cree que las inclusiones redondeadas de cuarzo pueden atribuirse a un crecimiento secundario de antiguos granos de cuarzo rotos y englobados durante la consolidación del feldespato.

Muchos de los individuos de feldespatos se han triturado periféricamente, de modo que se observan bandas de gránulos feldespáticos que se interponen entre los cristales grandes. A menudo es difícil distinguir estos trocitos de las micropegmatitas muy pequeñas que son muy abundantes en las partes marginales de la ortosa y que son descriptas más adelante, al considerar el cuarzo.

El *cuarzo* aparece en grupos de individuos que engranan unos en otros formando estructuras en mosaico, es evidente que ha recristalizado. Esos individuos tienen dimensiones mucho más reducidas que los de feldespato. Muy frecuentemente se ven en esta roca asociaciones micropegmatíticas, y éstas han sido producidas asimismo por el cuarzo que recristalizó; son muy abundantes especialmente en los contactos entre cuarzo y ortoclasa, y seguramente se han formado por el mismo proceso de recristalización. El hecho no es desconocido; Harker (1939, 69) lo menciona para una arenisca de la isla de Rum, donde aquella fué muy metamorfoseada por intrusiones de eucritas y peridotiras; la formación de pegmatitas, según el mismo autor (1939, 299) también puede ser una consecuencia de la acción de factores dinámicos actuando sobre un magma cristalizando progresivamente. El feldespato de algunas de estas asociaciones micropegmatíticas es sódico-cálcico.

El cuarzo presenta extinción ondulante, se comporta como biáxico y en algunos individuos se observan grietas que han sido rellenadas por un material micáceo, y en parte por hematita especial. Estas grietas no tienen una orientación uniforme en toda la sección, ni guardan relación alguna con las hileras de pequeñas inclusiones flúidas con burbuja gaseosa que atraviesan a muchos

individuos de cuarzo. Muchas inclusiones flúidas con burbuja gaseosa se distribuyen irregularmente, no en líneas; las alineadas, en general, se disponen transversalmente con respecto a los mayores diámetros de los individuos de cuarzo, y ellas se continúan de uno a otro individuo de cuarzo. Las inclusiones gaseosas aparecen más o menos circulares, o en forma de gotitas, o irregulares con prolongaciones. En especial en algunos cristales de cuarzo se observa gran cantidad de inclusiones muy pequeñas de un anfíbol verde, probablemente de la misma hornblenda que es uno de los minerales importantes de la roca. Relativamente abundantes son las inclusiones de zircón en prismas bipiramidados corroídos, de color amarillento o rosado; menos frecuentes son los cristales de apatita. El hecho de que las líneas de inclusiones flúidas pasan a través de varios individuos vecinos de cuarzo indica que ellas se han formado durante el proceso de metamorfismo. Las bandas de laminillas micáceas que se observan ahora en los feldespatos parecen representar los restos de la alteración que habían padecido antes del metamorfismo; si por este proceso la sericita desapareció, puede suponerse que el agua que entraba en su composición es la que ha formado las burbujas flúidas en el cuarzo.

La *hornblenda verde* constituye individuos xenomorfos, a menudo estirados por las acciones dinámicas, apareciendo así como en jirones que se han alojado entre las superficies de separación de otros minerales (microf. 6). A veces el anfíbol no sólo está fracturado sino también arqueado; esto se reconoce bien por la curvatura de las trazas de clivaje; en estos casos se observa además una marcada extinción ondulante (microf. 4). La hornblenda aparece casi siempre formando individuos que emiten prolongaciones entre las cuales se dispone el cuarzo y los feldespatos, minerales que en algunos casos han quedado englobados entre varios individuos de anfíbol o entre los trozos de un individuo originario, como se observa en la microfotografía 3.

Incluidos en la hornblenda aparecen individuos de piritita y otros minerales opacos que por su reducido tamaño no he podido determinar; esto también ocurrió al observar con luz reflejada los minerales opacos que aparecen formando un delgado marco alre-

dedor de muchos cristales de hornblenda o se han depositado a lo largo de sus fracturas y líneas de clivaje. Las inclusiones cristalinas transparentes son de apatita y de zircón, ambos minerales en cristales bastante redondeados. En un caso se presentaba una inclusión de apatita que a su vez contenía como inclusión a un cristalito de zircón. Alrededor de algunas inclusiones de allanita se han originado aureolas pleocroicas en la hornblenda (microf. 5).

La mayor parte de los individuos de hornblenda se conservan frescos, pero algunos muestran un comienzo de alteración clorítica.

Casi siempre la hornblenda se asocia con *biotita* que aparece en láminas de color castaño amarillento que a menudo se presentan como penetrando al anfíbol. Las láminas más grandes presentan sus líneas de clivaje arqueadas y tienen extinción ondulante muy acentuada. Son frecuentes las aureolas pleocroicas que rodean inclusiones de zircón. Otras inclusiones son de pirita. Las láminas basales de clorita no presentan el típico contorno pseudo-hexagonal de los cristales euhedrales. Algunos individuos de la mica negra muestran señales de alteración clorítica, que no se extiende nunca a todo un individuo de la mica, ni es muy acentuada.

Son abundantes en la roca unas masas alargadas, irregulares, que con el solo polarizador aparecen con casi toda su superficie bastante turbia, y que se alojan entre los grandes individuos de feldespato y cuarzo, englobando a veces pequeños individuos de estos minerales (como los que hemos dicho que se presentan en los límites entre feldespatos o entre feldespatos y cuarzo, y cuya formación hemos atribuido al metamorfismo dinámico). Esas masas turbias parecen reconocer igual origen, y están constituidas esencialmente por hojuelas de una clorita (cuyos colores de interferencia en un corte de 30 micrones de espesor, llegan hasta el amarillo del segundo orden) y restos alargados de dialaga; también se presenta cuarzo, y en mucha menor cantidad aparecen algunos individuos de epidota (algunos de los cuales han originado una aureola pleocroica a su alrededor), y un carbonato de calcio. También aparecen *biotita* y *pirita* mezcladas con los componentes mencionados. Es característica la uniformidad con que están dispuestas las mayores dimensiones de los individuos de clorita, piroxeno,

cuarzo y mica. A menudo todo el conjunto tiene trayectoria algo curva, y delgadas venitas de esta masa de alteración penetran en las grietas de los feldespatos y cuarzos vecinos.

El más abundante mineral accesorio es la *pirita*, en masas irregulares de las que a veces se desprenden venitas que rellenan fracturas de la ortoclasa. Otros minerales accesorios son: apatita, epidota, zircón (nombrados en orden de abundancia decreciente), que aparecen en cristales algo redondeados; la apatita es curiosa por presentar inclusiones flúidas dispuestas en hileras.

La composición mineralógica de esta roca es la siguiente:

Ortoclasa y micropertita.....	53,4 %.
Cuarzo.....	22,4
Piroxenos y productos de su alteración.....	10,5
Hornblenda.....	7,1
Plagioclasas.....	3,4
Micropegmatitas.....	1,4
Biotita.....	1,4
Accesorios (casi todo pirita).....	0,4

Por esto y por su estructura, la roca es una milonita de granito, aunque su color muy oscuro, excepcional en una roca tan ácida, no lo haría suponer a primera vista.

MUESTRA 3

Observación megascópica. — La muestra no es de aspecto uniforme en toda su masa, hay partes de grano grueso en las que se destacan los individuos de feldespato color gris verdoso, y en otras partes la roca es de grano más fino y muy obscura, casi negra.

Estudio microscópico. — El estudio de cortes delgados efectuados con partes representativas de la muestra permite indicar que el principal componente son los feldespatos, y que la diferencia de color en distintas porciones se debe a la mayor o menor proporción de minerales ferromagnesianos: biotita, hornblenda verde y diálag. En menor cantidad que éstos se presentan minerales opacos

(magnetita y piritita). El cuarzo es poco abundante, y en las partes más oscuras de la roca falta casi por completo.

Un corte delgado hecho con una de las porciones algo más claras de la muestra, revela que los principales componentes son los feldespatos; la biotita sigue en orden de abundancia decreciente; el cuarzo y masas de dialaga y productos de su transformación son los otros constituyentes esenciales.

Difiere de la muestra 1, ante todo por no tener microclino. La ortoclasa, que es el más abundante de los feldespatos presentes, tiene extinción ondulante acentuada, sus individuos están agrietados en diversas direcciones, y las grietas se continúan a través de varios cristales vecinos. Aparecen aquí también las bandas y manchas de laminillas micáceas que señalan la alteración. Las porciones marginales de los individuos de ortosa han sido casi siempre triturados, aparecen masas alargadas de gránulos del feldespato alojándose entre los mayores cristales del mismo mineral. Raras veces el cuarzo está asociado con los grupos de gránulos de ortoclasa, y cuando aparece ha recristalizado formando micropegmatitas que bordean a los restos de los cristales originales.

Aunque nos referimos a « ortosa », lo que en realidad aparece en la roca es ortosa asociada con otro feldespato, una micropertita muy fina, que se descubre con aumentos medianos por la diferente extinción de uno y otro feldespato, y mucho mejor aún con luz reflejada porque entonces se destacan sobre el fondo oscuro que corresponde a la ortosa, que permaneció fresca, numerosísimas manchitas que aparecen blanquecinas por la alteración.

Debe hacerse notar que el cuarzo nunca aparece periféricamente triturado, él ha recristalizado formando grupos de cristales que presentan en conjunto una estructura en mosaico.

Las *plagioclasas*, macladas según la ley de la albita o según las leyes de la albita y periclino, también presentan indicios del metamorfismo que han soportado, están arqueadas o estiradas, y también presentan trituración marginal. Hay asociaciones micropegmatíticas y antipertíticas en los bordes de algunos cristales de plagioclasa. Los feldespatos sódico-cálcicos no han podido ser determinados con mayor aproximación debido a las extinciones

ondulantes que presentan, pero por su índice de refracción debe tratarse de un término de mediana acidez. Su alteración y fracturación es similar a la de la ortoclasa.

Como ya he dicho, el cuarzo recristalizó, y además está agrietado y presenta extinción ondulante. Es rico en pequeñas inclusiones flúidas irregulares, con burbuja gaseosa, y dispuestas en líneas en varios planos.

La *biotita* aparece en láminas que tienen color castaño claro, intensamente pleocroicas desde el castaño amarillento al castaño rojizo. Esas hojas han sido estiradas, se presentan arqueadas y con extinciones ondulantes. Se observa que entre las láminas de mica se aloja feldespato (microfot. 7 y 8) que es parte de individuos de este silicato que están en contacto con la mica negra. Llama la atención el número relativamente grande de inclusiones de corindón, uno de los cuales presenta la particularidad de que fué fracturado y la grieta fué rellenada por el mismo material (microfot. 7 y 8). En algunos individuos de biotita se observa un comienzo de alteración clorítica, pero ella es insignificante, se observa apenas un ligero tinte verdoso que revela iniciación de la alteración, que no ha afectado igualmente a todos los individuos, aún a aquellos que aparecen en contacto unos con otros.

En menor cantidad que la biotita aparecen restos frescos de un piroxeno, al parecer dialaga, acompañados por productos de transformación del mismo. Estos productos son una clorita y un carbonato que han avanzado también por los bordes y grietas de los feldespatos con los que están en contacto.

Minerales opacos observados son magnetita y pirita; aquélla se presenta en masas irregulares, a menudo alojándose en fracturas. En cuanto al sulfuro, aparece en muy pequeña cantidad asociado a la magnetita. Esta última también está en el interior de las masas que resultaron de la transformación del piroxeno.

Un corte delgado realizado con una de las porciones de color algo más oscuro muestra que los feldespatos siguen siendo un constituyente importante, el cuarzo es escaso y la proporción de minerales máficos ha aumentado hasta constituir aproximadamente

el 50% de la roca. Ellos están representados por biotita, dialaga, anfíbol (hornblenda verde).

Los feldespatos son : ortoclasa, plagioclasa y microclino (este último en escasa cantidad). De todos el que más abunda es la ortosa. Los caracteres de los feldespatos no difieren de los ya mencionados el describir las partes claras de la roca. De interés para nosotros es la fracturación que presentan, lo que seguramente hace disminuir la solidez de la roca y facilita el avance de la alteración. Se observa la trituración periférica de muchos feldespatos y la formación de micropegmatitas.

Biotita y piroxenos se presentan aproximadamente en partes iguales, en general ellos no se mezclan. La biotita tiene el mismo aspecto que la que aparece en las partes más claras de la roca ; hay inclusiones de allanita con aureolas pleocroicas a su alrededor, y de magnetita a veces asociada con pirita ; esta última también suele aparecer sola. Junto con la biotita aparecen cristales de corindón. La alteración clorítica de la biotita es sumamente escasa, puede decirse nula.

La dialaga aparece en grandes individuos que han sido muy afectados por las acciones tectónicas, que los han fracturado o los han hecho doblar (microfot. 9). En algunos individuos es bien visible la divisibilidad característica de la dialaga.

A lo largo de los planos de clivaje se dispone a veces cuarzo, que forma como listoncitos estirados paralelamente al clivaje del piroxeno. Del mismo modo se disponen inclusiones de anfíbol verde, y más raramente láminas de biotita o venitas de mineral opaco. Hay asimismo inclusiones de corindón, de epidoto (al parecer allanita que forma aureolas pleocroicas), y de pirita, pero todas éstas se disponen oblicuamente a las trazas de clivaje de la dialaga. Esta se ha alterado a lo largo de las fracturas, con formación de sustancia clorítica y un carbonato que forma un fino agregado ; todo esto origina como venitas que a menudo se ensanchan lateralmente al avanzar por los planos de clivaje de la dialaga. Los planos de divisibilidad que caracterizan a ésta no contienen inclusiones ni por ellos se ha producido la alteración.

Otro mineral ferromagnesiano presente en la roca es un anfíbol

verde (hornblenda) cuya superficie aparece como ligeramente turbia por la alteración clorítica que se extiende leve pero uniformemente por toda su superficie. Los individuos de anfíbol son xenomorfos y están fracturados. La formación de la biotita, dialaga y anfíbol debe haber sido más o menos contemporánea, dado que en cada uno de ellos aparecen inclusiones de los otros.

Los minerales opacos constituyen individuos xenomorfos, en general estirados, siguiendo la dirección en que han sido deformados los otros minerales. Ellos están representados principalmente por magnetita, y en menor cantidad por pirita, que está aislada, o más generalmente asociada a la primera.

El corindón, que hemos mencionado como inclusión en otros minerales, también se presenta aislado como mineral accesorio, constituyendo cristales alargados de vértices en general algo redondeados.

En las porciones aún más oscuras de la muestra disminuye notablemente la proporción de dialaga (0,5%), pero la de anfíbol verde (hornblenda) aumenta considerablemente, puede apreciarse que constituye el 25% de la roca. El otro mineral ferromagnesiano presente es la biotita, que sólo constituye el 1,5% de la roca. Otra característica que presentan las partes más oscuras de ésta es la ausencia de cuarzo, siendo la ortosa y las plagioclasas los únicos minerales sálicos esenciales presentes; en conjunto forman el 72,5% de la roca. Los opacos y accesorios constituyen el 0,5% de la misma.

Los feldespatos observados son ortoclasa y más frecuentemente plagioclasas. Estas aparecen en individuos xenomorfos, muchas veces deformados por las acciones dinámicas, maclado según la ley de la albita o según las leyes de la albita y periclino. Las láminas de macla son delgadas, casi siempre se presentan arqueadas y la medición de los ángulos de extinción simétrica resulta difícil a causa de la extinción ondulante. Con todo, he podido determinar la plagioclasa como andesina más bien ácida (ángulo máximo de extinción simétrica igual a 17 grados). Otra dificultad que se presenta para la determinación es el hecho de que muchas plagioclasas tienen esfu-

mados los límites de los planos de macla, y que no se extienden a todo el individuo de feldespato, sino preferentemente a partes periféricas del mismo.

Las plagioclasas tienen inclusiones de minerales coloreados y opacos (hornblenda, biotita y piritita) e incoloros de apatita y corindón, que son particularmente abundantes en algunos individuos del feldespato.

El metamorfismo dinámico no sólo produjo deformación sino también fracturación de las plagioclasas. Así se observan grietas y aún trituración de algunos individuos que vistos con el solo polarizador parecen ser un único cristal, y vistos con nicoles cruzados se comprueba que en realidad hay trozos con distinta orientación óptica.

La alteración es muy reducida, sólo se observan algunas bandas estrechas formadas por laminillas micáceas.

Muy escaso es el feldespato que no presenta maclas polisintéticas, aunque sea en forma muy esfumada, como he dicho.

El anfíbol es hornblenda verde, con pleocroísmo que va desde un verde amarillento pálido hasta el verde oliva. A lo largo de los planos de clivaje se presenta muy a menudo un mineral opaco, muy brillante en luz reflejada, que no pude determinar. Otras inclusiones comunes son de corindón, y muy raras las de allanita; alrededor de este mineral se han formado aureolas pleocroicas. Michel Lévy y Lacroix (1888, 185) indican que la allanita produce en la mica negra aureolas pleocroicas semejantes a las producidas por el zircón, pero las que he observado en estas rocas son menos intensas que las generalmente formadas por el zircón, y además no son igualmente marcadas todo alrededor de la inclusión que las originó. En la hornblenda también he observado inclusiones de magnetita, de piritita, y de dialaga.

La biotita aparece en láminas a menudo encorvadas, de color castaño rojizo, muy pleocroicas desde el castaño amarillento claro hasta el castaño rojizo intenso. No presenta ningún indicio de alteración y lleva inclusiones de corindón, piritita y allanita con aureola pleocroica.

La dialaga presenta los mismos caracteres que se ha mencionado al describir partes más claras de la roca.

Minerales opacos accesorios son la magnetita y la piritita.

Como ya he indicado, la composición mineralógica es bastante diferente en distintas partes de la muestra, y es asimismo muy variable la proporción de los minerales que son comunes a toda ella. Del promedio de nueve porcentajes parciales determinados en distintos campos del microscopio, observando en tres cortes diferentes, he obtenido el siguiente porcentaje general de los minerales presentes en la roca :

Ortoclasa, micropertita y microclino	53
Plagioclasa	27
Hornblenda.....	7,3
Biotita.....	6,5
Dialaga y productos de su alteración	3,5
Cuarzo	1,7
Minerales opacos	1,0
Total.....	100,00

En consecuencia, la composición mineralógica es de una monzonita. La milonitización que ha padecido explica la diferente composición mineralógica en distintas porciones de una muestra ; probablemente los minerales que ahora vemos juntos se hallaban distribuidos originariamente en partes relativamente alejadas de una masa magmática única.

En conclusión, me parece evidente que la masa de roca magmática que fué milonitizada no era de composición uniforme, pues las muestras van desde un granito rojo pobre en minerales oscuros y otro granito negro rico en esos minerales, hasta una monzonita cuarcífera muy pobre en cuarzo. La heterogeneidad de una roca no debería llamar la atención, pues para quien reflexione sobre este asunto, « es más bien un motivo de sorpresa que grandes cuerpos de roca tengan casi la misma composición en todas sus partes » (Shand, 1943, 138).

El material estudiado quedó incorporado a la colección de muestras de la cátedra de Mineralogía y Petrografía del Museo de La Plata, correspondiendo los números 21.001, 21.002 y 21.003 a las muestras 1, 2 y 3 respectivamente.

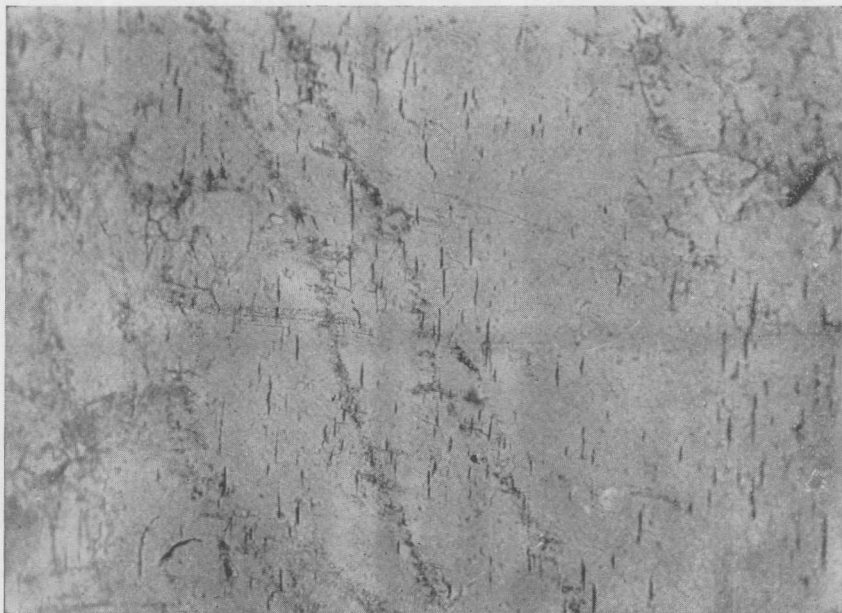
OBRAS MENCIONADAS EN EL TEXTO

- ANGELELLI, V., *Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la República Argentina*, en *Dirac. de Minas y Geol.*, Boletín n° 50, Bs. As., 1941.
- HARKER, A., *Metamorphism*, London, 1939.
- MICHEL-LÉVY, A., *Compte rendu de la course du 19 août, d'Avallon à Chastellux*, en *Bull. de la Soc. Geol. de France*, 3ème série, VII, Paris, 1879, pp. 844-848.
- MICHEL-LÉVY, A., et LACROIX, ALF., *Les mineraux des roches*, Paris, 1888.
- SHAND, S. J., *Eruptive rocks*, London, 1943.
- VAN HISE, CH., *A treatise on metamorphism*, en *Monographs of the Unites States Geological Survey*, XLVII, Washington, 1904.

La Plata, 28 de agosto de 1944.



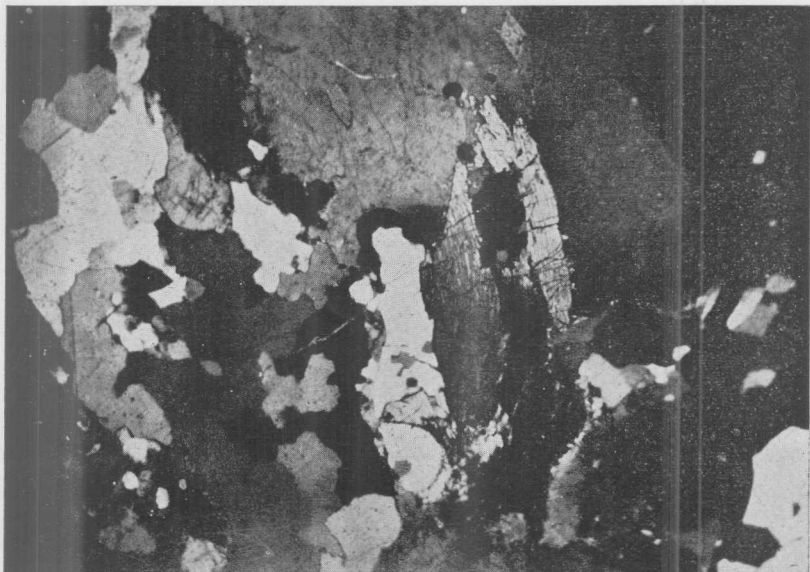
1. Micropegmatita (cerca del centro de la fotografía, un poco hacia arriba y la derecha), rodeada por microclino. Entre algunos individuos de éste, o como inclusiones, hay cuarzo (que aparece blanco o negro en la fotografía). Visto con nicoles cruzados, $\times 28$.



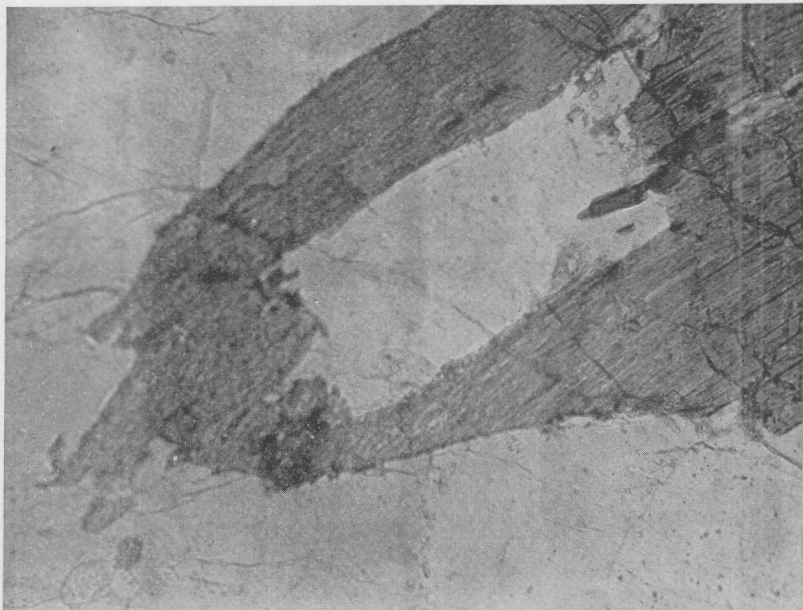
2. Detalle de un cristal de ortoclasa, donde se observan inclusiones alargadas de hematita especular dispuestas con mucha regularidad. Oblicuamente a ellas se disponen estrechas bandas, de límites poco netos, formadas por grupos de laminillas micáceas de alteración. Visto con el solo polarizador, $\times 100$.



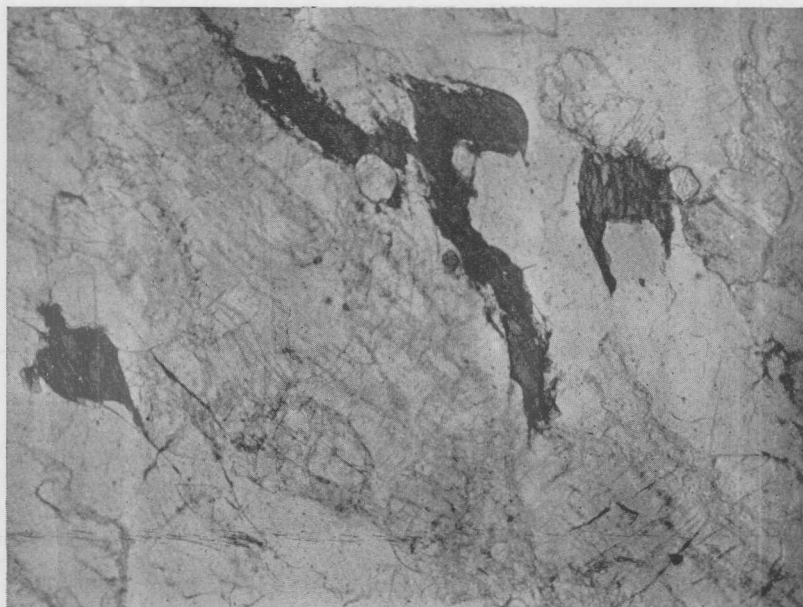
3. Individuos de hornblenda englobando cuarzo. Especialmente en la mitad inferior de dicho individuo puede verse el arqueamiento de las trazas de clivaje. Visto con el solo polarizador, $\times 32$



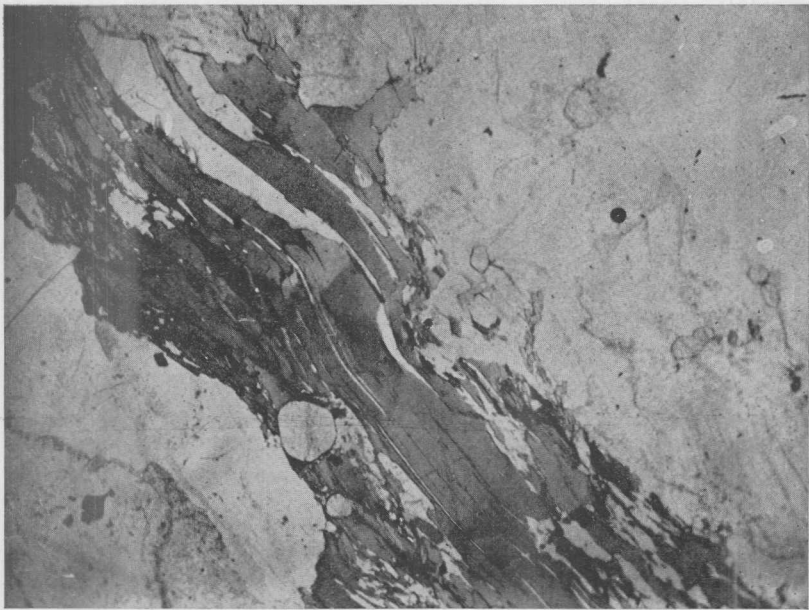
4. La anterior, vista con nicols cruzados. Es evidente la extinción ondulante de la hornblenda y de un individuo de cuarzo (hacia la izquierda) y de otro de ortoclasa (a la derecha de la hornblenda). Se ve una fractura que atraviesa varios individuos de cuarzo, se continúa en el anfíbol y llega hasta la inclusión grande de cuarzo que tiene la hornblenda, $\times 32$.



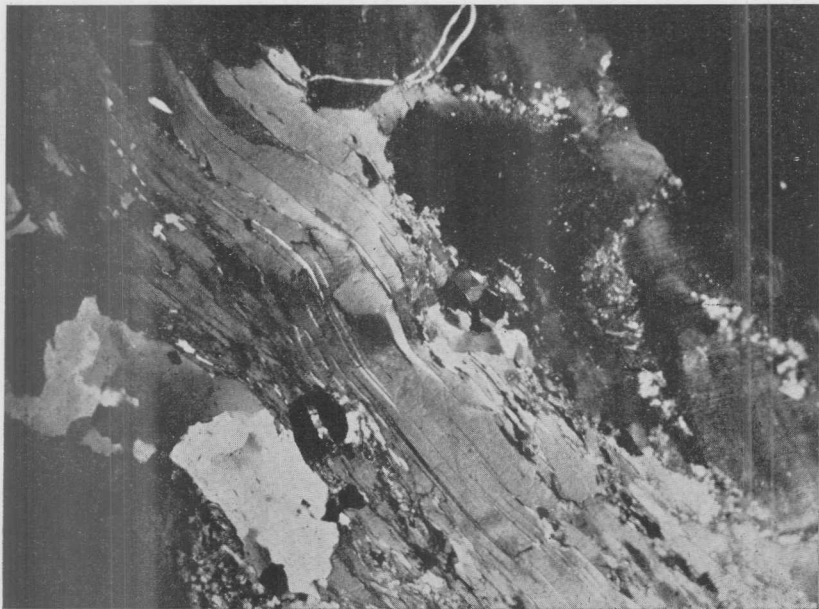
5. Detalle de la figura 3. Se ven fracturas del anfíbol que se continúan por la inclusión de cuarzo. En el interior de esta inclusión aparece parte de una hojuela de biotita (gris oscuro en la fig.) que aparece asimismo en la hornblenda, en asociación paralela con ésta. La mancha más oscura, algo terrosa, que se observa en el borde inferior del anfíbol, corresponde a una inclusión de allanita que ha originado a su alrededor una aureola pleocroica en la hornblenda. Visto con el solo polarizador, $\times 115$.



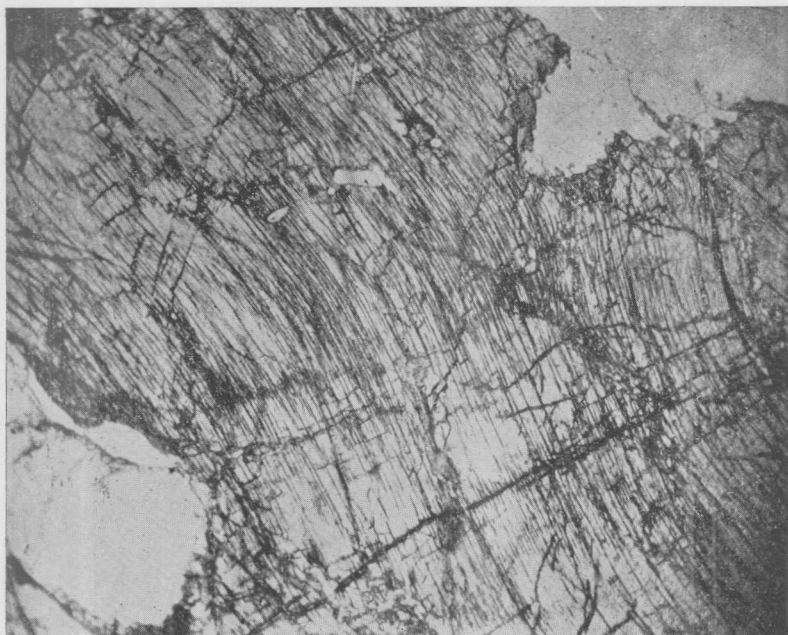
6. Individuos de anfíbol estirados o como emitiendo prolongaciones. En contacto con ellos hay inclusiones algo redondeadas de apatita. Visto con nicoles cruzados, $\times 32$



7. Biotita (gris oscura en la fotografía) con láminas arqueadas entre las cuales se aloja feldespatos (blanco en la fot.). Se destaca además una inclusión de corindón (cerca del centro de la fig., un poco hacia abajo y la izquierda). Visto con el solo polarizador, $\times 27$.



8. Igual a la anterior, con nicos cruzados. Se observan las extinciones ondulantes de los minerales, incluso de la biotita. La inclusión de corindón aparece extinguida excepto en una parte que se presenta iluminada y que corresponde a una fractura rellena con el mismo mineral, $\times 27$.



9. Porción de un individuo de dialaga, con las trazas de clivaje arqueadas y con fracturas transversales. Visto con el solo polarizador, $\times 25$



10. Aspecto de la muestra 2, vista con nicols cruzados. Individuos de cuarzo y feldespato entre los cuales hay biotita en láminas pequeñas que aparecen de color gris oscuro en la fotografía, $\times 20$