

Tesis de Posgrado

Estudio petrográfico geológico de la región de Alta Gracia (Córdoba)

Kull, Verena

1942

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias
Geológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Kull, Verena. (1942). Estudio petrográfico geológico de la región de Alta Gracia (Córdoba).
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0300_Kull.pdf

Cita tipo Chicago:

Kull, Verena. "Estudio petrográfico geológico de la región de Alta Gracia (Córdoba)". Tesis de
Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1942.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0300_Kull.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

ESTUDIO

PETROGRAFICO

GEOLOGICO

POEN-BA.
de la

REGION

de

ALTA

GRACIA

(CORDOBA)

por

Trabajo final: 300

Verena Kull

1942

INDICE

	Página
Introducción.....	1
Cualidades generales del aspecto litológico.....	2
Rocas gnéisicas.....	4
Anfibolitas.....	38
Calizas cristalinas.....	50
Serpentina.....	60
Pegmatitas y aplitas.....	63
Breve estudio sobre la cuestión de las migmatitas....	69
Rocas de la cubierta sedimentaria.....	117
Ideas generales sobre la tectónica.....	124
Bibliografía.....	130

INTRODUCCION

Para realizar el presente trabajo efectuó, a la zona designada por el doctor Pastore, dos excursiones, siendo el tiempo empleado en cada una de ellas alrededor de tres semanas.

En las primeros días de campaña tuve un guía eficaz en el doctor Pastore, a quien expreso mi más reconocido agradecimiento no solamente por la ayuda prestada en mis observaciones en el terreno, sino también por su colaboración y consejos en los trabajos de revisión bibliográfica y en los de laboratorio.

Quiero hacer constar mi gratitud al Señor Director de Minas y Geología de la Nación, Ingeniero Tomás M. Escurra, por las facilidades otorgadas en todo momento para llevar a cabo este estudio.

Para base de las observaciones del campo y representación geológica utilicé el mapa topográfico, aún sin terminar levantado por el topógrafo de la Dirección de Minas y Geología Señor Orlando Carnacini.

Las microfotografías han sido efectuadas en el laboratorio de microscopía de la nombrada repartición.-

FOFBA.

QUALIDADES GENERALES DEL ASPECTO LITOLOGICO.

La región que ha sido objeto del presente estudio abarca la cuarta parte de la hoja 21 i del mapa geológico de la República Argentina y corresponde a su parte central.

En ella se pueden distinguir marcadamente dos ambientes, el basamento cristalino que es prolongación austral del cordón de la Sierra Chica, y la llanura situada al este constituida por el relleno aluvional cuaternario; es al primero al cual he dedicado preferentemente mi atención.

El conjunto de las rocas cristalinas, está compuesto esencialmente por gneis con intercalaciones de anfibolita y caliza atravesados por numerosas penetraciones pegmatíticas pobremente pneumatolíticas y con frecuentes indicios de haber pertenecido a la fase hidrotermal.

Si bien estas rocas intrusivas son abundantes en toda la zona, hay regiones donde predominan, así por ejemplo, en los alrededores del Observatorio de Bosque Alegre; en general se observa que cuanto más nos dirigimos hacia el oeste, más frecuentes son las penetraciones pegmatíticas. En la zona del Observatorio es donde más prevalece la fase hidrotermal, siendo muy comunes aquí enormes crestones de cuarzo.

Los filones de pegmatita intercalados entre los esquistos cristalinos envían por lo general dentro de éstos delgadas ramificaciones y guías en su mayoría silíceas, cuyos efectos modificadores en la roca metamórfica son escasos como se verá en las descripciones dadas más adelante. La formación de minerales de contacto en las rocas gneísicas ha sido muy escasa, apenas he encontrado algunos productos de reacción destructiva, como la sillimanita y la clorita. Comumente se observa el gneis con su plagioclase y mica inalteradas, con su textura primaria esquistosa,

POENBA

rodeado e interpenetrado por la pegmatita e por sus emisiones síliceas netamente diferenciables.

A veces, en casos aislados, se encuentran las dos rocas (pegmatita y gneis) completamente mezcladas, la masa ha perdido su esquistosidad, sufriendo también variaciones en la dimensión de su grano.

El gneis, unidad litológica principal se presenta con cualidades sensiblemente uniformes en todo el área de su afloramiento; las únicas observaciones que puedo mencionar son, el gradual aumento de mica que tiende a dar a la roca el aspecto y la textura muy esquistosa de la micacita, el enriquecimiento en granate y la frecuencia y mayor grado de las mesclas formadas por las pegmatitas a medida que nos dirigimos hacia el oeste. Las dos primeras modificaciones concuerdan con el aspecto micacítico y granatífero de los esquistos tan notable aun más al oeste en Mina Clavero; mientras que la abundancia de las invasiones y mezclas pegmatíticas pueden relacionarse con la proximidad del cuerpo granítico de la cumbre de Achala.

Las calizas cristalinas son las rocas que presentan mayor número de minerales de contacto, y a causa de ello llegan a constituir piedras calizas muy impuras. La mayor parte de sus yacimientos están reunidos en las vecindades de Alta Gracia y del Observatorio de Bosque Alegre, y en cambio faltan casi por completo al sur de Anisacate.

Numerosas anfibolitas se presentan ligadas lateral y genéticamente a las calizas cristalinas en las regiones ya nombradas; pero muchos otros afloramientos representados en el bosquejo geológico son yacimientos independientes, y por lo menos parte de ellos por sus cualidades e indicios al microscopio pueden considerarse de origen ígneo y clasificarse como orteanfibolitas.

En las páginas siguientes haré una descripción de los principales tipos de las varias unidades litológicas.-

ROCAS GNEISICAS

Gneis (entre Falda del Carmen y el Observatorio de Bosque Alegre), muestra N° 8.

Descripción macroscópica: Esta roca por sus cualidades y aspecto macroscópico puede denominarse más bien gneis.

Roca de textura gruesa menuda, grisácea oscura; en general los feldespatos muestran caolinización.

Descripción microscópica: Componentes: cuarzo, plagioclasa, biotita, muscovita, granate, óxido de hierro (magnetita y hematita), scisita, epidoto, sílico, apatita.

Cuarzo: domina notablemente; en granos de tamaño muy poco uniforme; bordes redondeados y sinuosos, todos presentan extinción ondulada. Alrededor de algunos granos de cuarzo y plagioclasa se encuentra una especie de estructura de mortero formada por cuarzo y mica en granos muy pequeños. Se destaca además un cuarzo intersticial correspondiente sin duda a relleno secundario.

Plagioclasa: (oligoclasa con 26 % An.), más abundante que la mica. En granos también irregulares, de dimensiones más bien grandes. Abundan las secciones con maclas, varios individuos presentan inclusiones de cuarzo en granos redondeados. Se encuentran en un estado de sericitización y caolinización muy poco avanzada.

Biotita: las láminas o escamas están sueltas o unidas unas cuantas en forma de manojos. Algunas se encuentran bordeando las secciones de plagioclasa más o menos poligonales.

Los individuos de máximo pleocroismo dan color verde aceituna para $\gamma = \beta$ y verde amarillento para α .

Se encuentran en todos los grados de desferrización hasta la muscovita secundaria. Una gran parte del óxido de hierro, tan abundante en la preparación, es el resultado de la desferrización de la biotita. Se ha podido distinguir hematita y magnetita.

Algunos paquetes de muscovita secundaria se encuentran muy flexionados y hasta algunas escamas han sido separadas en forma divergente, quedando abiertas e intercaladas entre ellas calcita y sericita.

Se observan inclusiones de cuarzo, plagioclasa y zircón. Este último es muy abundante, en granos más bien grandes, rodeados por un halo pleocroico.

Muscovita primaria: escasa, en láminas irregulares, redondeadas, paralelas al tercer pinacoide.

Epidoto: solo en granos muy escasos, con cualidades de pistacita.

Zoisita: en granos redondeados, con extinción recta; ángulo 2V positivo, pequeño; índice alto, birrefringencia débil.

Anatita: frecuente en granos incluidos en la plagioclasa y cuarzo, también se observa en columnitas.

Granata: poco abundante; en granos muy aislados y dispersos en la preparación.

Estructura: no obstante las alteraciones morfológicas arriba señaladas, atribuibles a las acciones pegmatíticas, la estructura es definitivamente granoblástica; algo heteroblástica, especialmente porque numerosos individuos de plagioclasa se encuentran en dimensiones grandes, al lado de algunos chicos; paralelismo no muy marcado, en el cual influye la escasez de la mica.

En ciertos lugares hay estructura de mortero y brechosa.

FOFRAA.

Oneis (entre Falda del Carmen y el Observatorio de Bosque Alegre), muestra N° 54.

Descripción macroscópica: Roca de esquistosidad poco visible; en el fondo granos menudos grisáceo oscuro, se distinguen cristales de cuarzo y feldespatos algo más grandes (hasta 0,5 cm.) irregularmente distribuidos.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, plagioclase, biotita, muscovita, granate, óxido de hierro, epidoto, calcita, rutilo, zircón, apatita. (Lám. I, 1).

Cuarzo: es el principal componente; (en la preparación se nota que la distribución del cuarzo no es uniforme, en ciertas zonas es más abundante que en otras), en secciones de borde redondeados en parte corroídos y con extinción ondulada; algunos granos con roturas.

Plagioclase: (oligoclase con 28 % de An.), junto con la mica ocupa el segundo lugar. Secciones irregulares de extinción ondulada y también afectadas por roturas. Pocas poseen maclas definidas y nítidas. Cuando éstas están presentes, generalmente están orientadas en el sentido transversal a la longitud de la sección, lo cual junto con los bordes sinuosos permite deducir que el feldespato ha sufrido disoluciones al punto que alguno de sus individuos se presentan como restos fuertemente corroídos.

Algunas secciones disolventes seguidas de recristalización tuvieron lugar en el contorno de la sección, pues en la parte interna del grano las maclas se mantienen bien diferenciadas.

Muchas secciones están rodeadas por una envoltura de sericitización; sericitización que a veces penetra en el grano a lo largo de las líneas de fracturas.

Se observan inclusiones de granos redondeados pequeños de cuarzo, que por lo general no presentan extinción ondulada. Tam-

bién hay inclusiones de biotita.

Biotita: dispersa, en escamas más bien sueltas; algunas están unidas formando paquetes y notablemente flexionadas. Desigualmente desferrizadas.

Colores de pleocroismo: para $\gamma = \beta$ verde oscuro, y para α verde claro algo amarillento. También se observa algo de cloritización. Las escamas totalmente desferrizadas han dado origen a muscovita secundaria, que se distingue de la primaria por algún resto de pleocroismo y ángulo de los ejes ópticos muy pequeño.

En la biotita se observan inclusiones de plagioclasa y cuarzo.

Oxido de hierro: muy abundante, generalmente rodeando los granos de biotita, en secciones pequeñas, irregulares. En su mayoría se trata de magnetita, pero se distingue algún grano de hematita por el color rojo al observar la preparación con luz refleja.

Rutilo: muy escasas inclusiones en la plagioclasa, en forma de agujas muy finas.

Epídoto: raro, en granos algo redondeados, incluidos en la plagioclasa.

Zircón: pequeños granitos redondeados.

Apatita: escasa, en columnitas y secciones transversales siempre incluida.

Granate: muy escaso.

Estructura: notablemente granoblástica, bastante paralelismo en la orientación de los componentes, mucho más en las escamas de mica; desigualdad en el grano.

En la preparación la roca está atravesada por bandas algo oblicuas a la esquistosidad de la roca, de estructura brechosa, formadas por una mezcla de pequeños granos de cuarzo y mica.

Por su aspecto esta roca puede haber sufrido después del metamorfismo regional alguna modificación y hasta ligera renova-

POFRA.

ción, que estaría dada por: deformación (extinción ondulada, estructura microbrechosa), corrosiones; desferrizaciones; formación de una envoltura feldespática visible alrededor de la plagioclasa.

Estas modificaciones se podrían explicar por la entrada de la pegmatita, y en parte por empujes tectónicos.

Queja (Quebrada del río de los Molinos), muestra N° 53.

Descripción macroscópica: En la masa gris oscura formada por escomitas de mica negra y granos menudos de cuarzo y plagioclasa se destacan manchas y pequeñas vetas blancas irregular^{mente} distribuidas de estos dos últimos componentes. El feldespato presenta indicios de caolinización. Son visibles pequeños y aislados cristales de granate. Esquistosidad poco acentuada.

Descripción microscópica: Componentes: cuarzo, plagioclasa, biotita, granate, óxido de hierro, sílica, apatita, rutilo, epidoto.

Cuarzo: muy abundante; secciones desiguales, bordes redondeados a veces dentados, de dimensiones muy variadas; alrededor de algunos individuos de plagioclasa hay pequeños granos de cuarzo con cierto aspecto de estructura de mortero. Todos presentan extinción ondulada, algunos con roturas.

Plagioclasa: (oligoclasa con 27 % de An.), más abundante que la biotita; secciones heterogeneas, pocas con maclas; la sericitización es más bien escasa; algunas atravesadas por líneas de fracturas; con inclusiones de granos redondeados de cuarzo, que en su mayoría no presentan extinción ondulada.

Biotita: su distribución es muy irregular en la preparación. Casi todas las láminas están algo desferrizadas, también se observa cloritización parcial. El pleocroismo es verde pardo para $\gamma = \beta$ y verde claro para α .

La escasa mica muscovítica observada es secundaria.

Hay inclusiones de cuarzo, y zircón en la biotita, este último rodeado por halos pleocroicos.

Oxido de hierro: en su mayoría procede de la desferrización de la biotita, en pequeños granos irregulares, por lo general dispuestos en los bordes de esta.

Granates: en pequeños y escasos granos dispersos en la preparación.

Apatitas: en columnitas y secciones transversales incluidas en la plagioclase.

Rutilo: muy abundante, en agujas finas y muy birrefringentes en el cuarzo y plagioclase.

Biotita: escasa, en granos redondeados, pequeños.

Estructura: granoblástica; paralelismo de los componentes poco acentuado, más visible en la mica. Como en todas las preparaciones observadas de este tipo de roca, la estructura se halla afectada por caracteres ajenos y exteriores: evidencia de acciones corrosivas, presencia de cuarzo secundario, desferrización y cloritización de la biotita; sericitización de la plagioclase (1), etc.

(1) Schwartz G., Hydrothermal Alteration of igneous rocks, Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 50, dice, (pág. 192, "el cambio mineral más característico en la alteración hidrotermal es la sericitización. No es solamente el resultado de la alteración de un mineral primario que contiene potasio, sino también se debe en gran parte a la contribución de potasio por las soluciones alteradoras. Muchos otros minerales que no contienen potasio pueden ser reemplazados por sericita en un estado posterior. La sericitización parece afectar primero a los feldespatos calciosódicos. Hay casos de ejemplos de sericitización selectiva, así plagioclases completamente transformadas en sericita, mientras que la ortosa permanece inalterada".

FOEN-BA.

Onais Granatífero (Valle de Buena Esperanza), muestra N°116.

Descripción macroscópica. Roca grisácea algo oscura. En la masa constituida por granos blancos medianos e irregulares de cuarzo, plagioclasa y escamitas de mica negra y algunas escasas blancas y brillantes se destacan los individuos mayores de plagioclasa y abundantes núcleos rojos claros formados por cristalitas de granate.

La esquistosidad es muy poco visible. El aspecto general de esta roca no es fresco.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita, granate, óxido de hierro, rutilo, zoisita. (Idm. I, 2).-

Cuarzo: ocupa con la plagioclasa el primer lugar. Secciones de bordes redondeados, sinuosos y también irregulares, presenta extinciones onduladas, a excepción de algunas de dimensiones pequeñas y las inclusiones.

Plagioclasa: (oligoclasa con 27 % de An.), es con este mineral que se puede ver que la roca sufrió después de su formación un proceso secundario de naturaleza ígnea, debido seguramente a la penetración pegmatítica que modificó ligeramente la estructura agregando nuevas formaciones; entre ellas estarían el cuarzo secundario, feldespato potásico y mirasquitas. Secciones con poco idiomorfismo, la macia más frecuente en el plano de la ley de la albita generalmente está transversal a la longitud de la sección. Algunas tablitas bien diferenciadas, sin flexionar, otras algo flexionadas, con extinción ondulada. A veces la plagioclasa primitiva está rodeada por una envoltura de plagioclase secundaria con apariencia de ser zonal. Las macias del individuo primario están flexionadas, mientras que las del secundario

no han sido afectadas. Alrededor de ciertos granos de plagioclasa se encuentran pequeños cristalitos del mismo mineral, asemejándose en cierto modo a la estructura de mortero.

Casi todas las plagioclasas que limitan con el feldespato potásico presentan formaciones mirmequíticas, que evidentemente han avanzado en el área de este último.

Feldespato potásico: la preparación presenta numerosas secciones de bordes más recortados que los de la plagioclasa, a causa de las disoluciones y nuevas formaciones que ocupan parte de sus áreas.

En general están parcialmente enturbiadas por escasa alteración.

Ninguna sección presenta las maclas del microclino ni de la ortosa.

Biotita: irregularmente distribuida en la preparación. A veces con cierta orientación paralela; con pleocroismo amarillo para α y pardusco para β y γ . Se observan granos de ~~siro-~~ ~~con~~ ~~includidos~~ con aureola de pleocroismo característico. Ciertas secciones parcialmente desferrizadas llegando a veces con pequeñas partes a completa decoloración. Algunas escamas aparecen flexionadas.

En ciertos lugares de la preparación se observa una asociación brechosa menuda, formada por pequeños granos de cuarzo, que carecen de extinción ondulada, entremezclados con fragmentos de biotita, productos de la destrucción de individuos de mica adyacentes; los cuales han sufrido decoloración y además se han atacado dejando como resto partículas aciculares de relieve algo mayor que se asemejan a las agujas de sillimanita.

Granates: muy abundante y en secciones dilatadas que muestran con su superficie llena de agujeros, inclusiones y rellenos los caracteres de la estructura poiquilítica. Los numerosos ojos de biotita y cuarzo secundario, sin extinciones onduladas,

tienen bordes muy redondeados. Llama aún más la atención la existencia de gran número de agujas de zoisita que son descriptas más adelante.

Oxido de hierro: (principalmente limonita), escasea en la preparación; siempre en los bordes de la biotita, o como inclusión en ella, por lo cual se podría deducir que el óxido de hierro proviene de la desferrización de la biotita.

Rutilo: incluido en la plagioclasa y en el cuarzo en forma de finas agujas.

Zircón: granos redondeados incluidos en feldespato potásico, plagioclasa, biotita.

Zoisita: muy abundante, en forma de tablitas muy largas y estrechas, extinción recta, elongación positiva, incluidas en el granate y también en algunas secciones de plagioclasa.

En algunas plagioclasas, las agujas están reunidas en el centro y no siendo un producto de alteración de la plagioclasa, las inclusiones corresponden al primer tiempo de su crecimiento.

Estructuras: a pesar de la abundante participación del aporte ígneo, cuyas formaciones mayores están representados por dilatadas secciones de feldespato potásico, son aún muy perceptibles las cualidades morfológicas de la estructura granoblástica.

La introducción del feldespato potásico originó las reacciones mirmequíticas.

Las soluciones silíceas rellenaron cavidades de corrosión, fisuras y pequeños intersticios dando lugar a estructura microgranosa, que a veces con la biotita destruida originaron formaciones de aspecto brechoso.

Gneis muy micáceo (Entre Potrero Garay y La Bolsa),
muestra N° 3.

Descripción macroscópica: Roca grisácea algo oscura de grano me-

nudo uniformes; las escamitas de mica a veces agrupadas formando pequeños nidos. Son visibles además aislados cristales de granate.

No se observa esquistosidad.

Descripción microscópica: Componentes: cuarzo, plagioclasa, biotita, muscovita secundaria, granate, magnetita, rutilo, apatita.

Cuarzo: junto con la plagioclasa el componente más abundante. En secciones irregulares o redondeadas; en los intersticios y dentro de la plagioclasa se encuentran individuos muy pequeños de cuarzo asemejándose a mirmequitas o a estructuras poiquilíticas. Exceptuando los individuos pequeños es cataclástico: presenta extinción ondulada y visibles líneas de fracturas.

Plagioclasas: (oligoclasa con 27 % de An.), lo mismo que el cuarzo, en individuos muy irregulares, de bordes redondeados y sinuosos. Las secciones divididas en tablitas presentan generalmente maclas en el plano de la ley de la albita y en más de un individuo ellas son transversales a la mayor dimensión de la sección. Algunas pocas muestran también el plano de macla del periclino.

Se encuentran varias secciones sin maclas. Las maclas de las plagioclasas son delgadas y de ancho desigual como corresponde a plagioclasas ácidas. No presentan mayormente indicios de haber sufrido acciones deformadoras y destructivas; solo se observa una ligera sericitización y caolinización y algunas secciones con líneas de fracturas.

Biotita: se presenta en secciones largas y estrechas con sus líneas de clivaje longitudinales, con pleocroismo muy notable que va para $\gamma = \beta$ al verde aceituna y para α al verde amarillento. Los individuos escamosos de la mica se unen a veces para formar haces o paquetes. Las secciones paralelas a (001) que no presentan líneas de clivaje no aparecen en la preparación (transversal a la esquistosidad) dada la uniformidad en la orientación

del mineral. La biotita ha sufrido una desferrización, y cloritización muy desigual, algunas secciones están completamente desferrizadas dando origen a la muscovita secundaria, mientras que en otras no se observan indicios de esta desferrización. Otros individuos no solo han sufrido desferrización sino que han sufrido efectos parecidos a trituración, pues se han destruido en individuos menores con aspecto sericitico.

Comprobación de la desferrización de la biotita es la gran cantidad de magnetita que se puede observar en la preparación, especialmente en los bordes y lugares cercanos a la biotita.

Granates: es más bien escaso en esta preparación.

Rutilo: en agujas larga, muy birrefringentes, extinción recta, elongación positiva, incluidas dentro del cuarzo y plagioclasa. Algunas presentan la macra "codo de rutilo".

Zircón: pocos granos incluidos en la plagioclasa, característicos por su borde con halo pleocroico, índice y birrefringencia elevada.

Apatita: como inclusión dentro de la plagioclasa, es poco frecuente en esta preparación.

Estructura: típicamente granoblástica. Además de las cualidades morfológicas es visible la ausencia del orden de cristalización: inclusión de la plagioclasa dentro de la biotita o viceversa, cuarzo dentro de la plagioclasa, etc.

La orientación paralela de los componentes es sensible casi únicamente en las hojas de mica.

Esta roca podría ser denominada como gneis muy micáceo, o también micacítico, dado que representaría un término de pasaje hacia las micacitas, lo cual está geográficamente justificado pues del lado oeste de la vecina faja granítica de Achala solo se encuentran micacitas.

Grain muy micáceo (La Isla), muestra N° 4.

Descripción macroscópica: Roca grisácea oscura; en el fondo negrozco formado por las escamitas de mica se distinguen los granos blanquecinos, medianos, que alcanzan hasta 0,5 cm. de longitud, e irregularmente destruidos.

En la muestra se distingue una pequeña inclusión rosada blanquecina constituida por granos algo gruesos de cuarzo y feldespato.

En general la roca muestra poca esquistosidad.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, plagioclase, biotita, muscovita, microclino muy escaso, epidoto, rutilo.

Cuarzo: junto con la mica es el componente más abundante; en secciones completamente irregulares, alotriomorfas; bordes redondeados, parcialmente corroídos, casi todas las secciones son cataclásticas: presentan extinciones onduladas y algunas con roturas. En ciertas secciones hay indicios de la estructura de mortero envolviendo a los individuos mayores.

Plagioclase: (oligoclase con 26 % de An.), su proporción en la roca es menor que la del cuarzo y la mica. En secciones completamente irregulares. Todas en estado de sericitización bastante avanzada; algunas secciones presentan las líneas de maclas flexionadas. A pesar de la avanzada sericitización y caolinización se pueden distinguir maclas en el plano de la ley de la albita y en el del periclino. Se encuentran secciones de plagioclase pequeñas y redondeadas incluidas dentro del cuarzo.

En algunas secciones las maclas están borradas en las regiones marginales, lo cual sería indicio de una parcial recristalización.

Hay individuos que presentan inclusiones de cuarzo con cierto aspecto mirmequítico aunque sin alcanzar los caracteres morfológicos de tales asociaciones. En la preparación no ha sido po-

sible encontrar ningún grano de microclino; pero este feldespato fué hallado en granos muy pequeños y escasos en los componentes livianos de la roca obtenidos por la separación con el bromoformo.

Biotita: en individuos aislados o bien formando paquetes. Orientados sin paralelismo.

Se observan secciones paralelas al tercer pinacoide que no presentan líneas de olivaje ni fenómenos de pleocroismo y secciones entre el 1º y 2º pinacoide con el pleocroismo verde oscuro para $\gamma = \beta$ y verde amarillento para α . Casi todas las secciones están en un estado de desferrización intensa, dando lugar a la muscovita secundaria, el mismo origen tiene la mayor parte ^{de} la magnetita que se observa en la preparación. Los paquetes de biotita aparecen muy flexionados.

También dentro de la biotita se observan pequeñas formaciones vermiculares de cuarzo.

Ciertos individuos de mica han sufrido una destrucción en laminillas finas con apariencia sericitica.

Muscovita: más bien escasa en la preparación. Puede considerarse componente primario porque además de la falta absoluta de pleocroismo, presenta el ángulo $2V$ próximo a 40° . Sus secciones son irregulares.

Epidoto: son visibles varios granos redondeados, incluidos en la plagioclasa, característicos por su color, relieve y birrefringencia, aparte de su orientación óptica.

Zircón: pequeños granos incluidos en la biotita.

Rutilo: muy abundante, en forma de minúsculas y finas agujas incluidas en el cuarzo y plagioclasa. En algunas es dable observar la macia característica "de codo de rutilo".

Granato: escaso.

Estructura: esencialmente cristalooblástica, no hay paralelismo en la orientación de los componentes granosos, apenas si es visible en los laminares.

Esta roca presenta indicios de haber sufrido efectos transformadores después de su primer metamorfismo, más bien imputables a una acción ígnea difusiva que allí es natural atribuir a la pegmatita.

Esta roca se puede denominar igualmente que la N° 3.

Gneiss muy micáceo granatífero (8 Kms al N de Potrero Garay, sobre el camino al Dique Río Tercero), muestra N° 37.

Descripción macroscópica: Roca de color grisáceo algo oscuro, textura granosa homogénea recorrida por pequeñas venitas blanquecinas de plagioclasa y cuarzo. Se distinguen pequeños nódulos formados por cristalitas de granate. La esquistosidad es poco pronunciada.

Descripción microscópica: Componentes: cuarzo, plagioclasa, sillimanita, granate, óxido de hierro (principalmente magnetita), sirodo, rutilo.

Cuarzo: componente predominante, en secciones muy irregulares, la mayoría de ellas de dimensiones algo grandes. Secciones completamente alotricomorfas, bordes irregulares y a veces corroídos.

Todas presentan extinciones onduladas a excepción de algunos individuos muy pequeños e inclusiones.

Plagioclasa: (oligoclasa con 28 % de An.), poco abundante en la preparación. Casi no se encuentran secciones con maclas.

La mayoría presenta en su interior las inclusiones de cuarzo de forma típica de las mirmequitas (Lám. II, 1). Algunas, presentan sus áreas enturbiadas por la caolinización y sericitización. Este feldespatos, además de presentarse en granos grandes aparece también en individuos pequeños de aspecto intersticial. Las pocas secciones macladas, presentan las líneas de maclas tran-

versal a la longitud de la sección, la cual creo debe juzgarse como un indicio de que el feldespató no está en condiciones primarias.

Biotita: el componente más abundante después del cuarzo. Las escamas, tienen una distribución paralela más o menos notable. Pleocroismo verde pardusco oscuro para $\gamma = \beta$ y verde amarillento para α . Este mineral es el que aparentemente ha sufrido con mayor intensidad los efectos destructores del agente magnético.

No solamente ha sufrido parcial desferrización hasta formar muscovita secundaria, sino que a sus expensas se ha formado sillimanita muy abundante, y otras veces los individuos de biotita han quedado destruidos en individuos menores, distribuidos paralelamente, que en ciertos sectores de la preparación están entremezclados con granos de cuarzo o de sillimanita asemejándose algo a estructuras brechosas.

En general la repartición de la mica es muy desigual, en ciertos sectores las escamas están acumuladas, en otros están aisladas.

Son bastante frecuentes las inclusiones de zircón, que a veces están rodeados por una aureola de pleocroismo característico.

Sillimanita: se la puede considerar como un mineral de formación secundaria, producido en el gneis a expensas de la biotita atacada químicamente por la invasión ígnea.

En la preparación es muy abundante y le imprime un aspecto particular. Se presenta en distintas formas, ya sea en columnitas estrechas y largas, y cristales mayores y anchos que dan secciones transversales rómbicas con el olivaje (010) bien nítido. Por lo general, las columnitas se desprenden de la biotita en forma de manojo algo flexionados y rotos transversalmente.

En casos más raros la distribución es algo radiada divergente. Las secciones transversales generalmente aparecen encla-

vadas en la biotita.

Oxido de hierro: escaso en la preparación. En pequeños granos irregulares, generalmente en los bordes o en el interior de la biotita, en cuyos casos se deduce que es un producto de resorción de la biotita; algunas formaciones mayores están asociadas también a la sillimanita.

Granate: se presenta con relativa frecuencia. En secciones de dimensiones algo grandes e irregulares con inclusiones de cuarzo, plagioclasa, mica y rutilo.

Rutilo: abundantes inclusiones aciculares en la mayoría de los componentes esenciales.

Ya que en varias de mis preparaciones arriba descritas, he mencionado las formaciones mirmequíticas, me pareció interesante hacer una somera revista cronológica de los trabajos de algunos petrógrafos y de sus hipótesis tendientes a explicar el origen de tales intercrecimientos.

Bamborg(1) en su estudio de rocas graníticas argentinas, describió cuidadosamente esas formaciones y las supuso producto de acciones meteoricas. Más tarde, Michel Levi(2) las consideró formadas a consecuencia de la erosión de plagioclasas más viejas por el magma que originó la ortosa de edad más reciente.

Becke(3) llegó a una explicación aceptada por varios autores, entre ellos J. Sederholm. Fue el primero que observó, que la existencia de mirmequitas está ligada siempre a la presencia de feldespato potásico y plagioclasa; entre sus conclusiones dice: "la mirmequita puede desplazar completamente al feldespato potásico y no hay relación constante entre el tamaño del feldespato y la zona de mirmequitas. La composición química de la plagioclasa de la mirmequita parece depender de la composición de la roca. No se la puede considerar como un resultado de cataclasis, pues se la encuentra también en rocas libres de estructuras cataclásticas. Habrá que suponer que el feldespato potásico ya no está en condiciones estables, que las sales o masas disolventes aportan sodio y calcio y se llevan el potasio, que podría ser utilizado al mismo tiempo para la formación de mica. Por observaciones efectuadas en el terreno, se sabe que una roca que está consolidándose tiene la capacidad de entregar potasio a sus alrededores y formar en ellas mismos minerales potásicos. La formación de mirmequitas debe producirse durante una fase inmediatamente contigua a la consolidación, cuando aun existen soluciones disolventes en la roca".

Gutzwiller(4) al hablar de mirmequitas en gneises inyectados, dice que en estos no se observa ni una estructura puramente magnética ni una cristalogénica. Estas rocas están formadas por la mezcla de cantidades variables de gneis y pegmatita. Una inyección débil se reconoce por la destrucción de los minerales oscuros, por el cuarzo muy dentado, frecuentemente en combinación con mirmequitas y predominio de la estructura cristalogénica.. Al aumentar la inyección se puede constatar la destrucción de los componentes félsicos, aumento de ese cuarzo de aspecto tan especial, de mirmequitas y aparición del microclino.

Sederholm (5) creador de la palabra mirmequita, llama minerales simantéticos a aquellos que comúnmente solo aparecen cuando se encuentran dos minerales determinados. Llega a la siguiente conclusión: "hay en primer lugar la verdadera mirmequita, la cual es un intercrecimiento de plagioclasa y cuarzo vermicular y que se ha originado como un producto cris-

Estructura: la estructura granoblástica está notablemente afectada por la acción pegmatítica. Son visibles sin embargo algunos indicios característicos de dicha estructura, como ser: ausencia de idiomorfismo y de orden de cristalización, cualidades de la plagioclasa, etc. La intervención ígnea ulterior se reconoce en especial por la presencia de la sillimanita, parcial desferrización de la biotita y la destrucción de individuos mayores en pequeños restos entremezclados con cuarzo probablemente secundario y por la gran cantidad de formaciones mirmequíticas que se encuentran distribuidas en toda la preparación. A pesar de que la forma de éstos es en ciertos casos bien típica y se percibe con frecuencia la asociación de las formas vermicula-

taloblastico reemplazando al feldespató potásico; parece que hay otro intercrecimiento semejante a las mirmequitas, con la misma composición mineralógica, pero que es producto de una recristalización de la plagioclase y que puede designarse como "myrmekite-like plagioclase micropegmatite". La verdadera mirmequita siempre invade al microclino u ortosa, los pocos casos en los cuales ha sido observada entre cuarzo y plagioclase se explican mediante el hecho de que el feldespató potásico ha existido anteriormente y ha sido enteramente reemplazado por la mirmequita. Con respecto al origen de dichas minerales está de acuerdo con Becke, añadiendo que es evidente que la formación de mirmequitas no puede ser el resultado de un metamorfismo muy intenso, pues son estructuras delicadas. Para Harker (6) la presencia de estos intercrecimientos en las rocas metamórficas es un índice en favor de que estas han sufrido un aporte. Últimamente los autores evitan el atribuir un solo origen a la formación de minerales sinantéticos. Así Alling (7) dice: "no siempre es posible, y más aun no es prudente dar una única explicación a un determinado intercrecimiento. Pudo ser de origen eutéctico, cotéctico, o ser debido a un reemplazo, exclusión o producto de otros procesos.

- (1) Petrographische Untersuchungen an argentinischem Graniten, Neues Jahr. f. Min. Bd. VIII (1892).
- (2) Granite de Flamenville. Bull. Carte Géol. de la France N.30 (1893).
- (3) Zur Physiographie der Gänge und der Kristallinen Schiefer. Denkschr. d. Mathem. Naturw. Kl. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. (1906).
- (4) Injektionsgneise aus dem Tessin (1912).
- (5) On syntectic minerals and related phenomena. Bull. Comm. Géol. Finl. N. 43 (1916).
- (6) Metamorphism. London (1930).
- (7) Interpretative Petrology (1936).

res de cuarzo con plagioclase, no he podido verificar la presencia de feldespato potásico, lo cual se debe sin duda a su completa eliminación.

Gneis en contacto con la pegmatita (Entre la Bolsa y Petrero Garay sobre el camino al Dique Río Tercero), muestra N° 32.

Descripción macroscópica: Macroscópicamente se distingue una parte blanquecina, formada por granos poco homogéneos de feldespato y cuarzo, (pegmatita) y otra muy rica en mica oscura, especialmente en el contacto.

La mica está entremezclada con granos menudos y uniformes de feldespato y cuarzo. En la parte pegmatítica lindante con el gneis hay varios cristales columnares finos idiomorfos que alcanzan hasta 4 cm. de longitud gris parduscos de bronce.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, plagioclase, biotita, granate, bronzo, epidoto, óxido de hierro, apatita, rutilo, zircón, calcita.

Cuarzo: en secciones irregulares, medidas muy desiguales, en parte de bordes dentados y en parte redondeados a veces como rellenando intersticios, extinción ondulada, algunas atravesadas por líneas de fracturas.

Presentan inclusiones de rutilo en agujas muy finas.

Plagioclase: (oligoclase con 27 % de An.), más abundante que la mica. En secciones de tamaños diversos, irregulares, algunas en un estado de sericitización muy avanzada, otras menos, la mayoría de los individuos no presentan maclas.

Los que están maclados, lo están en el plano de la ley de la albita y del periclino. Algunos presentan extinción ondulada y líneas de roturas. Hay inclusiones de rutilo, óxido de hierro.

ro y biotita. (Lám. III, 2).

Biotita: las láminas están irregularmente distribuidas en la preparación. En ciertos sectores faltan casi por completo, y otros las presentan en abundancia.

Unas secciones están desferrizadas llegando a originar muscovita secundaria. Algunas también están cloritizadas. Las de mayor pleocroismo varían el color de verde oscuro para $\gamma = \beta$ y verde claro para α . Algunas de ellas están flexionadas. El óxido de hierro comúnmente asociado a la mica procede en gran parte de la desferrización de la misma. Se observan abundantes inclusiones de zircón con aureola de pleocroismo.

Granata: son visibles pocas secciones en la preparación, las que se presentan con contornos algo cuadrangulares, con inclusiones de rutilo, zircón, cuarzo y biotita en disposición poiquilítica.

Broncita: (Lám. III, 1). Este piroxeno se observa en la preparación microscópica en individuos largos y estrechos con sus olivajes característicos (110) perfecto (010) más escaso y defectuoso; relieve notable y birrefringencia algo elevada; pleocroismo apreciable incoloro para las vibraciones paralelas a , absorción mayor y tono rojizo para . Angulo 2V chico, signo óptico positivo.

Extinción recta aún en las secciones paralelas al segundo pinacoide (plano de los ejes ópticos), índice de refracción entre 1,64 y 1,67.

En este componente se observa las típicas inclusiones laminares de óxido de hierro titanífero, en agrupación regular según un plano que en general es paralelo al primer pinacoide.

Los cristales de este mineral están rodeados por un agrupado menudo, bastante birrefringente, en el cual, mediante una observación detenida se reconoce que se trata de una asociación de sillimanita, mica sericítica y finos granos de calcita, predomi-

nando era uno, ora otro de ellos aunque en la mayor parte de la mezcla los dos primeros se confunden. Esta masa algo fibrosa o escamosa acompañante del piroxeno ha invadido como consecuencia de las corrosiones de reacción los individuos de cuarzo y plagioclasa adyacentes y ha penetrado también las fracturas transversales de la broncita.

El origen del piroxeno y de los minerales que le acompañan formando su envoltura, debe atribuirse como ya fué expresado a las acciones metasomáticas causadas por la pegmatita.

Apatita: incluida en la plagioclasa como columnitas de contornos hexagonales.

Epidoto: se han encontrado pocos granos, de contornos algo poligonales.

Estructura: la estructura granoblástica se encuentra conservada a cierta distancia de las formaciones metasomática arriba mencionadas.

Gneis micacítico modificado por impregnación ígnea pegmatítica (cerillas del Arroyo Alta Gracia), muestra N° 73.

Descripción macroscópica: Esta roca fué observada en tres puntos distintos de la región estudiada. Se presenta en cuerpos que afloran como fajas más o menos anchas, cuyo aspecto se diferencia por una coloración más pálida que el gneis micacítico que las encierra. No hay transición de una roca a la otra, excepto un parcial enriquecimiento de mica negra y esquistosidad más visible. Esta roca, que por sus cualidades y relaciones parece ser el resultado de difusiones ígneas en los esquistos cristalinos son muy semejantes a las que se presentan con mucha frecuencia en la Sierra de San Luis y donde ha sido estudiada y reconocida por el doctor Pastore.

Macroscópicamente se presenta de color gris claro, el fon-

do blanco de feldespato y cuarzo está matizado por las escamitas negras de mica biotítica que alternan con otras incoloras y brillantes.

La roca tiene una textura bastante homogénea, granular, compacta. Por estas cualidades se ha abierto allí pequeñas canteras para cortar adoquines.

Examinando los cortes limpios con un poco de atención se reconoce que no faltan en ella la esquistosidad típica del gneis micacítico que limita a ambos lados con ella.

Descripción microscópica: Componentes: cuarzo, plagioclasa, biotita, muscovita, óxido de hierro, rutilo, zoisita, apatita. ^{microclino}

Cuarzo: el más abundante; secciones alotríomorfas, de dimensiones generalmente mayores que el feldespato, bordes redondeados, en parte corroídos.

Todas las secciones con excepción de las que aparecen como inclusiones presentan extinción ondulada.

Plagioclasa: (oligoclasa con 25 a 27 % de An.), casi tan abundante como el cuarzo. En secciones desiguales. Bordes muy irregulares y corroídos. Muy pocas secciones con maclas nítidas, la mayoría no presenta maclas. Con frecuencia incluye las secciones de biotita, respecto de la cual es alotríomorfa. Se observa que la plagioclasa ha sufrido efectos cataclásticos y algunas secciones se presentan atravesadas por gran número de líneas de fracturas, que las dividen en fragmentos, aun cuando el conjunto se mantiene unido. Varias de estas fracturas están rellenas por biotita decolorada y de aspecto secundario, observándose que la plagioclasa ha sufrido también corrosiones que formaron en ellas pequeños huecos redondeados ocupados más tarde por cuarzo.

Feldespato potásico (microclino): distribuido intersticialmente y a veces ocupando pequeños huecos de corrosión dentro de la plagioclasa; algunas secciones presentan las maclas carac-

terísticas del microclino, otras se reconocen por su baja birrefringencia e índice menor que el del bálsamo. A veces rodeando granos de cuarzo incluidos en la plagioclase.

No se observan formaciones mirmequíticas.

Biotita: las secciones son más bien idiomorfas; numerosas, presentan profundos senos de corrosión ocupados por la plagioclase o cuarzo secundario.

Con pleocroismo verde pardo para $\gamma = \beta$ y verde amarillento para α .

Decoloración muy frecuente de todos los grados de desferri-
zación.

Zoisita: incluida en el cuarzo, plagioclase y mica. En columnitas hexagonales, extinción recta, elongación positiva, índice algo elevado, lo mismo que la birrefringencia.

Zircón: muy escaso.

Estructura: la observación de la preparación microscópica, de esta roca de grano bastante fino, en la cual se destacan numerosas secciones de plagioclase por sus dimensiones examinando con un objetivo pequeño que permite una visión de conjunto, hace notar las particularidades de la estructura granoblástica.

Una observación más detallada permite reconocer que esta estructura granoblástica ha sido notablemente modificada; por todas partes se descubren indicios de una intervención magnética que ha originado renovaciones en la estructura, principalmente por procesos de disolución recristalización, acompañada por penetraciones de microclino, cuarzo secundario. El primero rellena fisuras y pequeños agujeros de corrosión; está en estado fresco como corresponde a su nueva formación, lo mismo que el cuarzo, cuyas nítidas formas de invasión con bordes redondeados y sinuosos permiten reconocer junto con la ausencia de extinción ondulada carácter de agente invasor. Esta invasión ígnea que modificó

localmente la mencionada faja de los esquistos, difundiendo en ella y modificando su aspecto podría ser atribuida a una emisión pegmatítica pobre en agentes mineralizadores, dado que el granito se encuentra relativamente alejado y que esta región es muy rica en pegmatitas. En estas rocas es imposible diferenciar macroscópicamente el material aportado por la pegmatita. La difusión del aporte ígneo se produjo en forma tal que no lo hace visible. Especialmente porque el feldespato potásico que ha entrado es muy escaso y está muy dividido.

Aparte de las disoluciones y acciones destructivas más o menos notables que ha sufrido la plagioclasa (líneas de fracturas, escasa caolinización y formación de sericita) la modificación más importante de las acciones de carácter hidrotermal es la desferrización de la biotita. Siendo este el factor principal que ha cambiado el aspecto y color de esta faja de roca más pálida que el gneis micacítico lateral.

Digestión de gneis por pegmatita. (Cañada de Tala),
muestra N° 12.

Descripción macroscópica: Roca blanquecina, de grano poco uniforme, con abundante mica sericitica. En las fracturas se reconoce granos blancos irregulares de plagioclasa, cuarzo y rosados claros de feldespato potásico. Escasa esquistosidad.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, muscovita secundaria, granate, zircón.

Cuarzo: con cierta irregularidad en la distribución en la preparación, secciones de dimensiones muy variadas. Parece distinguirse dos generaciones, la primera constituida por granos alotriomorfos, de medidas grandes, sinuosos y a veces muy carcomidos de extinciones onduladas. Los de la segunda generación,

serían los granos pequeños, comunmente redondeados en los que no se observa extinción ondulada. Estos individuos menores aparecen ya mezclados con escamas de mica, separadas de individuos grandes del mismo mineral; ya rodeando los granos de plagioclasa y finalmente con inclusión de esta última. En las inclusiones toman a veces el aspecto de mirmequitas. El cuarzo es el componente más abundante de estas rocas.

Plagioclasa: (oligoclasa con 27 % de An.), al igual que el cuarzo, se presenta en individuos de dimensiones muy desiguales, pero predominan los grandes. Pocas secciones macladas, las que lo están presentan las tablitas de macla flexionadas, las secciones macladas lo están en el plano de la ley de la albita y en raras ocasiones también en el del periclino. Los bordes de la plagioclasa están con frecuencia intensamente corroídos y en ciertos sectores se observan que después de la redisolución se ha producido una recristalización. Casi todas las secciones están más o menos atacadas en manchas por alteración caolínica.

Mica incolora: macroscópicamente parece ser el componente más abundante. Pero al microscopio predominan los feldespatos. Por lo general en individuos escamosos, aislados, delgados, flexionados y orientados con cierto paralelismo. La mayoría de los cuales se han desmembrado en un sinnúmero de fragmentos de secciones lineales, entre las cuales se han introducido formaciones de cuarzo y plagioclasa originando asociaciones más o menos desordenadas. Las secciones enteras muestran frecuentes y profundas corrosiones rellenas por cuarzo. Esta mica incolora es indudablemente de origen secundario. La desferrización es casi total y apenas quedan restos del óxido de hierro en algunas secciones intercaladas paralelamente al olivaje. En muy pocos individuos se reconoce un débil pleocroismo verde pálido para θ = θ y el ángulo $2V$ es pequeño, característico de la biotita.

Feldespato potásico: en individuos menos numerosos pero

más grandes que la plagioclasa. Sin reticulación de microclino. Todas las secciones presentan una intensa alteración caolínica que afecta parcialmente sus áreas formando manchas lo mismo que en la plagioclasa.

El feldespa to calco sódico que contiene las inclusiones mirmequíticas no limita con las secciones de ortosa, tal vez el feldespato potásico contiguo a ellas ha sido reemplazado completamente.

Granate: diseminado en pequeños granos de secciones completamente redondas.

Zirón: muy escase.

Estructura: (Lám. IV, 1), originariamente granoblástica, con paralelismo poco visible de sus componentes, a excepción de la mica.

Esta roca que en el terreno da a primera vista la impresión de una micacita sericitica y que luego origina dudas respecto a su clasificación es sin duda el resultado de la digestión de un esquisto por una roca pegmatítica, y por lo que ya se ha visto el esquisto debió ser el gneis de la región, menos rico en mica que una micacita, y cuya mica fué biotita, la cual además de haberse exfoliado, en parte sufrió los efectos de una intensa desferrización, en tal forma que los vestigios de la primitiva mica negra son apenas perceptibles. Las acciones hidrotermales que atravesaron difusivamente a la masa en digestión ocasionaron el lavado total del óxido de hierro, al mismo tiempo que la formación de las manchas caolínicas en los feldespatos, a las cuales se debe el color blanquecino de la roca a simple vista. Entre las modificaciones de la estructura merecen citarse las intensas corrosiones que han sufrido tanto el feldespato como el cuarzo y la mica; asimismo como los rellenos de cuarzo secundario y las sustituciones de feldespato potásico por masas mirmequíticas. Todas estas cualidades son debidas a la ya citada digestión pegmatítica.

Micacita gnéissica (Quebrada del Río de los Molinos),
muestra N° 5.

Descripción macroscópica: Roca grisácea clara, grano menudo uniforme. Macroscópicamente se observa algo de mezcla pegmatítica. La roca parece que hubiera sufrido flexiones fuertes. En general la esquistosidad es poco visible.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, plagioclasa, biotita, muscovita, granate, óxido de hierro (principalmente limonita), epidoto, zircón, apatita, rutilo. (Lám. II, 2).

Cuarzo: el componente más abundante. Se presenta en granos de distinto tamaño, alotríomorfos, de contornos a veces redondeados, a veces irregulares o angulosos.

Los granos de cuarzo de mayores dimensiones presentan extinciones onduladas, casi todos los más chicos no los presentan. Se podría creer que los granos que no presentan efectos cataclásticos se hayan formado a consecuencia de las acciones disolventes y tal vez también al aporte silíceo de las pegmatitas.

Plagioclasa: (oligoclasa con 25 % de An.), en comparación con el cuarzo y mica se presenta más bien en cantidad escasa, por lo que la roca podría considerarse como un pasaje a micacita.

Las secciones carecen en general de idiomorfismo y son escasos los que presentan maclas. En los individuos naclados es frecuente observar torceduras.

La sericitización y caolinización es poco avanzada.

Con cierta frecuencia los granos de plagioclasa presentan inclusiones de biotita y también de cuarzo.

Se observan muy pequeñas inclusiones de calcita y ésta da la impresión de haberse introducido por acciones hidrotermales.

Son frecuentes en la plagioclasa las extinciones onduladas.

Biotita: el más abundante después del cuarzo. En masas

foliáceas, sueltas y también unidas en paquetes, todas están muy flexionadas, distribuidas con marcado paralelismo.

La mayoría de las secciones son transversales al clivaje, aunque se presentan también algunas basales. Las primeras tienen pleocroismo verde amarillento intenso para $\gamma = \beta$ y mucho más claro para α . La biotita, está distribuida en bandas más o menos paralelas a través de toda la preparación. Casi todas las secciones están intensamente desferrizadas y con caracteres de muscovita secundaria en parte o en la totalidad de sus áreas. Gran parte del óxido de hierro que se observa en la preparación se debe a la desferrización de la mica.

También se observan pequeñas formaciones de clorita originada por la alteración de la biotita.

Tiene inclusiones de cuarzo.

Muscovita primaria: escasa, se encuentra en láminas redondeadas, entre la biotita.

Granate: granos aislados, de contornos más o menos poligonales y como inclusión en la biotita.

Rutilo: muy abundante, en agujas finas, incluidas en cuarzo y plagioclasa.

Apatita: comunmente se encuentra incluida en la plagioclasa; característica por su relieve, baja birrefringencia, extinción recta y elongación negativa. Hay granos de sección piriformes, probables resultados de corrosión.

Zircón: pequeños y escasos granos incluidos en el cuarzo y biotita.

Epidoto: un grano observado en la preparación muestra la macia paralela al primer pinacoide.

Estructuras: puede calificarse de granoblástica, pero es visible que ha sufrido modificaciones atribuibles a la acción perturbadora de la penetración pegmatítica y de las deformaciones

teotónicas.

A la primera corresponderían sin duda la irregularidad que se caracterizan especialmente por granos de cuarzo y feldespato más pequeños y desigualmente repartidos, que carecen por lo general de extinción ondulada. Hay en todos los componentes un paralelismo notable, que se observa acentuado en las láminas de mica.

Micasita anésica (Quebrada del Río de Los Molinos),
muestra N° 7.

Descripción macroscópica: Roca muy esquistosa, en el fondo gris negruzco constituido por las escamitas de mica se distinguen manchas y pequeñas vetas blanquecinas de cuarzo y feldespato en grano mediano. Esta roca parece haber sido aplastada.

Descripción microscópica. (Al microscopio aspecto enteramente análogo a la preparación N° 5). Componentes: cuarzo, plagioclasa, biotita, muscovita, granate, zircón, rutilo, calcita intersticial.

Cuarzo: el componente más abundante, granos más o menos redondeados de borde irregulares. Entre las secciones de mica se encuentran individuos de cuarzo muy pequeños en una asociación densa que recuerda la estructura de mortero. Al igual que en la preparación N° 5, los granos de dimensiones mayores son cataclásicos, presentan intensas extinciones onduladas. Solo algunos pocos están atravesados por líneas de roturas.

Plagioclasa: (oligoclasa con 27 a 28 % de An.), relativamente escasa, en secciones grandes, irregulares, completamente alotriomorfas.

Algunas, contienen inclusiones de cuarzo isorientadas, que por su forma vermicular presentan analogía con las formaciones mixequiticas. Las áreas feldespáticas están más o menos sericitizadas; también se observan algunas pequeñas interposiciones de caloi

ta que parecen de origen hidrotermal. En las pocas secciones maoladas, éstas lo están según la ley del plano de la albíta y del periclino. Las tablitas de maolas están flexionadas.

Biotita: después del cuarzo es el componente más abundante se presenta reunida en bandas más o menos paralelas a través de toda la preparación. Casi todos los individuos están flexionados. Por la orientación de la preparación la inmensa mayoría de las secciones presentan pleocroísmo verde amarillento intenso para β y verde claro para α . En general muestran un grado avanzado de desferrización y cloritización; habiendo quedado en libertad gran cantidad de óxido de hierro.

En ciertos lugares están completamente entremezclados la biotita (triturada) y el cuarzo, con visible intervención de los efectos mecánicos.

Hay granate y cuarzo incluidos dentro de la biotita.

Rutilo: incluido en agujas en el cuarzo y plagioclasa.

Zircón: incluido en pequeños granos en biotita y cuarzo.

Estructura: típicamente granoblástica; con marcada distribución paralela en sus componentes, muy acentuada en la mica.

Esta roca ha sufrido efectos mecánicos y en parte fenómenos análogos a un metamorfismo de contacto (a muy baja temperatura). Prueba de ello se tiene en la flexión de las micas, sericitización de la plagioclasa, formaciones de aspecto mirmequítico; granos pequeños de cuarzo asemejando estructura de mortero; parcial trituración de las láminas de mica.

Micacita gnéissica con aporte pegmatítico (Quebrada del Río de Los Molinos), muestra N° 118.

Descripción macroscópica: Roca esquistosa constituida esencialmente por una masa micácea negra en la cual se destacan manchas de fenocristales de medidas diversas, hasta 2 cm. de longitud y

desigualmente distribuidos de feldespato rosado y cuarzo y plagioclase blancos.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, biotita, plagioclase, microclino, granate, óxido de hierro, zircón, rutilo.

Cuarzo: las secciones de dimensiones muy desiguales están irregularmente limitadas, teniendo hasta caracteres angulosos; extinción ondulada; la distribución de este componente es muy irregular; en ciertos sectores de la preparación es visible su origen secundario.

El feldespato está presente en mayor cantidad que el cuarzo.

Plagioclase: (oligoclase con 27 a 29 % de An.), muy abundante, en secciones irregulares, más o menos limpias. La mayoría con maclas nítidas sin flexionar, en el plano de la ley de la albite y también del periclino. Escasa alteración hidrotermal. Varias secciones presentan las maclas transversalmente a la longitud de la sección. Estas carecen en absoluto de forma propia y por sus contornos sinuosos indican que son restos de prolongada disolución.

Microclino: relativamente abundante, en secciones de medidas muy variables, algunas mayores que las de la plagioclase, con reticulado característico, irregularmente limitados.

Algunas secciones en estado de caolinitización y sericitización más o menos avanzada. Varios individuos están envueltos por un agregado de granos de plagioclase y cuarzo con estructura microgranosa. En los lugares donde el feldespato limita con plagioclase se reconocen en esta última verdaderas formaciones microquíticas.

Biotita: muy irregularmente distribuida. En ciertos sectores de la preparación está representada por gran número de escamas, mientras que en otros son relativamente escasos. En su

distribución se reconoce un paralelismo más o menos marcado. Con su pleocroismo característico.

Parcialmente desferrizada y cloritizada. Casi todas las secciones están destruidas. Algunas completamente dislocadas, en escamitas desferrizadas entremezcladas con pequeños granos de cuarzo.

La mica presenta abundantes inclusiones de zircón, muchos de estos con las áreas de pleocroismo características.

Oxido de hierro: bastante frecuente, granos de tamaños muy variados e irregulares. En su mayoría incluidos en la biotita o asociados con ésta.

Dentro de una sección hay inclusión de clorita. Presenta un aspecto fibroso concéntrico. Debe proceder de la alteración de la biotita y su alojamiento dentro de ésta sería consecuencia de las reacciones hidrotermales.

Granate: muy disperso en la preparación. En granos aislados, pequeños, de contornos sinuosos. Con escasas inclusiones de cuarzo y agujas de rutilo.

Este componente se encuentra también disperso en los agregados finos de biotita y cuarzo antes citados.

Rutilo: agujas finas incluidas en plagioclasa, cuarzo y biotita.

Estructura: visiblemente granoblástica; se reconoce bien la disposición paralela de los componentes, esencialmente en la mica. Pero esta estructura está algo afectada por la penetración del material magnético, al cual se debe principalmente la entrada del microclino, la formación del cuarzo secundario que ha ocupado intersticios y rellenando cavidades de corrosión, los procesos mirmequíticos, la decoloración de la biotita, su parcial destrucción y formación de los agregados microgranosos en cuarzo.

Micacita gnáisica granatífera con sillimanita penetrada por intercalaciones pegmatíticas (unos 2 Km. al oeste de Falda del Carmen), muestra N° 40.

Descripción macroscópica. Esta roca procede de una pequeña superficie desprovista de cubierta sedimentaria y de vegetación situada sobre el camino que conduce al Observatorio de Bosque Alegre y llama la atención por la gran cantidad de intercalaciones foliáceas y lenticulares contenidas en el esquistos y el arrugamiento del conjunto, el cual examinado en detalle presenta en algunos lugares un plegamiento que puede clasificarse como pseudo ptigmático. (Lám. XVII, 1 y 2).

Macroscópicamente el componente más abundante es el agregado finamente escamoso de la mica negra que se encuentra entremezclado con granos menudos blanquecinos de cuarzo, plagioclasa más o menos alterada. Dentro de este conjunto escamoso ondulado se encuentran distribuidos numerosos cristales de granate con dimensiones que llegan hasta 1 cm. La esquistosidad de esta roca es muy pronunciada y siguiendo su plano se encuentran vetitas rosadas de sección irregulares y de naturaleza pegmatítica.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, granate, apatita, zircón, sillimanita.

Cuarzo: ocupa el primer lugar entre los componentes. En secciones irregulares, de dimensiones variadas, de bordes comúnmente redondeados, a veces corroídos. La extinción ondulada notable en las mayores áreas, por lo general no se observa en los individuos pequeños. Algunos granos muestran líneas de rotura, que están parcialmente ocupadas por sericita.

Plagioclasas: (no hay ninguna sección que sirva para medir el ángulo α : M. La única algo menos deficiente dió extinción recta.).

En lo que se refiere a forma y tamaño de los granos, las cualidades son muy semejantes a las del cuarzo. En ningún individuo he podido reconocer maclas más o menos nítidas, casi todos carecen de ellas. Por lo general presentan sus áreas irregularmente manchadas por la alteración caolínica.

En algunos granos del feldespato calcosódico que limitan con feldespato potásico hay inclusiones de cuarzo microquítico.

Feldespato potásico: secciones toscamente tabulares, de borde redondeados; carecen de la reticulación de macla del microclino. Todas más o menos caolinizadas.

Biotita: en escamas asociadas por lo general en bandas paralelas, las que a veces están flexionadas. Pleocroismo verde pálido oscuro para $\gamma = \beta$ y verde amarillento para α . La biotita de esta roca, es el mineral que más ha sido transformado: ha sufrido oloritización, desferrización y trituración originando mica sericitica, la cual con pequeños granos de otros minerales forma estructuras microbrechasas finas. Algunos individuos grandes presentan senos de corrosión; otros han sido demenizados en fragmentos lineales que se mantienen paralelos a la orientación general de la mica.

El óxido de hierro observado en la preparación (principalmente hematita) debe proceder de la mica desferrizada, pues se encuentra ya como inclusión dentro de las escamas o en las inmediaciones de éstas.

Sillimanita: además de los minerales secundarios recientemente mencionados, la mica ha dado origen a un mineral muy birrefringente, de índice elevado, extinción recta, elongación positiva, biáxico positivo, cualidades éstas que corresponden a la sillimanita. Se presenta en individuos largos, estrechos, lineales que mantienen la orientación de la biotita, o en secciones transversales con el olivaje (010) nítido, de las cuales las mayores presentan visibles contornos rómbicos. En varios individuos es

dable observar el pasaje desde la biotita a este componente (Lám. IV, 2).

La sillimanita se encuentra también como inclusión en varios individuos de los componentes esenciales.

Granate: abundante, formando manchones constituidos por individuos orientados con cierto paralelismo a la esquistosidad, bordes redondeados, a veces algo corroídos. Con inclusiones de cuarzo, feldespato, mica, sillimanita, que dan a la asociación un aspecto poiquilítico.

En la preparación se observan además inclusiones de apatita y zircón.

Estructura: granoblástica con visible orientación paralela de sus componentes.

Al igual que en otras preparaciones ya descriptas, la entrada de la pegmatita (cuyas pequeñas venas se observan macroscópicamente), ha afectado la estructura originaria. Esto es visible especialmente en la mica, cuyas características y alteraciones ya se han mencionado.

ANFIBOLITAS

Muestra N° 38 (unos 6 Kms al S de Anisacate, sobre el camino a Potrero Garay).

Descripción macroscópica: Roca muy esquistosa, constituida por cristales granosos nemados poco uniformes negruzcos de anfíbol, que a veces aparece desarrollado en individuos algo mayores, entre mezclados con otros blanquecinos de plagioclasa.

En ciertos sectores de la muestra la plagioclasa es muy escasa y en otros está agrupada formando pequeñas manchas.

Descripción microscópica. Componentes: anfíbol, plagioclasa, cuarzo, titanita, zircón, (Lám. V, 1).

Anfíbol: ángulo de extinción de 15 a 22°; signo negativo; elongación positiva.

Por sus cualidades ópticas se trata de hornblenda.

Pleocroismo para γ = verdoso azulado, β = verdoso y para α amarillento verdoso claro. Componente esencial, en tamaños muy variados; las secciones paralelas al eje g son más o menos idiomorfas; las demás visiblemente alotriomorfas, de bordes redondeados, a veces corroídos. Además de las secciones arriba mencionadas de largas líneas de olivaje paralelas (110) se observan transversales.

Hay paralelismo visible en la disposición según el eje c .

No se observan mayores alteraciones, a excepción de parcial cloritización bordes deflecados y líneas de roturas.

Plagioclasa: (oligoclasa con 29 % de An.), después de la hornblenda el componente más abundante. Alotriomorfo, tamaño variable; pocas secciones macladas; algunas con extinción ondulada; casi todas con alteraciones hidrotermales, cuyos productos

de alteración son caolín y sericita.

Algunos granos incluidos en la hornblenda. También en la plagioclasa se observan inclusiones de anfíbol.

Cuarzo: escaso, granos redondeados y pequeños; sin extinción ondulada. También aparece en forma de pequeñas inclusiones redondeadas o llenando cavidades de corrosión en la plagioclasa y hornblenda.

Titanita: bastante frecuente en granos redondeados, a veces también en forma y situación intersticial.

Zircón: inclusión en granos muy escasos, rodeada a veces por aureolas de pleocroismo característico.

Estructura: evidentemente granoblástica con esquistosidad de cristalización. Visible la orientación paralela de los componentes, especialmente de la hornblenda.

A la intervención general de las pegmatitas se podrían deber las formaciones de sericita y caolín de la plagioclasa, cloritación de la hornblenda, parcial destrucción de los individuos de esta última (deflexión de los bordes) y formación de cuarzo intersticial.

Muestra N.º 35 (canteras del Señor Losada).

Descripción macroscópica: Roca notablemente esquistosa, de grano mediano uniforme, fondo gris negruzco más bien que verdoso, en el cual se destacan los pequeños individuos blancos de feldespato calcosódico.

Descripción microscópica. Componentes: anfíbol, plagioclasa, cuarzo, titanita, óxido de hierro, apatita. (Lám. V, 2).

Anfíbol: componente dominante. Las secciones paralelas al eje σ son relativamente tabulares angostas; las demás, completamente alotricomorfas; bordes más o menos irregulares, algunos algo

deflecados. Por el ángulo de extinción y el 2V, signo negativo y elongación positiva este anfíbol es una hornblenda. Pleocroismo verde oscuro para γ , amarillento verdoso claro para α , y para β verde amarillento.

Algunas secciones atravesadas por líneas de roturas.

Plagioclasa: (oligoclasa con 29 % de An.), componente mucho menos abundante que la hornblenda. Secciones alotriomorfas, en su mayoría redondeadas; envueltas por el anfíbol; casi todas con extinciones onduladas. La mayoría de las secciones sin maclas; en algunas, las maclas aparecen flexionadas, en otras, los individuos han sufrido redisolución, pudiéndose observar solo restos del individuo maclado; finalmente, otras presentan maclas nítidas en el plano de la ley de la albita y en el del periclina.

La alteración sericitica y caolínica se ha desarrollado muy desigualmente; en algunas secciones, las menos, la alteración hidrotermal ha invadido toda la plagioclasa, en otras, se insinúa por las líneas de maclas y por último hay superficies completamente limpias. Algunas maclas están orientadas transversalmente a la longitud de la sección, lo que hace la impresión de que el grano de plagioclasa ha sido muy corroído.

Quarsa: muy escasa; en granos pequeños, redondeados, incluidos en el anfíbol y plagioclasa.

Titanita: granos irregulares, relativamente abundantes, por lo general con aspecto de formación intersticial. Algunos individuos muestran en sus bordes pequeñas secciones de óxido de hierro.

Oxido de hierro: (principalmente hematita). Algo escaso, disperso en toda la preparación, en secciones irregulares de dimensiones pequeñas.

Apatita: poco frecuente; en columnitas pequeñas incluidas en la plagioclasa y hornblenda.

Estructura: granoblástica característica. Es visible la ausencia del orden de cristalización y la distribución paralela de los componentes, especialmente en la hornblenda.

Las condiciones primarias no han sido afectadas mayormente; las sericitizaciones no son abundantes. El cuarzo, que en su mayoría probablemente es de origen secundario, pues llena cavidades de corrosión y no presenta extinción ondulada, diferenciándose en esto de las plagioclasas, es escaso.

Ortoanfíbrolita (entre el Nogal y el Observatorio de Bosque Alegre), muestra N° 31.

Descripción macroscópica: Esquistosidad no muy acentuada. Masa homogénea, de grano mediano, constituida por anfíbol verde negro o entremezclado con el feldespató blanco. Este último presenta indicios de caolinización.

Descripción microscópica: Componentes: anfíbol, piroxeno, plagioclasa, titanita, calcita, óxido de hierro, clinoclasita, apatita.

Anfíbol: por el ángulo de extinción, y demás cualidades ópticas se lo puede clasificar como hornblenda.

Individuo esencial, que da color a la roca; se presenta en secciones poco idiomorfas, de bordes irregulares, algo deflecados y a veces corroídos, con pleocroismo verde intenso para γ , para β verde claro y amarillento verdoso para α .

Casi todas las secciones presentan líneas de fracturas y muchas de éstas rellenas por calcita secundaria.

Piroxeno: la mayoría de las secciones de hornblenda, encierran restos de un piroxeno, que por sus cualidades ópticas es augítico; a pesar de la irregularidad y destrucción de los granos es visible en varias secciones la asociación paralela de los dos componentes ferromagnésicos. El proceso de uralitización se ha desarrollado en diversos grados; los mayores restos del piroxeno se presentan carcomidos e invadidos por la formación de hornblenda en pequeños girones isorientados. (Idm. VI, 1).

Plagioclasa: (Andesina 32 a 34 % de An.), después del anfíbol el componente más abundante. La mayoría de las secciones parecen relietos de disolución incompleta de la plagioclasa de las rocas ígneas originarias, pues se presenta con visible e intensas corrosiones, contornos muy redondeados y sinuosos y desaparición incompleta de maclas. Algunos individuos muestran extinciones onduladas y maclas flexionadas. Presentan escasa sericitización y algunos, están atravesados por líneas de rotura.

Titanita: en granos relativamente grandes de formas irregulares y corroídos.

Calcita: abundante; debida probablemente a infiltraciones que han rellenado cavidades y fisuras, dado que no se observan alteraciones en la plagioclasa.

Clinopixita: escasa, en granos redondeados.

Óxido de hierro: abundantemente distribuido en toda la preparación (indicio de roca ígnea). Se trata de magnetita parcialmente transformada en limonita, que se presenta en secciones por lo general grandes y asociadas a los componentes ferromagnéticos o a la titanita.

Apatita: las inclusiones de este componente son muy escasas.

Estructura: granoblástica de grano menudo. Como particularidades puede citarse la disolución y formas de corrosión en la plagioclasa, que se presenta en áreas de contornos sinuosos con maclas nítidas, pero carecen de zonas, lo que sería debido a que la disolución periférica eliminó las envolturas zonales. Además de estos feldeespatos reducidos a relietos, se observa las secciones de otros, que por sus maclas imperfectas o totalmente ausentes hacen pensar que son regeneradas.

Por la composición mineralógica arriba descripta, hábito y basicidad de la plagioclasa, abundancia del piroxeno uralítico, de, riqueza en granos de óxido de hierro hay que deducir que se

trata de una ortoanfibolita originada por una plutonita no muy básica.

Ortoanfibolita (8 Kms al N de Potrero Tutser, sobre el camino), muestra N° 36.

Descripción macroscópica: Roca de esquistosidad poco visible. El anfíbol y piroxeno que dan al conjunto la coloración verde negruzca están desarrollados en granos medianos de dimensiones poco uniformes y entremezclados con pequeños granos blancos de plagioclasa, que a veces están reunidos formando pequeñas manchas y vetitas.

Descripción microscópica. Componentes: anfíbol, piroxeno, plagioclasa, hematita, titanita, clinzoisita, epidoto.

Anfíbol: constituyente esencial; en individuos de dimensiones desiguales, en su mayoría grandes, de contornos irregulares, comúnmente sinuosos. Son escasas las secciones que presentan el olivaje cruzado. Pleocroismo ^{pardo} verde para γ , verde algo más claro para β y amarillento verdoso para α .

Este componente se ha originado por el proceso de uralitización; en varios individuos es posible reconocer restos de un piroxeno, que por sus cualidades ópticas y morfológicas puede clasificarse como augítico; pero la uralitización es casi completa, pues la mayor parte de los granos de anfíbol carecen de restos de piroxeno. Ese componente por su ángulo de extinción y demás caracteres ópticos es una hornblenda.

A su vez el anfíbol ha sufrido reacciones hidrotermales más o menos destructivas, que en parte han desmenuzado las áreas de sus secciones, dando lugar también a transformaciones químicas que se ponen de manifiesto por el empalidecimiento en manchas, en las cuales la birrefringencia es más elevada y también por la

formación de clorita igualmente verde pálida de birrefringencia muy débil. Este último producto por migración ha llenado además cavidades de corrosión de los feldespatos.

Plagioclasa: (Andesina con 32 a 34 % de An.), este mineral es el que está en mayor proporción después del anfíbol. En secciones por lo general más pequeñas que las del anfíbol. Casi todas están macladas en el plano de la ley de la albita y no pocas lo están también en el plano correspondiente del periclino. Con frecuencia las tablitas de maclas están flexionadas, en muchos individuos se reconoce que las maclas están orientadas transversalmente a la longitud de la superficie residual de la sección de un individuo que fue mucho mayor y es en estos donde se observan especialmente límites corroídos y sinuosos, todo lo cual hace deducir sin duda que son relictos de la roca ígnea originaria. En general, el estado de sericitización y caolinización es avanzado, también se ha podido observar calcita entremezclada con estos productos de alteración.

Oxido de hierro: en su mayoría es hematita; en secciones de granos irregulares, generalmente grandes; tanto éstos, como los granos finos están asociados a los minerales ferromagnésicos, al epidoto o a la titanita.

Titanita: en granos aislados y a veces reunidos en pequeños grupos; de contornos redondeados hasta angulosos.

Clinopixita: escasa; en granos redondeados; se encuentran además granos de epidoto común que se destacan por su particular birrefringencia.

Estructura: granoblástica con relictos de estructura gabbroica.

En los individuos anfibólicos es visible cierta orientación paralela.

Los efectos hidrotermales de las acciones pegmatíticas son muy poco visibles en esta roca, podrían considerarse como tales:

la cloritización del anfíbol, sericitización, caolinización de los feldespatos y formación de calcita.

Cosa natural tratándose de rocas tan resistentes como son las anfíbolitas.

Ortoanfíbolita. (Entre Falda del Carmen y el Observatorio de Bosque Alegre), muestra N° 33.

Descripción macroscópica. Roca notablemente esquistosa, gris verdosa oscura. En la masa se reconocen menudos y homogéneos granos de anfíbol entremezclados con los feldespatos que a veces alcanzan dimensiones un poco mayores y raramente se agrupan formando manchas o nódulos.

Descripción microscópica. Componentes: anfíbol, piroxeno, plagioclasa, cuarzo, óxido de hierro, titanita, zircón. (Lám.VII, 1-2)

Anfíbol: de origen secundario, producido por uralitización del piroxeno, proceso que en la preparación es visible en todos los grados.

Por su ángulo de extinción (20°) y demás cualidades ópticas es una hornblenda. No es muy destacada la iscoorientación del piroxeno y anfíbol. En ciertos sectores, la uralitización no permite distinguir entre estos dos componentes.

Secciones de individuos irregulares o incompletamente limitados, atravesados por líneas de fracturas, bordes redondeados a sinuosos.

Pleocroismo verde claro para γ , para β verde amarillento y amarillento para α .

Piroxeno: se presenta en forma de restos bastante grandes y frecuentes, a veces como núcleos dentro de las áreas del anfíbol, y otras, carcomidos y entremezclados con éste, haciendo evidente el proceso de uralitización intensa que sufrió la roca.

Las cualidades de este componente permiten clasificarlo como augítico.

Plagioclasa: (Andesina con 32 % de An.), abundante; en proporción casi igual a la del anfíbol. La mayoría de las secciones pueden ser consideradas como relictos de feldespatos mucho mayores de la roca ígnea originaria; poseen maclas nítidas, tablitas de igual ancho. Pero hay también muchos individuos de este componente regenerados, sin maclas, o con tablitas imperfectas. Son casi nulas las alteraciones en los feldespatos.

Cuarzo: muy escaso. Intersticial o en pequeños granos. Superficies limpias sin extinciones onduladas.

Oxido de hierro: muy abundante (indicio de su origen ígneo). En secciones de dimensiones considerables, irregulares y comúnmente asociadas a los restos de piroxeno.

Clinzoisita: escasos y pequeños granos redondeados.

Titanita: en granos poco abundantes, de dimensiones muy variables, irregulares.

Se observan además escasas inclusiones de apatita y zircón.

Estructura: granoblástica con relictos de la estructura de plutonita, reconocible por los mismos indicios señalados en las descripciones anteriores.

Anfibolita con caliza cristalina penetrada por pegmatita.

(100 m, al N de la Escuela Observatorio de Bosque Alegre), muestra N° 47.

Descripción macroscópica: Roca de esquistosidad bastante acentuada; en una masa de grano menudo y uniforme se destacan interposiciones de cuarzo blanco de diversos tamaños y manchas y franjas verdosas oscuras producidas por acumulaciones del piroxeno y anfíbol, así como pequeñas manchas rosadas de feldespato potásico. Entre los granos blancos de la roca hay también gran núme-

re de individuos de calcita y aunque en general este componente pasa casi inadvertido en la roca, se pone en evidencia en cualquier lugar con el ácido clorhídrico. Se observan además pequeñas masas de calcopirita.

En general, el conjunto de la roca es muy heterogeneo y revela que se está en presencia de una mezcla compleja, formada primariamente por la asociación de anfíbol y caliza cristalina, conjunto que luego sufrió una penetración material pegmatítica bien visible.

Descripción microscópica. Componentes: calcita, plagioclasa, microclino, hornblenda, diópsido, cuarzo, titanita, apatita, óxido de hierro, granate.

Calcita: su repartición en la preparación es muy desigual. Algunos granos tienen contornos poliédricos toscos e incompletos; otros, enteramente redondeados con bordes corroídos y carcomidos. Por lo general, las naclas están flexionadas y las secciones presentan extinciones onduladas.

Entre los minerales que han penetrado la calcita se observa el cuarzo, microclino y algunos individuos de plagioclasa, que junto con los anteriores parecen provenir de la pegmatita.

Microclino: abundante en la preparación. Se presenta con superficies poco limpias y naclas características más o menos borradas, bordes sinuosos hasta angulosos.

Plagioclasa: (oligoclasa con 25 a 27 % de An. y Andesina con 31 a 34 % de An.), la mayoría de las secciones sin naclas, en algunas se conservan restos de las mismas y otras, muy escasas, las presentan nítidas y están por lo tanto en condiciones primarias.

Al determinar la composición de este componente se puede observar que difiere en general entre límites amplios.

Hay secciones que dan ángulos de extinción α : M que oscilan entre 7 y 10° . Otras, varían entre 16 y 20° . A las primeras, cuyas maclas en tablitas finas en muchos casos se han borrado total o parcialmente o renovado en conjuntos de solo dos o tres individuos debe atribuirse sin duda, un origen pegmatítico; las segundas más básicas, caracter que también está indicado a primera vista por las tablitas de maclas más anchas y uniformes son probablemente las plagioclases propias de la anfibolita.

En general todas las secciones presentan bordes redondeados y corroídos, y varios individuos de hornblenda están corroídos y rellenados por la plagioclase secundaria.

Cuarzo: al igual que los demás minerales, está desigualmente repartido. Por lo general, en granos pequeños, redondeados con extinción ondulada.

En muchos de ellos es visible su carácter intersticial. Así mismo se presenta como inclusiones y rellenos de cavidades. Todos estos caracteres hacen pensar que también el cuarzo es un mineral procedente de la pegmatita.

Piroxeno: en individuos de forma y tamaños muy variables casi todos presentan sus contornos corroídos y roturas. Por su color verde claro, débil pleocroísmo, ángulo de extinción entre 40 y 42° y hábito se lo puede considerar como diópsido, cuya formación es además frecuente en las calizas impuras.

Anfibol: este elemento, que por sus cualidades ópticas puede clasificarse como hornblenda, presenta en su mayoría una decoloración y parcial trituration; otros individuos contienen cavidades de corrosión rellenadas por calcita, cuarzo o feldespato, y a veces formando mezclas confusas con este elemento.

Titanita: relativamente abundante, en granos redondeados, algunos en situación intersticial.

Oxido de hierro: en secciones de diversos tamaños. Su distribución está limitada en general a las proximidades del anfíbol.

Entre los minerales opacos se reconocen algunas secciones de la pirita ya citada macroscópicamente.

Como ya se ha dicho en la descripción macroscópica, esta roca es el resultado de una mezcla lateral entre anfíbolita y caliza, que a su vez ha sufrido una intensa penetración pegmatítica dando lugar a una mezcla intensa.

CALIZAS CRISTALINAS

Muestra N° 45. (100 m al N de la Escuela del Observatorio de Bosque Alegre).

Descripción macroscópica: Caliza blanca grisácea, de grano mediano uniforme, con abundantes y pequeñas manchas verdes olaras serpentinosas y escasos y aislados cristalitas rojo pardo claros de olivina. La roca es muy poco esquistosa.

En otra muestra de esta misma roca tanto las manchas grisáceas como las verdesas se hallan agrupadas formando franjas algo paralelas entre sí.

Descripción microscópica. Componentes: calcita, olivina, serpentina, cuarzo, brucita, hematita. (Lám. VIII, 1).

La calcita cubre el campo de la preparación microscópica, de tal manera que los demás minerales asociados a ella en la condición de impurezas de la roca constituyen manchas y áreas diseminadas con cierta uniformidad. Se presenta la calcita en granos de dimensiones poco variables, en secciones redondeados, con bordes sinuosos y enteros, es decir casi nunca dentados. No raras veces se encuentran también contornos rectilíneos que atestiguan la existencia de superficies planas de limitación entre uno y otro individuo de calcita. Este mineral aparte del característico olivaje romboédrico (1011) no muestra roturas ni resultados de acciones corrosivas.

Las líneas de macla aparecen nítidas y sin flexiones; observándose muchas secciones con maclas polisintéticas.

Olivina: frecuente en la preparación. En general en pequeñas granos que nadan dentro de una masa serpentinosas, permitiendo ser considerados como restos inalterados de individuos de olivina mucho mayores.

Serpentina: mineral secundario formado por alteración de la olivina. Diseminado en cuerpos fibrosos de contornos redondeados, que con frecuencia se insinúan dentro de los individuos de calcita, hasta en sus fisuras de olivaje. Como en la preparación microscópica ofrece un confuso aspecto fibroso y birrefringencia baja ensayé la observación de este material en el correspondiente producto liviano de separación obtenido con el bromoformo a expensas de la roca pulverizada.

Reconocí en el sinuadero de elementos muy finos, algunas laminillas biáxicas negativas, con índices comprendidos entre 1,5556, 1,5649, lo que demuestra que en ese material una parte por lo menos está constituida por hojitas de antigorita, siendo el resto crisotilo.

Brucita: abundante en la preparación. Se presenta en láminas incoloras, asociadas en paquetes flexionados, cuyas secciones tienen cierta disposición de abanico.

Las láminas presentan extinción recta, elongación negativa, birrefringencia poco elevada, son uniaxiales positivas, la medida de los índices de refracción da valores comprendidos entre 1,56 y 1,58, además el mineral es soluble en HCl.

Todo lo cual indico como referencias para su determinación.

Quarsa: muy escaso; rellena los intersticios; extinciones onduladas.

Oxido de hierro: (principalmente hematita).

Escaso, en secciones irregulares, a veces en formas esquistas. Probablemente es un mineral secundario formado a expensas de la olivina.

Estructura: típicamente granoblástica. Dentro de la homogeneidad del agregado granoso que solo presenta algunos límites rectilíneos de la calcita se destacan las asociaciones foliáceas de la brucita.

Muestra N° 59. (Canteras del Señor Lozada).

Descripción macroscópica: Presenta color blanquecino debilmente grisáceo; los granos de calcita son de tamaño mediano algo irregular y tiene cierta esquistosidad. Esta masa clara está matizada por pequeñas y abundantes manchas verdosas de serpentina, cristales aislados pardo rojizos de olivina y escasas escamas de una mica blanca y brillante.

Descripción microscópica: Componentes: calcita, olivina, brucita, mica. (Lám. VIII, 2).

En esta caliza, la calcita está acompañada de menor cantidad de impurezas que la anterior; ese mineral está distribuido en granos redondeados, salvo una que otra limitación plana que corresponde a caras de los cristales; con línea de olivaje y las maclas características bien visibles.

Olivina: frecuente en la preparación; en cristales algo redondeados, que sin embargo, dejan reconocer por excepción cierto idiomorfismo. Signo positivo, ángulo de los ejes ópticos que no alcanza a 90° . Muchos granos de este componente están quebrados, y en parte esa rotura corresponde al tercer olivaje del mineral, hay otras roturas diagonales que no se pueden adjudicar a ese olivaje.

Casi todos los individuos de olivina presentan serpentización en las líneas de olivaje y fracturas y un halo de la misma composición alrededor del cristal. A veces la serpentización ha avanzado más y quedan solamente escasos restos de este componente dentro de una masa serpentinoso.

La serpentina presenta en general los mismos caracteres señalados en la descripción de la preparación N° 45.

Mica biotítica: en secciones completamente desferrizadas. muy escasa en la preparación.

Brucita: poco frecuente; en láminas alargadas flexionadas. Se presenta casi siempre en las proximidades de la olivina; a veces formando manchones más o menos grandes.

Granate: secciones aisladas, de dimensiones variables, completamente alotrionormas.

Estructura: granoblástica; cierto paralelismo en la distribución de los granos de olivina. No presenta otras características especiales que merezcan mencionarse.

Muestra N.º 57. (Canteras del Señor Lozada).

Descripción macroscópica: Roca de grano mediano uniforme, blanca con débil matiz verdoso debido a la serpentina y muy pequeños y escasos cristales pardo rojizos claros de olivina.

Descripción microscópica: Componentes: calcita, olivina, serpentina, brucita, granate.

Calcita: se presenta con los caracteres ya descriptos.

Olivina: relativamente abundante en la preparación. Casi todos los individuos se hallan reducidos a restos más o menos divididos o tabicados o envueltos por la serpentina.

Este producto de alteración de la olivina presenta los aspectos y relaciones descriptos en las muestras anteriores.

Brucita: componente más bien escaso. Generalmente en secciones aisladas y flexionadas.

Granate: diseminado en pequeños individuos con algunas secciones triangulares y también cuadrados lo que indica que los cristales tienen formas de cubos.

Estructura: es también granoblástica.

Muestra N° 62. (Entre Alta Gracia y La Isla).

Descripción macroscópica: La calcita se presenta en granos medianos uniformes, formando una masa blanca grisácea en la cual se destacan pequeñas y numerosas manchas verde claras de serpentina.

Descripción microscópica. Componentes: calcita, cuarzo secundario, brucita, serpentina, restos de olivina.

Calcita: como en todas las calizas cristalinas de la región es el elemento primordial y se presenta con los caracteres descriptos anteriormente.

Cuarzo secundario: la preparación está atravesada por una delgada vena silíceas, irregularmente limitada, con pequeñas y cortas ramificaciones laterales. Es muy probable que se trata de cuarzo secundario, de birrefringencia positiva, mezclado en mayor o menor proporción con sílice amorfa y restos de serpentina; asociación que también se ve en pequeños rellenos en la roca y que sin duda ha sido producida como residuos de la destrucción de la olivina.

Serpentina: abundante; en islotes y masas de contornos redondeados que por su hábito recuerdan la forma de la olivina; dentro de algunos de éstos se pueden reconocer restos de la olivina. También aquí se ha comprobado la presencia de antigorita.

Brucita: en escamas por lo general aisladas; raras veces se presentan unidas formando manchones.

Estructura: típicamente granoblástica. En la uniformidad de la masa de granos de calcita apenas se reconoce un ligero paralelismo de los citados cuerpos serpentinosos más o menos alargados; lo que contribuye a dar cierta irregularidad al conjunto es que algunos de éstos se presentan disociados en hebras y entremezclados con granulaciones de calcita.

Caliza cristalina impura con minerales de contacto
negmatíticos. (Despeñaderos), muestra N° 63.

Descripción macroscópica: En esta muestra, hay una parte en que la caliza presenta granos algo gruesos, uniformes, blancos y está casi libre del anfíbol, que solo se halla finamente diseminado en ella, produciendo un ligero tinte verdoso. En cambio, en la otra parte, predomina el mineral anfibólico, ya sea en pequeños agregados cristalinos o en cristales columnares fibrilares bien desarrollados, cuya longitud llega casi a 2 cm.

Descripción microscópica: Componentes: calcita, diópsido, actinolita, epidoto, cuarzo, microclino.

Calcita: predomina completamente en la parte en que la caliza es más pura. En secciones sin ningún idiomorfismo, dimensiones variables y por lo general irregulares; algunas áreas de calcita presentan roturas y cavidades de disolución rellenas por los minerales ferromagnésicos.

Diópsido: forma junto con el anfíbol una masa heterogénea. Se presenta en cristales algo menudos, de hábito prismático alargado y de secciones transversales casi cuadrangulares. Además del olivaje común (110) se observa el otro de líneas más fuertes paralelo al primer y segundo pinacoide, característico de la variedad dialaga.

Actinolita: a diferencia del piroxeno se presenta en su mayoría en tablitas estrechas y largas de sección transversal rombica también larga. Color algo verdoso, debilmente pleocroico, (verde azulado pálido para γ y verde más claro a incoloro para α).

Tanto el piroxeno como el anfíbol no presenta signos de alteración.

Epidoto: en granos aislados, redondeados, con sus características colores de birrefringencia.

Cuarzo: escaso en la preparación. Ha cristalizado intersticialmente, no presenta extinción ondulada.

Microclino: en áreas de dimensiones grandes; con las marcas características, escasa sericitización y caolinización. Las líneas de fractura y cavidades se hallan ocupadas por lo general por calcita, e inclusiones de los minerales ferromagnésicos, en tal cantidad que hay puntos donde el feldespato tiene las condiciones de un relleno intersticial. Es indudable que este mineral ha sido aportado por la pegmatita.

Estructura: la caliza tiene su estructura granoblástica característica, aunque en la preparación se presenta algo perturbada por las disoluciones y presencia de los minerales secundarios, en los cuales se observa un marcado idiomorfismo, principalmente en el piroxeno.

Contacto entre aplita y caliza (200 m al N de la Escuela del Observatorio Bosque Alegre), muestra N° 43,

Descripción macroscópica: En la muestra se pueden distinguir dos partes, una blanquecina, algo compacta constituida por cristales pequeños y uniformes de feldespato y cuarzo, y otra verdosa, formada por cristales alargados unos y escamosos otros. Esta última zona se insinúa dentro de la primera formando muy delgadas venas y nódulos. El conjunto presenta signos de intensa alteración.

Descripción microscópica. Componentes: microclino, plagioclasa, cuarzo, calcita, diópsido, actinolita, epidoto, brucita, apatita, zircón, rutilo.

Así como se hace notar en la descripción macroscópica también en la observación microscópica se reconoce la parte aplítica, y la del contacto en la caliza, entre las cuales se interponen una estrecha faja granular fina confusa. (Lám. IX, 1 y 2).

Microclino: aparece por su absoluto predominio como si fuera el único componente del material aplítico; áreas pequeñas y uniformes, casi todas son subcuadradas, bordes redondeados y con las maclas típicas del microclino; extinciones onduladas. Presentan las superficies poco limpiadas, caolinizadas y en parte sericitizadas. El conjunto de este mineral tiene estructura panidiomorfa de la aplita.

Plagioclasa: (oligoclasa con 27 % de An.), sus bien escasos individuos están caolinizados en grado variable. Sus dimensiones y caracteres morfológicos son más o menos idénticos a los del microclino. La extinción es ondulada; ninguna sección presenta maclas nítidas todas están flexionadas y difusas. Es casi imposible determinar la plagioclasa, he podido medir en una sola sección el ángulo de extinción α : $N = 10^\circ$.

Tanto en el microclino como en la plagioclasa se observan numerosas inclusiones aciculares de rutilo. Este componente aparece asimismo en granos redondeados alargados. También se observan inclusiones escasas de apatita que se presentan en delgadas columnitas y a veces en granos redondeados y alargados.

Cuarzo: procede de la aplita, en la parte formada por las señaladas asociaciones feldespáticas representativas de la misma es muy escaso, en granos pequeños de contornos definidos.

Este componente se ha infiltrado en la zona de contacto de la caliza donde cristalizó intersticialmente y llenó cavidades de corrosión, especialmente dentro de la calcita y presenta algunos efectos cataclásticos.

Calcita: casi todas las secciones son alotriomorfas. Líneas de olivaje y maclas por lo general flexionadas. En algunas secciones también se pueden observar extinciones onduladas.

Diópsido: abundante en la masa de calcita; en cristallitos diseminados, la mayoría de los cuales presentan en el plano de la preparación la traza del olivaje (110), lo que revela cier

cierto paralelismo de crecimiento. Por el ángulo de extinción de 38 a 40°, hábito, color y demás caracteres ópticos se pueden clasificar como diópsido.

Actinolita: por lo general en secciones prismáticas largas y estrechas, palidamente verdosas, con poco pleocroismo. Muy escasos los individuos que permiten determinar el ángulo de extinción. Las secciones alargadas están algo deflecadas en los extremos. Algunas posibles medidas del ángulo de extinción dan valores que oscilan entre 13 y 17°, lo que permite afirmar que se trata de una actinolita.

Epidoto: en granos aislados sin forma propia, fácilmente reconocibles por su relieve y colores de birrefringencia.

Brucita: escasa; las escamas se encuentran reunidas en paquetes flexionados. El mineral originario de este componente parece ser la calcita, pues hay secciones de esta última en las que se puede observar el pasaje, y hay que suponer que ella tenía cierta riqueza en magnesio, utilizado en la formación de la brucita.

Tratándose ^{de} tres partes materiales diferentes no se puede hablar en esta preparación de una estructura para el todo.

La zona formada por las secciones de feldespato (parte aplítica) se caracteriza por una estructura típica panidiomorfia. Las pequeñas y escasas interposiciones de calcita representan simplemente rellenos de penetración por fisura. El cuarzo está reducido a algunas pequeñas áreas limítrofes entre los feldespatos.

La masa fina limítrofe entre la aplita y la caliza con sus minerales ferromagnésicos es una mezcla confusa en la que predominan las granulaciones de calcita y feldespato alterado, y está manchada por una impregnación de hidróxido de hierro. (Lam. IX, 2).

La caliza adyacente está constituida en lo esencial por las secciones de calcita, piroxeno, anfíbol y epidoto, con alteración escasa. El único componente de origen aplítico recono-

cido en esta zona es el cuarzo presente en cantidades más bien escasas.

SERPENTINA

En mi zona de estudios se hallan dos afloramientos de serpentina, aislados, de poca extensión, que están ubicados en el bosquejo petrográfico - geológico adjunto.

El principal, donde están las canteras del señor Lozada, se encuentra a poca distancia de la ciudad de Alta Gracia hacia el O S O. (Lám. XVIII, 2). En los límites del cuerpo serpentínico, los cuales he podido seguir muy poco debido a la abundante vegetación, observé que está rodeado generalmente por anfibolitas, habiendo en partes una zona de transición marcada por tremolita. Este yacimiento de serpentina se encuentra a poco más de 100 m al NE de las canteras de caliza, también explotadas por el señor Lozada.

El segundo afloramiento se encuentra hacia el NO de la ciudad de Alta Gracia, sobre la margen derecha del Arroyo de Buena Esperanza, y en él están las canteras explotadas por los señores Morinaga y Sancho.

Como las condiciones y propiedades de ambos afloramientos son iguales, me limitaré a describir la roca del primero, al cual corresponde la muestra N° 6.

Descripción macroscópica: roca compacta, de grano muy fino, homogénea, gris verdoso hasta negruzco, en la cual se destacan vetitas, guías y sobre todo nidos constituidos por material cristalino verde claro o amarillento, en parte con cierto matiz rosado, que al microscopio se reconoce como tremolita. En todo el conjunto de esta masa están distribuidos nodulitos negros de brillo metálico, de magnetita, a veces aislados y a veces reunidos en pequeños manchones.

Descripción microscópica: (Lám. X, 1), la estructura de la masa serpentinoso es muy uniforme, constituida esencialmente por la serpentina, en unas partes de aspecto finamente fibrosa y en otras, algo foliácea, con caracteres ópticos que corresponden a la antigorita (elongación positiva, biáxica negativa, índices entre 1,560 - 1,5649). Esta trama de birrefringencia débil está atravesada y salpicada por abundantes pequeños cristallitos irregulares, a veces formando delgadas guías de óxido de hierro (principalmente magnetita) mineral originado conjuntamente con la serpentina.

Si bien, no he encontrado restos de los minerales generadores de la serpentina, que probablemente han sido olivina y piroxeno, se observan cristales aislados, asemejándose a fenocristales, poco idiomorfos, con visibles signos de serpentización en sus líneas de fractura y clivajes, sus propiedades ópticas corresponden a la tremolita. Beder (1), al describir la serpentina del Puesto de la Represa, menciona que al microscopio ha reconocido restos de olivina, enstatita y tremolita, considerando a esta última como un mineral intermediario entre la enstatita y la serpentina.

Según Winchell (2), el metamorfismo regional puede transformar a veces la olivina en tremolita, esta última podría ser considerada también, por lo tanto, como un mineral intermediario entre la olivina y la serpentina.

Además, he hallado escasas interposiciones de calcita que por su aspecto parece ser intersticial.

Ni al microscopio, ni por varios ensayos de separación de minerales utilizando distintas muestras, he podido encontrar crocita, como indica Beder en su ya citado artículo (si bien no tengo

(1) Roberto Beder, Sobre la existencia de platino nativo en una serpentina de Alta Gracia

(2) Elements of optical mineralogy.

seguridad de que el lugar señalado como Puesto de la Represa, coincide con el yacimiento que yo describo).

Probablemente, la plutonita originaria de esta roca metamorfizada debe haber pertenecido a la familia de las peridotitas; parece posible que ella haya sufrido durante su intrusión procesos de alteración hidrotermales, admitido lo cual, el metamorfismo regional debió haber aumentado la transformación.

No aparecen como ya he dicho, en ninguna parte vestigios de la roca ígnea originaria y como tampoco existen en la región que yo he visitado, otras masas intrusivas básicas, no me es posible formular deducciones por analogía.

PEGMATITAS Y APLITAS

Pegmatita (Quebrada del río de los Molinos), muestra N° 13.

Descripción macroscópica: En general se trata de una pegmatita pobre en cuarzo. El feldespato potásico es el componente predominante, en individuos grandes que alcanzan más de 2 cm. de dimensión. El otro componente esencial es la mica muscovítica, cuyas escamas más bien pequeñas están repartidas con algún paralelismo que indicaría influencia de las condiciones físicas del magma pegmatítico en proceso de consolidación, lo cual no tiene nada que ver con los efectos cataclásticos, los que por otra parte se revelan en los detalles de la observación microscópica cuya causa es indudablemente tectónica ulterior y además ellos no son muy intensos.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, microclino, plagioclasa, muscovita, granate.

Cuarzo: en cantidad escasa en la preparación. En individuos casi siempre pequeños, de dimensiones muy variables, de contornos irregulares, redondeados y a veces dentados. La mayoría de las secciones presentan extinciones onduladas. Al recorrer las preparaciones se puede observar en la misma vetitas de granos más pequeños introducidos en fracturas del feldespato potásico, y agregados pequeños del mismo cuarzo rodeando al microclino asemejándose a la estructura de mortero. Estos individuos más pequeños de cuarzo lo mismo que algunos rellenos carecen por lo general de extinción ondulada y no presentan efectos cataclásticos.

Microclino: si bien para la preparación se ha elegido una parte donde este componente es más pequeño presenta las mayores áreas que se observan en el campo del microscopio. Las secciones son irregulares con bordes redondeados a sinuosos; individuos turbios, manchados por caolinización. Las maclas reticuladas caracte-

rísticas se presentan algo deformadas. Contienen escasas inclusiones aciculares de rutilo.

Plagioclasa: (oligoclasa con 25 % de An.), secciones algo idiomorfas, de bordes irregulares, dimensiones muy variables; la mayoría de ellas han perdido su transparencia por alteración e impregnación de hidróxido de hierro. Casi todas macladas en el plano de la ley de la albita, y no pocas con las maclas flexionadas que muestran también extinción ondulada. Escasas inclusiones de rutilo.

Muscovita: por lo general en láminas grandes flexionadas; a veces los extremos aparecen deflecados, separados en escamas pequeñas que se mantienen paralelas entre sí y con el individuo grande. Estas secciones pequeñas aparecen mezcladas en ciertos sectores de la preparación con granos de cuarzo igualmente pequeños asemejando estructuras microbrechosas. Otras veces, las escamitas de la mica se han introducido en las líneas de fracturas del feldespato.

Granate: escaso en la preparación. Granos aislados, de contornos idiomorfos, observándose también individuos fragmentados.

Oxido de hierro: (en estado limonítico). Escaso; proviene de la alteración de magnetita, pero las secciones visibles en la preparación tienen restos de la forma de ésta.

Estructura: su característica estructura holocristalina hipidiomorfa ha sido cambiada localmente, como ya se hizo notar en la descripción macroscópica por efectos tectónicos que además de acciones cataclásticas y alteración dieron lugar a rellenos de grietas y corrosiones, recristalización del cuarzo intersticial y envolvente.

Aplita (Río Segundo; unos 2 kms aguas abajo de la confluencia de El Anisacate con el de los Molinos), muestra
Nº 14.

Descripción macroscópica: Roca rojiza clara más bien que rosada, de grano menudo bastante uniforme. En las fracturas los feldespa-

tes aparecen más o menos caolinizados.

En general, el aspecto de la roca es poco fresco.

El pequeño afloramiento del cual he sacado esta muestra corresponde a un cuerpo aplítico cuyo ancho no alcanza a 10 m en la parte visible que atraviesa el lecho del Río Segundo. La masa petrea, que sobresale apenas un par de metros de la superficie del relleno de terrenos arenosos del río, se presenta quebrada y con relieve completamente irregular, resultado de numerosas roturas; además de la división en pequeños trozos se observan partes removidias y ligeramente dislocadas. Las fracturas de la roca son tan numerosas y cercanas entre sí que al golpear para preparar una muestra, la piedra se divide en pedazos limitados por superficies de roturas viejas, manchadas de hidróxido de hierro. (Lám. XX, 1-2).

Observando atentamente las reducidas superficies de fracturas frescas que se obtienen llaman la atención los feldespatos que tienen sus olivajes visiblemente curvados.

Este notable indicio de deformación unido a las alteraciones y a las evidencias de acciones mecánicas destructivas que acusan las citadas fracturaciones, hacen comprender que el cuerpo de esta roca ígnea ha sufrido acciones tectónicas intensas.

Descripción microscópica. Componentes: cuarzo, microclino, plagioclase, muscovita, rutilo, apatita. (Lám. XI, 1 y 2).

Cuarzo: abundante, aunque no sobrepasa a la suma de los feldespatos; individuos de tamaños irregulares se presentan como relleno, bordes redondeados adaptados a los límites más o menos sinuosos de los individuos de plagioclase de los cuales con frecuencia constituyen verdaderas envolturas. Extinción ondulada y también fraccionada, se ven también granos francamente cataclásticos, con líneas de fracturas.

Microclino: componente que domina y cuyas secciones son las más grandes de la roca; otras, corresponden a granos irregulares; algunas presentan extinción ondulada y deformaciones en las maclas,

como también frecuentes roturas.

Hay áreas de plagioclasa albitica dentro del feldespato potásico, semejando algunas a formaciones peritíticas. En general, estas áreas son muy escasas y poco típicas.

Hay granos con alteración sericitica. Presentan escasas inclusiones de rutilo.

Plagioclasa: (oligoclasa con 25 % de An.), en secciones pequeñas generalmente subcuadradas, en las que se distinguen a primera vista, el medio y la zona periférica, los cuales contrastan en los cristales más afectados por las alteraciones, porque ella se ha localizado en la parte interior algo más básica.

Se observan extinciones onduladas y frecuentes líneas de roturas.

Muscovita: escasa. En escamas y láminas en su mayoría rotas, con bordes corroídos y extremos deflecados. Algunas son resultado de la desferrización de la biotita, conservan vestigios del pleocroismo y en sus bordes se encuentran pequeños restos de óxido de hierro (principalmente limoníticos).

Apatita: escasos granos redondeados.

Estructura: granular panidimorfa. El mineral que presenta más fuerte el idiomorfismo es la plagioclasa. Como ya se ha hecho notar, todos los componentes presentan cualidades cataclásticas en grado intenso, las cuales junto con la alteración que ha afectado mayormente a la plagioclasa pueden ser consideradas, según el doctor Pastore como consecuencia de perturbaciones tectónicas, que serían hercínicas.

Las particulares e intensas acciones de deformación y de destrucción que ha sufrido esta roca aplítica, de las cuales no he encontrado otros vestigios en la región de mi estudio, muy probablemente por tratarse de una manifestación aislada, deben conducirnos a relacionarla con aspectos y efectos análogos ya reconocidos en la misma sierra de Córdoba por observaciones hechas por el doctor

Pastore (1) y la doctora Carolina L. de Pandolfi (2), y que como ya lo he indicado, el primero de los nombrados los considera como repercusiones de los movimientos hercínicos.

Las localidades hasta ahora señaladas son, la de Chaján, en el extremo sur del largo conjunto de relieves de la Sierra de Córdoba y la de la Estancia "La Lidia al N de Deán Funes. Pero a ella pertenece también el sistema de fracturas ocupadas por relleno de pórfido, y óxido de manganeso y de hierro que recorre más al norte la región de Sobremonte y se prolonga en la provincia de Santiago del Estero (Ojo de Agua y Ambargasta), conjunto que ha dado a conocer el doctor Beder (3).

La doctora Carolina L. de Pandolfi al revisar la vieja cantera de roca aplítica en la base del pequeño cerro basáltico de La Leoncita al N de la estación Gloriano Fernandez F.C.P., señala que está recorrido por gran número de fracturas de líneas irregulares más o menos ocupadas por un escaso relleno ferruginoso pardo rojizo, acompañado, donde tiene mayores dimensiones, por el material fino de un pórfido granítico el cual forma en alguno que otro lugar visibles guías filónicas.

Conviene agregar que en la mencionada tesis al describir las areniscas de Sempacho y de Suco situadas poco más al E, se hace referencia a numerosas fracturas que habrían favorecido las penetraciones del mismo pórfido que en ellas se encuentra en pequeñas proporciones; probablemente se trata de fracturas causadas por los mismos movimientos que las de Chaján.

Los indicios más notables de las fuertes perturbaciones mecánicas que han tenido sus consecuencias en una faja extendida de norte a sur han sido descriptos por el doctor Pastore en la ya mencionada localidad del N de Deán Funes. Allí las compresiones, a-

(1) Descripción Geológica de la provincia de Córdoba, 1938.

(2) Estudio petrográfico de la región de Chaján, 1938. (Inédito).

(3) Los yacimientos de minerales de manganeso en el N de la provincia de Córdoba y S de Santiago del Estero (1931).

plastamientos y dislocaciones poco menos que verticales afectaron a un conglomerado de rodados de cuarcita con cemento de arenisca arcósica y junto con él a las interposiciones de pórfido granítico, igualmente aplastadas, como también al basamento cristalino, constituido por una roca aplítica semejante a la que he descripto precedentemente, la cual está completamente dividida en fragmentos y afectada por intensas deformaciones y efectos cataclásticos.

BREVE ESTUDIO SOBRE LA CUESTION DE LAS MIGMATITAS.

Con frecuencia al considerar las rocas que constituyen el basamento cristalino, se ha hecho mención de la migmatitización; la existencia o no de las rocas originadas por este proceso de invasión y mezcla magnética, ha provocado en la región de nuestras Sierras Centrales divergencias de opiniones. Así, para citar solo un autor de cada lado, el doctor Roberto Deder en sus Estudios geológicos en la Sierra de Córdoba (1) habló insistentemente de migmatitas al referirse a su "granito antiguo", mientras que, como es sabido, el doctor Franco Pastore, con conclusiones diferentes, niega la existencia no solamente de ese granito sino de tales rocas de mezcla. La falta de acuerdo es tan fundamental, que consideré necesario para mí, y conveniente en general, si para algo puede servir este trabajo, formarme un mejor conocimiento de lo que se puede entender por migmatitas, examinando los estudios originarios y ponderando luego las apreciaciones recientes referentes a la naturaleza, grado y zona de profundidad de los procesos migmatíticos, así como a las vinculaciones, confundibilidad y posibilidades de distinción entre las rocas metamórficas propiamente dichas (gneisicas), las migmatitas y las rocas ígneas (granitos).

Los primeros trabajos a examinar corresponden a J. J. Sederholm.

En el artículo: Über die Entstehung migmatitischer Gesteine (2) da a conocer las interpretaciones de los conceptos por él creados en base a sus perseverantes estudios. Son las que

(1) Bol. N.º 33, Serie B. Geología (1923).

(2) Geologisch Rundschau 4 (1913) 174-185.

dey a continuación.

Anatexis: con este término resume el proceso que por sus resultados aparece en formas tan diversas y lo opone al metamorfismo regional, haciendo resaltar su importancia. Esta palabra designa una potencia de transformación mayor que el metamorfismo, corresponde por lo tanto, en cierto modo al concepto de ultrametamorfismo, y abarca todas aquellas acciones ígneas por las cuales se han producido rocas migmatíticas, es decir que son el resultado de una verdadera mezcla entre rocas sólidas anteriormente existentes y un magma que posteriormente se introdujo en ellas.

El autor utiliza el término de granitización como sinónimo de anatexis.

Según la forma en que se produce la invasión magmática J.J. Sederholm clasifica las migmatitas en: arteritas; que serían migmatitas periféricas, formadas alrededor de regiones en las cuales el granito es tan dominante que puede decirse que está más puro, o a considerables distancias de este. Si la roca preexistente es completamente fragmentada, el resultado es, según él una brecha eruptiva.

Cuando el material apertado forma bandas, la roca de mezcla se puede clasificar como "Gneis en bandas" ("Gebänderter Gneis").

Si las arteritas en el transcurso posterior de la imbibición y fusión son plegadas fluidalmente se originan las características migmatitas ptigmáticas. (El plegamiento en estas rocas siempre es el resultado de la invasión).

A veces las venas aparecen como redes, formando entonces las dictionitas, rocas que constituyen la transición entre las brechas eruptivas y arteritas.

Si las brechas eruptivas o inclusiones son fundidas en tal forma, que solo quedan contornos nebulosos, constituyen las nebulitas. Todavía más allá de este profundo efecto, debe hacerse notar que Sederholm insiste en que la anatexis, es decir la formación de una roca eruptiva palingénica, es debida a la invasión de un magma. Además, quiere hacer resaltar, que las rocas migmatíticas y en general todo el basamento cristalino ("Grundgebirge") atravesado por el granito presenta al estudiarlo con más detenimiento tal diversidad, que resulta sorprendente aun después de varios años de estudio.

En su siguiente trabajo: On migmatites and associated pre-cambrian rocks of southwestern Finland (1), principia con una breve reseña histórica sobre la granitización y formación de migmatitas, y me parece útil hacer un pequeño resumen de la misma, empleando en lo posible sus mismas palabras:

Además de los gneises de origen plutónico y sedimentario muchos geólogos han reconocido la existencia de rocas "gneisosas" formadas por una mescla de rocas preexistentes y material granítico inyectado.

Los primeros pasos de esta idea se encuentran en los trabajos de Hutton, el "padre de la geología teórica", quien creía en una fusión subcortical de los sedimentos, y atribuía la formación del granito a sedimentos que habían sufrido una fusión completa. Lyell consideraba que los gneises eran sedimentos semifundidos, mientras que los granitos se originaban a temperaturas más altas, o como consecuencia de una exposición más prolongada a la influencia del calor. Según Delessé toda roca plutónica era de origen metamórfico. (Sederholm hace aquí un breve parentésis para manifestar, que la relación entre la cuestión

(1) Bull. Comm. Geol. Finl. 58 (1923).

teórica sobre el origen de magnas subcorticales y el modo de formación de rocas gneisoides profundas frecuentemente atravesadas por venas no es propicia para su estudio inductivo por métodos petrográficos; prefiere considerar a los magnas plutónicos como un hecho dado y no expresar opiniones sobre su origen, limitando su trabajo a sus relaciones con las rocas antiguas penetradas por ellos).

Varios son los geólogos antiguos que estudiaban en forma puramente inductiva las rocas formadas por una refusión abisal o inyección. Entre ellos se destaca especialmente Durocher, quien visitó en 1858 Finlandia y Escandinavia, describiendo varios casos de una inyección muy típica.

Es difícil precisar, en qué medidas estas teorías de la inyección han influenciado a la escuela petrográfica francesa posterior sobre una íntima inyección de los granitos a las rocas laterales y a la asimilación de éstas últimas por el magma granítico. En todo caso, Nichel, Levi para fundar sus teorías sobre la granitización se basó en sus propias observaciones realizadas en el Arcaico de Francia y en áreas cristalinas más jóvenes del mismo país. Casi al mismo tiempo acumularon evidencias en la misma dirección: Barrois, Lacroix, Termier, Duparc y otros geólogos franceses y suizos.

Entre los alemanes que profesaban las mismas ideas podemos citar a Lehmann (1884) y posteriormente a Obelius, Brennandörffer, Gilbert, Gurich, Klamm, Lensius, Philipp, Sauer, Schwenkel, Steinmann, etc.

A la existencia de una inyección local o regional se opuso la escuela petrográfica de Heidelberg. Rosenbusch en sus estudios sobre los contactos de ciertos granitos de los Vosgos quiso demostrar que no había habido transporte material del granito hacia los esquistos adyacentes, negando persistentemente que los es-

quistos pudiesen ser permeables al magma granítico o a sus exhalaciones.

En Suiza y Austria la escuela inyeccionista tuvo muchos adherentes: Grubenmann, Gutzwiller, Königsberger, Truminger, Reinhold, Reinhard, etc.

Mientras seguía la discusión entre la escuela de Heidelberg y sus opositores, se acumulaban desde todas las partes del mundo evidencias en favor de las rocas mixtas. (En Inglaterra, Escocia e Irlanda, trabajos de Harris, Teall, Darrow, Horne, Greenley. En Australia, Andrews, en Canadá, Lawson) Algunos de ellos, por ejemplo, Adams, habían dudado de la teoría de la inyección, pero sus propios estudios en el terreno los condujeron independientemente a su aceptación.

Dice, que en los Estados Unidos de Norteamérica las mismas ideas prevalecieron ya en tiempos anteriores a los de Michel Levi. Según Dana, no solamente los gneises podían haberse originado a través de una acción metamórfica que llegó al estado de fusión, sino también los granitos, noritas, dioritas, hornblenditas y piroxenitas. Haug está también entre los primeros investigadores del fenómeno de la inyección. Sin duda, Norteamérica ofrece una de las más espléndidas oportunidades para estudiar este problema geológico. Muchos de sus geólogos están decididamente del lado de la escuela petrográfica inyeccionista, entre ellos, Barrell, Berkey, Cushing, Emerson, Fenner, Fox, Miller, Whitney, y Wadsworth, Alexander, Winchell y Daly. Especialmente éste último en sus numerosos escritos ha llevado sus conclusiones mucho más lejos que cualquier otro. La oposición que se formó en este continente así como en Gran Bretaña y Escandinavia está dirigida en general por aquellos de la escuela de Heidelberg.

Loewinson-Lessing en Rusia ha desarrollado la teoría de la asilación de una manera muy lógica, y en general los petrógrafos rusos se han adherido a la teoría de la inyección.

En Noruega, Kjerulf (1879) llegó independientemente a las mismas conclusiones alcanzadas luego por Michel Levi, pero se ha discutido la exactitud de las observaciones en las cuales basó sus teorías. Rensch aplicó en 1888 la teoría de la asimilación en las rocas de Bismelton y Karsten. Pero, en general en Noruega la tendencia de la escuela de petrografía fue más bien opuesta a la idea de una granitización regional.

Sin embargo, Brügger, su más famoso guía, no niega la posibilidad teórica de tales procesos a grandes profundidades debajo de la superficie terrestre, pero critica la aplicación excesiva de la teoría de la inyección. Más tarde, Goldschmidt (1921) dió criterios muy convincentes para la suposición de que ciertos gneises inyectados de Noruega de la cadena de montañas caledónicas podrían haberse originado por la inyección de venas graníticas en esquistes filíticos parcialmente disueltos.

En Suecia, la idea de una granitización regional de sedimentos e de viejos granitos aplastados tuvo una acogida muy poco favorable, aunque en los últimos años ha ganado gran arraigo. Helmquist en muchos casos, admite la posibilidad de una inyección, pero en general, él tiende a explicar (algunas veces también Gavelin) la formación de la mayoría de las rocas que contienen venas aplíticas y pegmatíticas, de acuerdo a la teoría de los suecos antiguos, es decir como resultados de cambios metamórficos e "ultrametamórficos" sin ningún aporte de material granítico desde abajo. Högbom parece compartir el punto de vista de Helmquist.

En Finlandia, las rocas que contienen venas graníticas aparecen en cualquier lado y sobre áreas tan extensas, por lo cual la idea de una inyección regional ha parecido tan natural que en la mayoría de los casos no encontré objeción.

Además de la revisión histórica, aquí brevemente resumida, Sederholm quiere explicar a qué se debe la diferencia de opiniones

que por tanto tiempo ha dividido a los petrógrafos en dos campos; según él hay otra diferencia, la del punto de partida, y ésta ha sido probablemente la principal causa de la división de opiniones. Casi todos los opositores a las teorías de granitización, han sido aquellos petrógrafos que han usado principalmente el microscopio para descubrir los misterios del origen de las rocas. Por lo tanto, ellos han dirigido preferentemente la atención al estudio de rocas que muestran texturas primarias bien preservadas y características, y con mucha frecuencia a aquellas que poseen una composición mineralógica especialmente interesante. Por lo general, las grandes áreas graníticas y gneísicas no han sido objeto de estudios tan detenidos como las rocas que aparecen en mantos efusivos o en masas lacolíticas solidificadas en las partes superiores de la corteza terrestre y que ofrecen composición homogénea y precisa y aspecto primario bien preservados en sus texturas. Por lo tanto, se podría suponer que los geólogos que han tomado diferentes lugares en este conflicto científico, con mucha frecuencia han estudiado casos diferentes, la escuela microscópica, con predilección las rocas efusivas e hipabisales y los geólogos de campaña de la otra escuela, rocas que se han originado a grandes profundidades.

Luege Sederholm manifiesta, que ha sido estudiante en los laboratorios de Brögger y de Rosenbusch, pero las observaciones y estudios en el terreno han hecho de él desde el principio de su carrera científica uno de los más vehementes participantes de la teoría de la granitización.

Los estudios y observaciones realizados, en las regiones de esquistos, por Sederholm durante muchos años lo llevarán con frecuencia al punto de pasaje de esquistos a rocas gneísoides invadidas por granitos y tuvo ocasión de ver en muchas partes, espe-

cialmente en el sudoeste de Finlandia, en áreas extensas, las mezclas más confusas de diferentes rocas, esquistos, eruptivas básicas y granitos. Durante sus investigaciones, este autor ha encontrado casos, en los cuales un estudio puramente microscópico de tales rocas ha dado buenos resultados. Pero expresa que en general el estudio microscópico de las rocas de mezcla es de pequeño valor en comparación con las observaciones que se hacen en el terreno.

En las migmatitas, según él, la estructura primaria de las rocas invadidas por el granito ha sido comúnmente borrada de tal modo, que es difícil interpretarlas con ayuda del microscopio. Además, señala que, la mezcla de estas porciones remanentes de las rocas más antiguas con las de las venas graníticas es tan intensa que es difícil determinar cual es cual.

En el capítulo de los granitos y rocas plutónicas asociadas y las migmatitas de la Pellinge Región (pág. 75), dice: "Al describir ahora las rocas plutónicas de la Pellinge Región, sus contactos con rocas adyacentes y los procesos de sus inyecciones por las cuales se han formado migmatitas, empezaremos con el granito más joven perteneciente a la gran área de Rapakivi de Wiborg. Hace a continuación una detallada descripción de los caracteres macro y microscópicos de esta roca: Las rocas denominadas metandesitas, cuyos contactos con el granito va a analizar, han sido descritas en un capítulo anterior del mismo trabajo titulado (pag.33) *Perna formation of metabasalts and tuffs, meta-andesites, gabbros, etc.*

Sigue diciendo: "En numerosas pequeñas islas al sudoeste de Buckholm podemos estudiar las relaciones entre el rapakivi y la meta-andesita, que pertenece a la serie volcánica más antigua de la región.

Todos los fenómenos de granitización que son visibles en las pequeñas islas de Buckholm se deben a la acción de contacto del granito rapakivi. Esto está demostrado por el hecho de que

las venas de granito, que aparecen aquí, contienen feldespatos con las peculiaridades características de los minerales del rapakivi.

Las rocas volcánicas más viejas parecen haber poseído un carácter bastante uniforme antes de haber sido metamorfozadas por el rapakivi".

(pág. 81) "En algunas islas es visible el contacto inmediato entre las dos rocas. El rapakivi retiene su carácter típico inmediatamente al contacto y no muestra disminución del grano u otro signo de una acción de contacto exógeno". Más adelante se lee, (pág. 82).

"En las islas vecinas de Agghällän, a una distancia de más o menos 1 kilómetro del contacto del rapakivi hay diques de pegmatitas cuya ortosa y cuarzo son completamente similares a los del rapakivi. También más cerca del contacto, a una distancia de unos 100 m., algunas de las venas son pegmatíticas y bien separadas de la roca que atraviesan. Muchas de ellas, sin embargo son aplíticas e íntimamente entrelazadas con la roca básica, formando con ella migmatitas.

Estas migmatitas pueden estudiarse muy bien en dos pequeñas islas al norte de Risholm. La roca predominante aquí también es muy básica. Estas rocas más antiguas están penetradas por numerosas venas de granito. En algunos casos la roca básica está simplemente brechada y las fisuras rellenadas por granito, el cual en parte es de variedad pegmatítica y en parte aplítica. Algunas de estas venas tienen un ancho menor que un milímetro, mientras que la medida más ancha llega a un decímetro o más. Con frecuencia son rectas y bien definidas, y el granito entonces es frecuentemente rico en mica negra en el contacto. A veces están ensanchadas hasta formar masas mayores con formas angulosas, sugiriendo la idea de que una porción brechada ha sido disuelta por el granito. En algunos casos las fisuras en las porciones brechadas han sido

rellenas en parte por el granito, en parte por un piroxeno verde claro. La roca en las vecindades de las venas también con frecuencia es rica en tales piroxenos. Algunas de las venas contienen pequeñas cavidades que probablemente han estado rellenas con calcita. Al lado de las venas bien definidas hay numerosas otras que presentan contornos difusos. Evidentemente ellas han penetrado los esquistos vecinos con su magma. En este caso, el esquisto se hace más claro y es muy transformado. A veces tiene un cierto parecido a un halleflint o leptita, pero este carácter aquí es debido a cambios secundarios.

Las venas de pegmatita o aplita que están bien definidas cuando cortan a meta-andesitas que presentan una textura primaria mejor conservada, ocasionalmente exhiben cuando penetran esta roca con aspecto de halleflint la forma característica de plegamiento, a la cual el autor llamó "ptigmático", y que se debe según él a movimientos ondulatorios en un medio semi fundido. Esto también es un indicio de que la roca con aspecto de "halleflint" ha sufrido un metamorfismo más fuerte acompañado por una granulación de los minerales porfíricos, que no tuvo lugar en otras partes del esquisto".

(pág. 86): "Las venas aplíticas con frecuencia aquí muestran también un borde más oscuro el cual es rico en hornblenda, igual a algunos fragmentos de la brecha de contacto. La roca esquistosa está atravesada por diques de aplita que en parte atraviesan la esquistosidad. No siempre están exactamente definidas, pero el "granito" en los contactos ha penetrado la roca vecina tan completamente que la ha transformado en una variedad leptítica ácida que no muestra esquistosidad. En aquellas porciones del esquisto que están cercanas al contacto hay también partes ácidas cuya composición oscila entre la de la aplita y la roca leptítica ácida, y los cuales hay que considerar más como partes altamente granitizadas del esquisto, que como diques graníticos propiamente.

Donde esta roca está en contacto con el rapakivi ella está brechada y se comporta como algo extraño al magma en el cual está incluido como fragmento".

Manifiesta, pág. 88, "Ningún geólogo podría visitar estas localidades sin estar convencido de que el magma granítico es capaz de penetrar íntimamente las rocas vecinas. Aun macroscópicamente nosotros encontramos aquí las pruebas más irrefutables de una intensa granitización "por aporte, y estamos habilitados para agregar más hechos a esta evidencia estudiando microscópicamente el mismo fenómeno. Esta circunstancia es de gran valor, porque en general es más bien raro encontrar rocas granitizadas que retienen tanto de su estructura primaria como para permitir su reconocimiento. En la mayoría de los casos, por consiguiente es difícil seguir el curso de los cambios que la roca ha sufrido durante su granitización".

En el capítulo dedicado al Onas granite y sus contactos con las rocas vecinas, (pág. 95), Sederholm hace una descripción de este granito y de los contactos producidos, en el curso de la cual no señala tampoco acciones de alta temperatura y mezclas ígneas debidas a un intenso y amplio proceso magnético, para finalizar diciendo:

"La refundición ejercida por el Onas granite sobre las rocas adyacentes ha sido restringida del mismo modo que la causada por el magma rapakivi, no regional en la acepción amplia del término, como lo fué la anatexis que tuvo lugar en conexión con la intrusión de varios granitos arcaicos".

Del capítulo, "El Hango" granite y migmatitas asociadas (pág. 98):

"El Hango granite está representado por varios tipos diferentes en composición, color y textura, pero todos conectados por transiciones graduales.

Son muy comunes típicas, pegmatitas y aplitas, ambas como diques penetrando las rocas vecinas más antiguas y como extensas masas en migmatitas donde predomina el constituyente granítico.

Estos granitos a simple vista, cuando son homogéneos generalmente no muestran trazas de esquistosidad. Cuando ellos son listados, ese fenómeno usualmente es causado por la presencia de inclusiones más o menos completamente resorbidas de rocas anteriores, cuyos constituyentes félsicos parcialmente permanecen como franjas o listas de mica. En algunos casos, también puede haber tenido lugar una disposición fluída de los minerales sílicos. En general, estos granitos son muy inhomogéneos, incluyendo una gran cantidad de fragmentos de rocas extrañas en todos los estados de disolución. Sobre áreas extensas ellos están tan completamente mezclados con las rocas más antiguas que ellos han penetrado, que es difícil decir cual constituyente de la migmatita predomina".

Más adelante, pag. 100, "en el contacto con la zona de esquistes viejos pertenecientes a la formación Sundare y al S. de esta área de granito aparecen migmatitas muy típicas. (El autor acompaña una figura). En la cual se observa la superficie horizontal de una roca, donde el esquisto es penetrado por una gran cantidad de venas de granito pegmatítico, las que están retorcidas en una manera tan peculiar en estos granitos. Los aspectos más típicos del plegamiento ptigmático también corresponden a granitos de este tipo. Cuando aumenta la cantidad del constituyente granítico de estas migmatitas, la composición es gradualmente granítica".

El autor describe a continuación una cantidad de granitizaciones típicas causadas por ese granito, empezando por aquellas en las cuales los dos constituyentes están mejor separados y terminando por las rocas completamente mezcladas.

"En la isla Hyttiaholm, (pág. 102), y en Point Eanásuud el fenómeno de la granitización puede estudiarse muy bien. La roca predominante es una porfirita uralítica, que es más bien fuertemente metamórfica, es decir esquisto porfirítico cuya textura a veces se acerca a la de un gneis hornblendífero. Delgadas venas se ramifican desde un dique principal hacia todos los lados. Es un sistema de diques y venas graníticas. Sin duda, que la formación de una fisura ha marcado el principio de la inyección del granito y algunas de las venas más delgadas ramificadas tienen el carácter de relleno de fisuras, pero no es posible creer para toda esa cantidad de venas que penetran en la roca en forma tan complicada, simplemente que la roca ha sido fracturada mecánicamente y las fisuras rellenas con el magma granítico.

Al lado de las venas rectas que se encuentran y atraviesan netamente, hay algunas que poseen formas irregulares, indicando claramente una corrosión magnética y una gran cantidad de lentes más pequeños que no muestran conexión visible con los diques más anchos. La mayoría de las venas rectas son casi paralelas entre sí, y en algunos casos ellas también corren paralelas con la esquistosidad de la roca básica. Sin embargo, en general, su dirección no es enteramente coincidente con la de la esquistosidad. Las venas más estrechas sólo raramente se cortan de tal modo que separen completamente fragmentos de la masa principal de la roca. Con mucha frecuencia venas transversales terminan a corta distancia de otra vena de manera de dejar una estrecha franja como una conexión entre las partes de la roca principal.

En el presente caso es más probable que hayan tenido lugar movimientos torsionales lentos que repentinos. Todas las fisuras no se han originado simultáneamente, pero ellas se han abierto durante la gradual destrucción de las rocas básicas y evidentemente en conexión con un proceso de solución causado por el magma granítico. Todas estas venas terminan ciegas y las lentes más pequeñas se deben principalmente a disolución".

Luego, (pág. 110), "en la región oeste de Helsingfors, donde aparece el Hångo granito no porfirico en su aspecto más típico, él parece ser más o menos migmatítico, conteniendo siempre remanentes poco o completamente alterados de rocas más antiguas. La impresión general que da esta masa rocosa no es la de una roca plutónica abriéndose camino por "overhead stoping", pero si la de un magma permeabilizando intinamente rocas más antiguas, las que retienen en lo principal la posición que tenían cuando intervino, la granitización!

En el siguiente capítulo, (pág. 113), El Rysskär granite y las brechas eruptivas (agmatitas) en las cuales él forma el cemento dice: "el Rysskär granite, el cual sobre una gran área forma el cemento de las brechas eruptivas cuyos fragmentos de metabasaltos son pertenecientes a la "Perna Formación", casi nunca está representado por variedades libres de inclusiones.

En cualquier lado, la roca está llena de inclusiones las cuales han sufrido resorción en un grado mayor o menor, por lo que la composición del magma ha sido cambiada a través de la asimilación del material básico.

Las diferentes formas y cantidades de fragmentos de rocas básicas incluídas en el granite y el diferente grado en que estas partes han sido cambiadas por la acción del magma granítico causan la gran variedad de rocas de mezcla".

Expresa, pág. 117, "como estas migmatitas constituidas por fragmentos de rocas más viejas cementadas por granito son, según expresa, petrograficamente y genéticamente diferentes de muchas otras que han sido llamadas brechas eruptivas, el autor propone designar este grupo de migmatitas como agmatitas.

Una de las mejores oportunidades para observar estas agmatitas se encuentra en la isla de Rysskären, en Perna. Aun examinándolas a distancia uno se da cuenta que son lo más heterogeneas que es posible. Grandes masas de metabasalto obscuro alternan con por-

ciones graníticas más claras, formando venas y diques irregulares, pero éstos a su vez contienen fragmentos de rocas oscuras de formas variadas y en diferentes estados de refusión.

Investigando más esta confusa mezcla, se encuentran dos ingredientes: un metabasalto que muestra delgados cristales de plagioclasa y granitos en transición a dioritas".

(pág. 125), "Cuando la anatexis ha ido más lejos la mignatita ^{agmatítica} pasa a nebulítica y finalmente toma el aspecto de un granito o granodiorita que tuviese "Sohlieren" de un material más básico.

Si la anatexis ha obrado aún más, la roca básica granitizada adquiere con frecuencia una textura granítica, aún siendo ella originariamente un metabasalto. En este caso, con frecuencia puede ser imposible distinguir los fragmentos de una roca metabasáltica de los de otra que originariamente hubiese sido gabbro. Por lo tanto a veces es difícil determinar con certeza donde la brecha eruptiva constituida por metabasalto y granito dió lugar a una roca análoga con fragmentos de gabbro. Pero este caso, es en general excepcional; como regla se puede decir que en la mayoría de los casos es posible determinar el carácter de los constituyentes de las mignatitas de las regiones costaneras del sur de Finlandia".

En las descripciones que Sederholm ha hecho de las mignatitas y en general de las rocas que él llamó productos de la anatexis no me fué posible encontrar una suficientemente representativa en lo esencial, concreta y definida, que sirviera fundamental y típicamente, y hacer ver esto, fué mi principal objeto al transcribir varias partes extensas de esas descripciones. Las cualidades y condiciones parecen revelar discrepante diversidad, y las unidades petreas que el autor presenta en el mismo cuadro de refusión dan lugar a impresiones que confunden por una cierta duplicidad. Con el ambiente de estado magnético dominante no condicen tantas penetraciones pegmatíticas que son en general indicadoras de baja temperatura.

En contraste con esto, la definición que da de la anatexis, único modo de formación de las rocas migmatíticas es bastante decisiva, ya que al conceptuarla como un proceso ultrametamórfico le adjudica características resultantes de una participación magmática intensa propia de posiciones de mayor profundidad y la distingue del metamorfismo regional, sobre todo por el grado del efecto fundente y la forma de visible invasión material con que ejerce su acción sobre las rocas antecedentes.

Igualmente en el capítulo final de la segunda parte de su trabajo: On migmatites and associated Pre-cambrian rocks of Southwestern Finland (1) (Pág. 133), vuelve a la definición de términos y conceptos, e insiste nuevamente en que tales rocas de mezcla son el producto de un proceso ultrametamórfico, que es diferente del metamorfismo, no solamente porque da origen a rocas que ya no son más esquistos cristalinos, sino que por su naturaleza y constitución se trata de masas mixtas en las cuales uno de los componentes se comporta como una roca eruptiva (pág. 135). Usa para el proceso formador el nombre de anatexis que corresponde a refusión; pero después de establecer así las cosas, hace notar que en alguno de sus ejemplos sería más conveniente hablar de redisolución. La palabra palingenesis empleada junto con anatexis se refiere según su propósito de designación a la edad geológica, significando que la roca en cuestión ha sido "renacida", es decir que ha recibido una nueva eruptividad.

Con el nombre de migmatitas califica esas rocas híbridas, cuyo aspecto es de ser mezcladas, originadas por la mezcla de rocas más antiguas y un magma granítico posteriormente intruido. Expresa que la gran variedad de estas rocas se debe a la diversidad del componente más antiguo (pueden ser esquistos de composición variada, leptitas, micacitas, cuarcitas y esquistos tufáceos, pero

(1) Bull. Comm. Geol. Finl. N^o 77 (1926).

también metabasaltos, gabbros, etc.), mientras que el componente eruptivo puede pertenecer a diferentes granitos, a veces a dos y aún más, originando las así llamadas polimigmatitas.

Resumiendo, de las señaladas condiciones que parecen fundamentales, se debe deducir que la migmatitización es un proceso de extensión perimagnética más interno e ígneo, que el metamorfismo regional y que siendo esencialmente diferente de éste por la intervención directa y vasta de un agente de invasión plutónica y por la magnitud de los efectos fundentes ha de haber tenido lugar por lo tanto en zonas más profundas y estando siempre ligado a un magma granítico capaz de hacer pasar gran parte de los materiales sólidos incorporados vecinos al mismo estado líquido anterior a su cristalización.

Si analizamos las utilizadas descripciones de Sederholm referentes a las granitizaciones producidas por el Rapakivi, el Onas granite (ambos del Post-jatúllico), el Hango granite (del Post-bótnico) y el Rysakär (más antiguo que el anterior) respectivamente, es difícil o imposible encontrar en gran parte de las relaciones petrográficas explicadas e ilustradas, indicaciones que hagan pensar sin lugar a dudas en acciones magnéticas reales, es decir con los efectos regionales de fusión parcial importante a que acabamos de hacer referencia.

El autor mismo afirma que los dos primeros sólo han producido anatexis locales sin carácter regional y aprecia con frecuencia sus efectos como en aureolas de contacto (1923, pág. 97).

La impresión que se tiene examinando los siguientes capítulos, es de que gran parte de los ejemplos así como están descritos se pueden interpretar sobre todo como efectos de acciones pegmatíticas y aplíticas, y hasta algunas como procesos hidrotermales, siendo escasas las referencias de acciones magnéticas directas, graníticas en el sentido estricto, tanto más que los llama-

dos granitos de la región, lo son por extensión como rocas palinogénicas, con mezcla de esquistos semidigeridos (1923, pág. 113 - 1926, pág. 63).

Pero no ha sido mi objeto al averiguar qué son, o qué pueden ser las migmatitas, poner en duda los trabajos de Sederholm, creador de esta categoría de rocas, sino hacer ver que de sus descripciones no es posible sacar un tipo en base al cual pudiesemos asegurar con certeza si una roca es o no producto de la anatexis, como el autor del término ha definido tal proceso, pues según mi parecer al explicar e ilustrar sus admirables aspectos y relaciones petrográficas, incluye, o se ocupa más, de una serie de fenómenos que no se pueden adscribir a las acciones graníticas intensas, especialmente donde no ha destacado otros efectos de más elevadas temperaturas.

La admisión de estas condiciones nos llevaría a aceptar que las comunes acciones pegmatíticas o aplíticas estuvieron en capacidad de formar migmatitas, interpretación que se entiende, está lejos de la que le quiso dar dicho autor, quien tantas veces ha insistido en la particularidad y nivel más interno de la granitización finlandesa en relación con los otros países.

Se podría aducir sin embargo que parte de sus pegmatitas y aplitas pertenezcan a la fase que se califica magnética, y que entonces serían de mayor temperatura y energía que las de los tipos generales cuyas ramificaciones afectan a los terrenos cristalinicos visibles de la mayoría de las regiones orogénicas; en todo caso parecería posible distinguirlas por sus correspondientes indicios y computarlos relativamente en número e importancia.

Por otra parte, Sederholm ha hecho frecuentes referencias a la escasa temperatura que localmente demuestran haber tenido los granitos agentes de la migmatitización (pág. 97, 1923) y no obstante haber reconocido la presencia de claros vestigios de

reacciones pneumatolíticas, por ejemplo en el Rapakivi, considera que se caracterizan por la importancia de sus exhalaciones acuosas, "los jugos graníticos", como él dice, y juzga esto tan notable, que creando un término nuevo propone para ellos el nombre de "icor" el cual no comprendería aquellas materias gaseosas provenientes de los cuerpos eruptivos causantes de la típica pneumatolisis, sino principalmente los que muestran gradaciones entre soluciones acuosas y un magma muy diluido, eventualmente también un magma conteniendo mayor proporción de agua en estado gaseoso.

Utilizando las consideraciones expuestas, en la imposibilidad de ir más allá, dado que no puede ser tarea nuestra la revisión de las apreciaciones que están en pie referentes a la región de que nos ocupamos, debemos por necesidad sacar algunas conclusiones sin pretender otra cosa que procurar la definición de concepto que es nuestro fin.

Sin que esto sea más que un ensayo, formularé las observaciones siguientes que he discutido extensamente con el doctor Pastore.

Las rocas de Finlandia descritas e ilustradas en tan notables y dominantes aspectos parecen ofrecer una particularidad mundial que podría considerarse reflejo de su arcaísmo y de relaciones geológicas excepcionalmente visibles.

La llamada "Regionale Durchschmelzung" parecería comprender un gran proceso ígneo con licuación parcial pero importante de las rocas invadidas, causada por acciones de fusión en desiguales grados de temperatura y complementada por disoluciones con amplia diferencia en el decrecimiento térmico.

La conjunta y compleja repartición de las muestras de alta y débil energía ígnea serían naturalmente compatibles con los procesos eruptivos fácilmente ascendentes y las aceleradas fluidificaciones e irradiaciones, rupturas, descargas y dispersiones

magnéticas que hace suponer la delgada envoltura cortical correspondiente a la primera, y también a la segunda era geológica.

El alcanor perforante e invasor en general de un proceso ígneo debió ser mayor y más fácil en las mencionadas condiciones, determinando diferencias de aspecto y relaciones de rocas en comparación con los procesos intrusivos poderosamente retenidos, divididos, prolongados y graduados radial y temporalmente al través de gruesos macizos orogénicos.

La actitud de defensa de Sederholm contra la escuela petrográfica de Rosenbusch y en parte también contra Brögger, por la no admisión de sus explicaciones sobre una general y material granitización, su disconformidad con Becke y con Grubemann y Niggli sobre el metamorfismo regional, y hasta con Holmquist y Högbom, al no admitir en el ultramorfismo, concebido por el primero de estos, la participación de secreciones autóctonas, móviles, en la formación de rocas inyectadas (sin mezcla eruptiva), aparecen más intemperantes que motivadas si los ambientes investigados son distintos. El mal de eso parece haber sido hacer discusiones sobre el metamorfismo regional, cuando en el mismo trabajo manifestó que en su región se trata de metamorfismo de contacto regional. Esta expresión que a todo lector puede parecer acertada para una vasta área tan general y completamente afectada por las acciones de mezcla de los granitos y por las aplitas y pegmatitas derivadas de ellos, significa otra cosa que el metamorfismo regional. El mismo ha manifestado aunque no muy firmemente que la región no es orogénica, y si bien que hace referencias generales de cuarcitas, micacitas y gneis, en los casos concretos, los esquistos invadidos o cortados por las emisiones ígneas son casi siempre las llamadas "leptitas" (más bien por su apariencia), las metabasitas o el calificado granito gnéisico a causa de los relictos de esquistos que contiene en tal abundancia que influyen por su textura. Habría que deducir que no hay allí gneis ni otras rocas verdadera-

mente metamórficas. Causa así mismo extrañeza que siendo así las cosas, haya insistido tanto en señalar que las diferencias de su campo de estudio comparado con las regiones alpinas están esencialmente en la magnitud e intensidad de la granitización, que explica por la antigüedad del proceso, y por la profunda denudación de su suelo, cuando lo primero y sustancialmente diferente sería que en su caso la parte de corteza atacada se compone de viejos sedimentos y vulcanitas prensadas y diagenizadas, y en los otros se trata de nacizos de rocas metamórficas.

Puede explicarse que la impresionante abundancia y diversidad de aspectos de los efectos de refusión, disolución y mezcla hayan llevado al geólogo finlandés a buscar palabras extraordinarias para denominar o calificar las cualidades más notables de sus esquistos impregnados y transformados por los agentes graníticos, diciendo por ejemplo, (1) "el log del granito ha sido capaz de penetrar íntimamente las viejas rocas y darles una nueva eruptividad pelingena". La misma causa le inspiró los nombres de anateris y de mignatita, y le hizo hablar de la "proteena" variedad de las rocas mignatíticas (pág. 135).

A esa condición cambiante se debe en parte la ambigüedad de sus descripciones; a causa de ella, y guiándose más bien por la sola significación etimológica, se originó una tendencia en la cual no pocos geólogos hicieron uso del término mignatita, emplea- do para rocas metamórficas que son de mezcla, es decir que por una participación ígnea fueron originariamente híbridas. De modo que tales mignatitas han sido consideradas como variedades de gneis.

La derivación es grande, aunque desprevénidamente no lo parece, y fue motivada en cierto grado por que el mismo Sederholm escribió (pág. 135 y 136, 1926) que a causa de la variación de

(1) On mignatitas (1926), pág. 134.

forma, es mejor emplear en lugar de gneis de inyección, gneis venoso, etc., los nombres de migmatita arterita y varios otros, por ver que ellos son más apropiados y también necesarios, en su terreno de esquistos no gneísicos, y de mezclas, que no son tampoco verdaderas rocas metamórficas.

Una relación que llega a implicar transgresión en el concepto de las rocas metamórficas puede verse en la segunda edición de The nomenclature of petrology, de Arthur Holmes (1928), que consigna (pág. 158) lo siguiente: Migmatite, Sederholm, 1907. A term applied to composite rocks, such as gneisses, produced by the injection of granitic magma between the foliae of a schistose formation Cf. Composite gneiss. Del mismo modo en la pág. 66 se lee: Composite gneiss. - Gneisses produced by the intimate association, with or without molecular intertexture, of two different materials, the one (generally a granitic magma) having been injected into the other (e.g., along the parting planes of a schist). G.A. Cole 1902.

Con tal libertad, no debe cansar extrañeza la apreciación de otros, que finalmente consideran también aplicable el nombre de migmatitas a los resultados de las mezclas y penetraciones en el gneis por el granito, sus aplitas, o pegmatitas, en las acciones ígneas post metamórficas, tan generales y comunmente fáciles de identificar.

Sin embargo en el trabajo titulado: Die Leichtflüchtigen Bestandteile des Magmas, Paul Niggli (1), procuró ya hacer una ordenación de las ideas, explicando las condiciones de formación de los procesos ígneos, en ambientes sucesivos cada vez de mayor temperatura y más internos, y allí llega a plantear la duda sobre la posibilidad de que se alcancen a ver regiones donde se han formado nuevos magmas de rocas preexistentes. Después de señalar las diferentes condiciones de las acciones ígneas, en las áreas generales de gneis y rocas cristalinas, dice, pág. 204: "De otra na-

(1) (1920) Leipzig.

turalidad son las condiciones reinantes en varias regiones precámbricas, especialmente en las del norte descritas por J. Sederholm que pertenecen a zonas de refusión. Los fenómenos de la inyección, granitización y asimilación están aún más marcados que en las áreas gnéisicas de la Europa Central, en parte paleozoicas jóvenes. Al juzgar los fenómenos hay que tener en cuenta sobre todo la posibilidad del polimetamorfismo, pero también hay que considerar que la actividad magnética en el arcaico debe haber sido más intensa que en tiempos más jóvenes".

Un segundo paso en el mismo sentido, que hay que atribuir principalmente a la colaboración de este investigador es la clasificación de los grados de acción magnética en el "Grundgebirge", metódicamente desarrollada en la obra: Die Gesteinsmetamorphose, I. Berlín (1924).

En el capítulo, "Die Metamorphose im Grundgebirge", considera cuidadosamente los procesos y aspectos que corresponden a lo que él llama "Heimat" de las rocas metamórficas, en los cuales adjudica una relativa participación de los fenómenos de inyección, así como a pequeñas mezclas y fusiones, y a continuación hace la siguiente apreciación, (pág. 363), que por razones de exactitud transcribo en el idioma original: "Neben solchen mehr lokalen Einschlammungserscheinungen besteht nach J. Sederholm an Finnlands Südwestküste, und bis weit hinein nach Südschweden, eine grossartige Einschlamm- und Injektionszone, die wegen ihrer enormen Ausdehnung nicht bloss einer einfachen Einschlammung durch ein Intrusionsgestein zugeschrieben werden kann. Vielmehr liegt es nahe anzunehmen, dass ungeheure Schollen älterer, präkambrischer Sedimente und Eruptivgesteine abgesunken seien bis in eine Tiefe, in welcher die Temperatur hoch genug war, um den ganzen Komplex zu erweichen. In jenen Tiefen (Tektosphäre) in Berührung gekommen mit ausgedehnten unterirdischen Magmaherden und von diesen weiter

injiziert, durchschmelzen und durchdrungen (Anatexis), konnten sich die verschiedenartigsten Gesteinsarten bilden, welche alle Typen von Mischgesteinsmetamorphose in wundervoller Mannigfaltigkeit nebeneinander zur Wahrnehmung bringen, bis zum höchsten Grade der Migmatitbildung".

Por el mismo tiempo O. H. Erdmannsdorffer, en su Grundlagen der Petrographie (1924), procedió en forma concordante con las citadas apreciaciones de Niggli, al clasificar las acciones pegmatíticas, y también las influencias magnéticas en las zonas del metamorfismo regional, apoyando las ideas de Holmquist en lo que se refiere a la existencia de secreciones móviles autóctonas en lugar de muchas supuestas exhalaciones de procedencia ígnea, pero reconociendo también la participación de estas últimas especialmente en la transición al ultrametamorfismo, con creciente aporte magnético material. Relacionadas con este ambiente extraídas de las descripciones de Sederholm las cualidades y modos de formación de las rocas migmatíticas.

En el año 1935 se publicó en el Geologische Rundschau un trabajo de C. E. Wegmann, titulado Zur Deutung der Migmatite. (1) Por pertenecer al tema y porque en su orientación ofrece interés teórico, resumo y traduzco lo esencial del mismo:

Wegmann comienza con la pregunta "¿Que se designa por migmatita? Dice que Sederholm creó este término para rocas de una zona de transición entre intrusivas y preexistentes, en la cual las rocas muestran con graduación diferente, cualidades y constituyentes de las dos.

Para Wegmann, la primera condición para una migmatita es, que los materiales constituyentes deben tener diferente origen y han de estar mezclados de tal modo que hay que considerarlos como una roca sola y no como la presencia de dos rocas vecinas.

(1) Bd. 26 H. 26 (1935) 305-350.

Elas constituyen grandes partes de las regiones de afloramiento de sistemas montañosos antiguos.

Expresa que no hay aún una sistemática precisa de los aspectos morfológicos. (Arterita, inyección "lit par lit", "Flaser y Augengneise", agmatita, etc.).

Agrega que una sistematización según la composición mineralógica de estas rocas es muy poco útil, ya que las mismas asociaciones de minerales también se encuentran en otras rocas. La constitución mineralógica de las migmatitas es la misma que la de los granitos, gneises y micacitas. Las diferencias están dadas por las texturas y estructuras variables.

Wegmann cree que la "Gefügekunde" (Sander 1930) ayudará mucho a resolver este problema.

El autor está de acuerdo con Sederholm en que las observaciones en el terreno son muy importantes, ya que a veces se reconocen allí estructuras de relictos (de sedimento, vulcanita, etc.). Así, él dice como ejemplo, si en una zona de rocas supercorticales, estratificadas o esquistosas, siguiendo la dirección, ellas se hacen con respecto a su textura y composición mineralógicas gneíscas y aparecen cada vez más materiales que faltan en la correspondiente roca primitiva, entonces podemos suponer que estos materiales han sido aportados; con esto tendríamos una roca de mezcla. El material inicial sería el sustrato, el nuevo, el aporte. El sustrato puede ser: un sedimento, pero también una vulcanita, o un esquisto cristalino originado de ésta, y aún una migmatita de una generación anterior. El intercambio de material puede ser tan íntimo que sólo se conserva como estructura de relicto la textura macroscópica.

El autor termina este capítulo diciendo: "Por lo tanto, las investigaciones de las migmatitas no deben limitarse al estudio de muestras o afloramientos individuales; sino que sólo se puede

llegar a resultados satisfactorios por la visión de conjunto de zonas mayores y la inclusión de todos sus elementos geométricos. El transporte de hallazgos de pequeñas observaciones locales al campo general debe conducir a equivocaciones".

"Las diversas opiniones de los autores se deben a los diferentes métodos empleados. Muchos investigadores detienen sus estudios en las observaciones de los detalles del pequeño campo y consideran la orientación y textura de éste como predominante en el campo mayor".

En el capítulo llamado "Yacimiento de las migmatitas" Wegmann dice, que cuando se puede comprobar el pasaje gradual de una roca no granitizada hasta un granito o un gneis, hay que distinguir dos cosas principales:

a) La zona migmatítica, en sentido estricto, es la zona marginal de un granito introducido como una masa fundida; en este estado ha actuado en la roca lateral y formándose así la roca de mezcla.

La zona es el resultado de la contigüidad de la masa fundida y rocas vecinas, es un episodio en la ubicación ("mise en place") y consolidación del granito.

b) La zona migmatítica es una zona de transición y su avance es como el avance de un frente, que va transformando los espacios recorridos. En los lugares, en los cuales encontramos el margen de la zona de transformación, el proceso se ha detenido debido a condiciones desfavorables. En esas zonas de transición, se pueden encontrar varias características estructurales nebulosas de las rocas primitivas. Si fueran plegadas, aún se reconoce la forma del plegamiento. Es natural, que estos restos sólo se mantienen, si la granitización tuvo lugar en reposo. Pero aún así, los caracteres e indicios se hacen cada vez más nebulosos, y desaparecen al disminuir los componentes oscuros. Sederholm ha designado a tales formas de transición como nebulitas.

Al hablar de movimientos de la migmatita, Wegmann distingue:

a) Los movimientos de los materiales aportados y de los quitados.

b) Los movimientos del sustrato y de los materiales en él depositados.

Cuando se refiere al primer caso, dice que actualmente son consideradas como medio de transporte las soluciones llamadas neumatolíticas o hidrotermales. Aconseja no usar como sinónimos los términos: inyección, fusión, migmatitización y granitización (aunque él no logra al fin un uso distinto entre los dos últimos términos).

Señala en ellos, las siguientes diferencias:

a) Inyección: introducción de fusiones en fracturas, hendiduras y grietas abiertas a su pasaje; pasando a

b) Inyección: penetración de soluciones, que son calificadas neumatolíticas o hidrotermales (aprovechando o no la presencia de fisuras preexistentes).

c) Fusión: la roca vecina es transformada en una masa fundida, sin estructuras, y vuelve a cristalizar de esta.

d) Migración de la materia: también designada como metasomatosis, impregnación o imbibición.

Hás adelante dice que las migmatitas han sido consideradas por muchos autores ligeramente como rocas inyectadas, sin que se hubiera tratado de demostrar que el aporte se haya realizado efectivamente por el camino de la inyección.

La inyección es una de las formas de la migmatitización, pero no las más importantes.

Ya Goldschmidt (1920) previene de considerar los esquistos feldespaticizados como resultado de una "inyección."

Lo mismo acontece si se consideran las migmatitas y rocas granitizadas como zonas de fusión, productos de fusión, etc. sin

dar los fundamentos por los cuales hay que suponer que el material ha sido fundido.

Al considerar la migración o transporte del material el supone que el material aportado no sería llevado en masa a través de la roca, sino en forma atómica o molecular. Las transformaciones que se producen al reaccionar este material con material del substrato y depositarse se designan en general como metasomatosis. Aun actualmente este proceso para muchos autores es considerado con poco interés; especialmente en los círculos geológicos se lo considera como un aspecto secundario, solo interesante para el petrógrafo.

La prueba más clara de un aporte de material está dada por el enriquecimiento en feldespatos. Wegmann dice, que las personas familiarizadas con las regiones migmatíticas se acordarán que generalmente el enriquecimiento de feldespato se extiende como manchas oleosas en la roca. No son visibles los canales por los cuales podría haber tenido lugar el aporte. Pero frecuentemente es visible la estructura originaria de la roca, empolvada con feldespato,

Mientras los nuevos minerales se van imponiendo, los anteriores van desapareciendo. El aspecto de la roca primitiva está mantenido por los minerales oscuros, pues estos conservan en cierto modo sus lugares geométricos. Pero si son micas, no conservan su orientación, sino que están colocadas en todas las direcciones.

Toda transformación con estructura conservada del substrato debe tener lugar en reposo, es decir el armazón geométrico de la roca no debe ser deformado. Después de esto, Wegmann hace la siguiente apreciación: si desaparece el dibujo primitivo, entonces según la nomenclatura petrográfica común estamos frente a un "granito"(1)

Siempre hay que distinguir entre el pasaje de la materia y su fijación en el substrato. Pueden circular materias por una roca huésped (2), sin haber tenido ocasión de fijarse en ella; para

(1) A mi entender la palabra granito no puede ser usada con tanta liberalidad.

(2) Huésped = que ha dado alojamiento.-

que esto suceda el material aportado debe reaccionar con los constituyentes de la roca huésped. Es decir, que la roca huésped ya no está en equilibrio con el material aportado. Las explicaciones en general son muy vagas, dice, sobre todo en cuanto al modo como se produce dicha migración o transporte.

Wegmann ensaya una hipótesis auxiliar de la migración o transporte de los materiales, que según él podría tener también aplicaciones en otras investigaciones físico-químicas.

(La hipótesis dada aquí por Wegmann es interesante y ha sido en cierto grado ratificada en un trabajo posterior de Seng, del cual se hablará más adelante. Me pareció interesante hacer un breve extracto de ésta, sin examinarla o estudiarla más a fondo).

Las rocas cristalinas están formadas por minerales iguales o distintos diferentemente orientados. Los átomos de las últimas capas de los retículos cristalinos no están estabilizados del mismo modo como en el interior del cristal. Donde están en contacto diferentes zonas exteriores de tales retículos se forma como una capa muy fina, una especie de "film" en la cual dominan propiedades más lábiles. Los átomos no están ligados del mismo modo en ambos lados y con una temperatura algo superior se pueden mover fácilmente. De este modo, en esa capa delgada o película, entre los dos retículos cristalinos, se puede formar un estado desordenado que es parecido al líquido o gaseoso. Pero que debido a su tan escaso espesor, posee propiedades propias. Al aumentar la movilidad de los átomos se puede producir en dichos "film" limitrefes, reacciones.

Por lo tanto, una roca está atravesada por una red de tales films, llamado "intergranularfilm". En rocas de grano fino el espacio ocupado es mayor que en rocas de grano grueso. El carácter del intergranularfilm depende de los minerales limitantes.

Al aumentar la temperatura pueden entrar cada vez más minerales en él y poco a poco puede transformarse en una solución fundida.

En el intergranularfilm pueden transitar los materiales aportados, con capacidad de reaccionar en ciertas superficies límites con el sustrato; pero también pueden formar nuevas combinaciones con los materiales situados en los dos lados. De este modo, el film puede crecer cada vez más dentro de su vecino, y por lo tanto el nuevo cristal crece, pudiendo desaparecer componentes anteriores, los restos inservibles son incluidos. Los minerales formados en el film poseen su forma propia, la llevan a través de la textura hacia el exterior y se transforman así en porfiroblastos.

Si el mineral se forma con material de la roca huesped y material aportado, la transformación continúa, cuando llega aporte nuevo, hasta que desaparezca todo el material del huesped. Después, el aporte que sigue viniendo circulará hacia otros lugares; generalmente donde tienen lugar la mayoría de las transformaciones, se forma una especie de frente.

Cuando los materiales transformables de la roca huesped han sido utilizados, el frente avanza, siempre que las condiciones de temperatura lo permitan. La relación entre aporte y enfriamiento determina el límite de la granitización. En aquellos lugares, donde el frente se ha detenido cierto tiempo se formará un contacto nítido, si oscila de aquí para allá se formará una zona de transición, contacto nebuloso.

En las últimas páginas el autor del trabajo que he resumido se refiere a los movimientos del sustrato durante la transformación migmatítica, que divide en inestables y permanentes y estudia sus relaciones con el "Oberbau" y "Unterbau" (que serían las porciones superior y profunda de un mismo macizo de plegamiento, división que es otra cosa que el basamento cristalino y su cubierta; no obstante Wegmann señala también la posibilidad de que el frente de transformación invada a una vieja cubierta de sedimentos con lo cual ella pasaría a formar parte del "Oberbau"), y al mismo tiempo ensa-

ya la ilustración de las expresadas relaciones mediante gráficos esquemáticos.

También trata de explicar la existencia en el proceso migmatítico de fases de avance, de optimos y de retroceso de la granitización que originaría en cada caso distintas rocas de mezcla.

Dejo para luego una breve consideración de este trabajo, a fin de referirme conjuntamente a otro similar de H. Seng, aparecido también en el Geologische Rundschau (1) al año siguiente.

H. Seng, en dicho artículo titulado Die Migmatitfrage und der Mechanismus parakristalliner Prägung, que resumiré en breves términos, manifiesta en la introducción que ha llegado, partiendo de un camino completamente distinto, a la misma hipótesis que Wegmann, con respecto a la migración de la materia. El también cree que en una zona donde se perturban mutuamente los átomos de los retículos colindantes y a los cuales se agregan partículas extrañas es una zona de movimiento molecular aumentado y por lo tanto también de migración de la materia. Pero previene que estos son asuntos propios del que se dedica al estudio de la teoría molecular y es muy difícil por no decir imposible que petrográficamente lleguen a decidirse tales particularidades. Encara también el "Principio de Riecke" que alcanzó importancia petrográfica con Hügge (1911) y Becks (1915) quienes trataron de explicar con él la esquistosidad de las rocas cristalinas. Seng procura indicar el valor general de dicho principio y señalar algunas dificultades que surgen para su aplicación.

En el capítulo principal I Consecuencias geológicas de la migración de la materia, Seng se refiere a las dificultades que hubo para diferenciar ortogneises de granitos, hasta que no se descubrió la fundamental importancia del transporte material, y que el "problema del gneis" como él lo llama, radica no solamente en la definición poco exacta del término; sino también en la escasa

(1) Bd. 27, H. 6 (1936), 471-492.

CONCLUSIÓN

estimación de los indicios característicos para hablar de gneis.

Más adelante, con referencia a las consecuencias neotónicas producidas en los retículos cristalinos de los granos, expresa que las perturbaciones que en un ulterior transcurso llegan a ser deformaciones permanentes de las redes y las recristalizaciones que dan lugar a nuevos retículos no perturbados, pueden hallarse en una misma masa unas al lado de otras.

De la relación temporal de estos dos procesos, distingue una "Verkristalline Prägung", es decir una grabación de caracteres pre-cristalinos, y una postoristalina, así como también una remoción paracristalina (cristalización sintectónica).

En otro párrafo hace presente que es seguro que a cualquier profundidad se producen otros procesos plásticos además de los que participan del principio de Riecke, por ejemplo traslaciones y de granos, perturbaciones reticulares, etc., y que necesariamente la zona migmatítica es la zona paracristalina. Las transferencias químicas son solamente una expresión distinta del mismo transporte material, el que en base al principio de Riecke conduce al comportamiento plástico-pseudofluidal de la masa.

Al hablar de la "migración de la materia y hábito pseudofluidal" Seng no quiere volver a mencionar los resultados de las observaciones de Sederholm, Goldschmidt y Wegmann sobre aquellas rocas de profundidad que por su aspecto fluidal y distribución diferenciada ("sohlierige Verteilung") fueron las primeras en comunicar la idea de un proceso de mezcla; sino poner en claro, puntos de vista que en el estudio más bien químico no han sido suficientemente considerados y que son capaces de modificar radicalmente nuestros conceptos. Es según dice la migración material la que enseña hasta donde y porqué el estado de las rocas se acerca al de una corriente ígnea.

La ausencia completa de manchas alternadas ("Sohlierenweise") de un mineral o también de granos caracterizados solo por el tama-

no y hábito, indican procesos paracristalinos, si bien también en las estructuras de consolidación aparecen inhomogeneidades y acumulaciones, pero éstas se deben más a oscilaciones en las proporciones de las cantidades de las especies minerales, que a ausencias locales completas de determinados componentes o grupos enteros de estos. Según Seng, actualmente no es posible hacer más destacadas las características distintivas entre rocas plutónicas y gnéisicas y en el "Granulit Gebirge" de Sajonia existen afloramientos, sobre cuya naturaleza "granítica o gnéisica" él no se atreve a definir.

En las páginas siguientes Seng procura aplicar estas distinciones tan poco explicadas a los núcleos variscos.

El segundo capítulo principal de este trabajo está dedicado a consideraciones tectónico-petrográficas, basadas en sus observaciones en el ya citado "Granulit Gebirge", región que tantas controversias ha originado entre los distintos autores sin que aún se haya llegado a una solución unánimemente aceptada, como lo ha puesto de manifiesto O. H. Erdmannsörffer, en un artículo del que luego nos ocuparemos (1).

Con relación a nuestros propósitos estos dos estudios de carácter teórico son de poca utilidad. Wegmann que estuvo en Finlandia y que estudió en el terreno bajo la guía de Sederholm, sienta una definición de migmatita algo más particularizada, en el sentido de que su zona de formación es una transición entre las rocas intrusivas y las preexistentes (sedimentos, vulcanitas, etc.), lo cual expresado de esta manera más significativa está mejor en concordancia con el concepto fundamental de Sederholm. Pero a nuestro parecer ha extendido demasiado el radio de acción de la migración de la materia en estado atómico o molecular.

(1) Según lo manifiesta Friedrich Rinne, en la última edición de su tratado Gesteinskunde (XII Aufl.), las granulitas de Sajonia deben ser consideradas como facies del granito estructuralmente modificado por el metaformismo regional, debiendo incluirse entre los esquistos cristalinos.-

El aporte eruptivo y el intercambio mineral deben ocurrir alrededor de las rocas magnéticas en mayor grado por el vehículo de fusiones, licuaciones y movimientos en masa, con gran destrucción de las redes cristalinas. Si se puede hablar, aunque sea más subjetiva que realmente de transiciones entre la plutonita y las rocas preexistentes, habrá que convenir que han de ser los transportes y difusiones fáciles mucho más que las mudanzas moleculares los que pudieron hacer que los materiales mezclados se hallen de tal modo que hay que considerarlos, dice, como una roca sola y no como la presencia de dos rocas vecinas, por más que comúnmente se conserven muchos visibles relietos minerales y texturales.

En cambio su aplicación del enunciado transporte atómico y molecular ("film intergranular") corresponde sin duda mucho más al ambiente del metamorfismo regional, como un factor de la larga transformación, el cual, de ser válido, tendrá que ser homologado a las nociones sobre los procesos de formación de las rocas metamórficas.

Refiriéndonos ahora al trabajo de Seng, como se puede ver por lo que he resumido, encara algunos aspectos más físicos del problema de las migmatitas, las cuales parece entender como Wegmann. También entra en consideraciones propias del metamorfismo regional, como ser la diferenciación entre orto-gneis y granitos.

En el tomo 20 de Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie (1936), O.H. Erdmannsdorff, vuelve a publicar sobre el asunto el artículo titulado Neuere Arbeiten über Metamorphismus und seine Grenzgebiete. Pasa revista a los trabajos recientes; en la pág. 157 y siguientes refiere y aprecia las conclusiones de varios autores sobre palingenesis, anatexis y migmatitas. Acepta las ideas de Wegmann expresadas en el trabajo anteriormente citado, y basándose principalmente en los resultados de estudios petrográficos y geológicos dados a conocer de Finlandia y Canadá, distingue hacia

abajo, con respecto a la intrusión y anatexis las siguientes zonas:

1. Zona sin intrusiones plutónicas y pegmatíticas, en cambio con depósitos hidrotermales.
2. Zona de las intrusiones, inyecciones y del metasomatismo potásico, que aumenta con la profundidad en número y magnitud. Rocas de composición más o menos granítica pueden ser granitizadas. Migmatitas predominantemente arteríticas por material procedente de profundidades mayores. Todavía poca disolución parcial.
3. Zona de la anatexis diferencial (en la cual se producen migmatitas arteríticas y veníticas).

Agrega luego: "una prueba de que granitos se hayan fundido completamente y convertidos en palíngenos no se ha obtenido aún".

En 1897 Niggli publicó Das Magma und seine Produkte I. Teil. Physikalisch - Chemische Grundlagen, que constituye una segunda redacción ampliada de Die Leichtflüchtigen Bestandteile des Magmas. En la introducción de la obra comienza con la definición de magma, la cual transcribe en alemán, a fin de no causar en ella ninguna alteración:

"Gesteinsmagmen nennen wir eine dem Erdinnern angehörende, oder von dort stammende gluthelasse molekulare Lösung, von grösseren räumlichen Zusammenhang und von geologischer Selbstständigkeit. Magmatische Lösungen, Gase und Dämpfe die zur Bildung akzessorische Minerallagerstätten Veranlassung geben, stehen mit diesen Gesteinsmagmen in Verbindung".

A continuación ha escrito explicaciones que traduzco en su mayor parte porque se refieren a las cuestiones de que nos ocupamos:

"Esta definición de magma, con excepción de algunos casos limítrofes, es factible de una sola interpretación. En su contenido es exactamente igual, a la que se ha dado en la primera edi-

ción de este libro, donde además decía: "Die Bedingung eines grösseren räumlichen Zusammenhanges und einer geologischen Selbstständigkeit ergibt sich aus der geschichtlichen Entwicklung des Begriffs Magma" Lösungen treten in Erdinnern in mannigfacher Art und Weise auf. Bei jeder Metamorphose spielen sie eine Rolle; nur unter ganz besonderen, nämlich den bereits magmatischen Bedingungen der Anatexis (Umschmelzung) kommt ihnen aber eine geologische Selbstständigkeit zu, da die Gesteine bei der gewöhnlichen Metamorphose in ihrer Totalität in keinem Moment flüssig sind, und der momentane Lösungsumsatz relativ klein ist".

Si se compara esta definición, con el concepto de metamorfismo de las rocas dado por Grubenmann-Niggli, (Die Gesteinsmetamorphose I. Berlín 1924): "El metamorfismo de las rocas abarca la suma de los procesos, que tienen lugar fuera de la zona de alteración y sin la acción de los agentes meteoricos, cuya consecuencia es una intensa transformación de las rocas existentes, sin que en ningún momento, durante la transformación, el conjunto de la masa total de la roca se encuentre en estado de solución", entonces no se entiende la confusión y disputa por la que atraviesa actualmente la literatura petrográfica-geológica. Ella es debida al concepto de migmatita introducido por J. Sederholm, el gran observador, quien escribió (1926) "The present writer thinks it necessary to use a designation for these hybrid rocks, which really characterizes their appearance and origin. They look like mixed rocks, and they originated by the mixture of older rocks and a later erupted granitic magma, and therefore the name migmatite is the most appropriate".

Según el texto, son incluidos gneises inyectados, brechas eruptivas, es decir "magmatische Schollengesteine", granitos más o menos fundidos. Sederholm, visiblemente, quiso limitar este concepto a rocas, que dejan reconocer claramente su carácter heterogeneo, la yuxtaposición de relictos y formaciones nuevas por soluciones aportadas o capaces de migrar ("They look like mixed

rocks"). En este sentido, el concepto es mucho menos extenso, que el de "rocas metamórficas de mescla" utilizado desde afines por las comisiones geológicas y geotécnicas suizas, que abarca también ^{cuales las} aquellas rocas metamórficas con aporte material en las sustancias extrañas embebidas, procedentes no siempre de magmas graníticos, a veces solo se pueden reconocer mediante el análisis. Desde Sederholm, el concepto de migmatita en sí, ha sido utilizado tan confusa y diversamente que hasta se puede oponer al ~~magma~~ un ~~magma~~ y con frecuencia se oree decir algo nuevo, utilizando palabras como migmatitas, migmatitización, etc. Por esto, para su aclaración, es necesario agregar algunas observaciones ya en este tomo, que en realidad corresponden recién a la parte principal del segundo tomo.

El postulado principal de la teoría de Grubenmann sobre el origen de los esquistos cristalinos, fue, que las fases fluidas y gaseosas tienen una participación esencial en el conjunto total del metamorfismo de las rocas. Ya en la edición nueva de Grubenmann-Niggli se hace ver que en las transformaciones en el "Deck y Grundgebirge" aparecen importantes diferencias cuantitativas, después de haberse dado en la primera edición del libro "Die Leichtflüchtigen Bestandteile des Magmas" una descripción resumida de los procesos de transformación bajo la intensa participación de fases moleculares dispersas más o menos independientes. En cada metamorfismo se originan y migran soluciones. Ellas se pueden formar más o menos en ese mismo lugar, adonde también llegan sus productos de cristalización, o pueden haber migrado desde el exterior, especialmente de la profundidad. En el último caso, tiene lugar un metamorfismo con aporte material. Que estas soluciones sean de naturaleza acuosa, pneumatolítica, hasta fundida líquida, depende de la temperatura y profundidad de formación. Carece de

sentido, designar todas las rocas que por la participación de soluciones o vapores han sufrido recristalizaciones como migmatitas. Este concepto se haría prácticamente idéntico con el de rocas metamórficas. Apenas es posible que pueda existir un frente migmatítico, que asciende desde la profundidad, en el sentido de una zona, arriba de la cual durante la transformación de las rocas, no se forman soluciones o son aportadas desde abajo. En los gneises alpinos epizonales, granitos aplastados y esquistos, etc., se encuentran minerales de fisuras que han cristalizado de soluciones parcialmente migratorias de la última fase de la formación del plegamiento. Se conocen todas las transiciones hasta la zona de inyección de las pegmatitas. Habría que llamar entonces al "Buendner-schiefer" en el cual aparecen algunas drusas de cristales y algunas venas de cuarzo y calcita una migmatita? ¿Qué razones hay para creer que una leptita está especialmente caracterizada por la calificación de "migmatitizada" cuando se ha podido determinar que algunas pueden sufrir un aporte hasta de 20 % de alcalis con alúmina en grandes intervalos de tiempo? La teoría del metamorfismo de las rocas, conoce conceptos muy exactos, como por ejemplo, neumatolisis alcalina, aporte alcalino hidrotermal, metasomatosis, imbibición, inyección, infiltración, refusión, etc. Estos, que están ligados a representaciones claras deben ser utilizados y no un concepto como el de migmatita que es usado en forma tan vaga, que en el se suma todo, desde la refusión completa hasta la influencia material débil por soluciones y vapores formados en diversos modos. Si una solución originada o migrada durante el transcurso de la formación de un plegamiento en el interior de la tierra puede ser designada como magma en sí, es completamente claro. Ella debe ser de conexión espacial grande y geológicamente independiente (especialmente capacidad de intrusión, etc.). Solamente soluciones que están en íntima conexión con tales magmas, pero de volumen algo menor, con independencia geológica, pueden llamarse soluciones magmáticas co-

rrespondientes a ese magma. Soluciones sin esta relación genética, es decir aquellas que aparecen en cualquier metamorfismo en el "Deckgebirge" pueden a pesar de todo contener algunos materiales exhalados por el magma, pero ser sin embargo solamente estados momentáneos locales.

Una roca puede ser designada siempre como metamórfica normal, si la composición mineralógica y textura se ha originado por la composición mineralógica y textura de otra roca y de soluciones y vapores de ese mismo lugar, o que han migrado a él, sin que en ningún momento de la transformación la masa principal o una parte muy grande haya estado líquida (fase molecular dispersa). Por lo tanto, en el lugar de transformación debe haber dominado siempre el estado sólido cristalino. Con este, es muy probable que después del metamorfismo no quedará nada de la relación original, que todo se haya pasado a la nueva forma por el camino de la dispersión molecular, pero no todo de una vez, sino siempre en masas disueltas subordinadas".

A continuación Niggli, para hacer más comprensible lo dicho anteriormente, compara el magma, sus soluciones y vapores con la fusión y congelación de los hielos y nieve de los glaciares, lagos, etc., luego sigue diciendo:

"Sin embargo, puede haber casos, donde a veces dentro de un espacio, alrededor de la mitad estuvo en estado de fusión y la otra quedó en relictos sólidos. Si la nueva cristalización se produce sin separación o fraccionamiento puede hablarse de un ultramorfismo o de una refusión incompleta. Y tal vez sería provechoso limitar el concepto de migma y migmatita a estos casos; ellos conducen del metamorfismo común a la formación de magmas. Pero de centenares de migmatitas actualmente descriptas ni cinco se habrán formado así, los relictos de estructura y textura y las nuevas texturas muestran que durante la transformación conjunta

raras veces estuvieron simultáneamente en solución, más que algunas unidades por oíente.

Por lo tanto, la inseguridad en la limitación del concepto de magna en sí no es mayor que la del concepto de roca, donde también hay que considerar la independencia geológica y espacios mayores.

El autor concluye con el siguiente resumen:

"En el interior de la tierra se originan nuevas formaciones de minerales, primeramente de los muy predominantes magnas líquidos y de sus soluciones y vapores, y segundo, por medio del metamorfismo de las rocas, en el cual en todo momento domina la parte sólida. Si se quiere evitar en casos extremos una discusión al clasificar a una determinada formación rocosa, se puede usar el término mignatita. Pero entonces el concepto debe ser realmente restringido a este, y no extendido a casos de aportes pneumatolíticos lentos o a una simple inyección. Si se acepta esta limitación, entonces el que habla de rocas mignatíticas, debe hacer ver que se trata de transformaciones, en las cuales en cierto momento, en ese mismo lugar, alrededor de la mitad o más estuvo líquida. Es natural que este momento aparece también en la consolidación migmática verdadera, pero como una consecuencia de la cristalización. Por lo tanto, al mismo tiempo debe comprobarse de que lo ya sólido, era de naturaleza relicta y no una cristalización prematura de la misma corriente ígnea".

Un autor que excluye decididamente las mignatitas de las rocas metamórficas es Alfred Harker, cuya alta autoridad es indiscutible también en esta sección de la Petrografía. En su libro Metamorphism (1939), la palabra mignatita no figura en el índice alfabético, ni tampoco se encuentra mención en el texto, lo mismo

ocurre con otros términos afines como ser, anatexis palíngenesis, etc. En esta obra desarrollada en forma extensa y ordenada, en el capítulo XVIII "Plutonic intrusion in relation with regional metamorphism" trata los temas: "Intrusion under orogenetic stress - Composite and hybrid gneisses and injection gneisses" y explica con los recursos de las investigaciones petrográficas y los reconocimientos de las relaciones geológicas el posible proceso de formación del ortogneis, haciendo lo mismo en el segundo subtitulo con las variedades de gneis visiblemente compuesto y las de aspecto híbrido hasta confuso que pudieron ser en origen un viejo material ígneo penetrado después por otro, o esquistos sedimentarios con mesclas o intercalaciones graníticas, y que en tales relaciones primarias sufrieron los efectos transformadores del metamorfismo regional. No hace tampoco ninguna referencia ni comparación con las rocas esquistosas y mesclas con granitos de la región de Finlandia; con lo explicado anteriormente no será necesario tratar de las causas de este deliberado proceder.

Por otra parte, Hans Cloos, en su texto, Einführung in die Geologie (1936) vincula en múltiples referencias las migmatitas con las rocas plutónicas, y luego junto con A. Rittmann, en su intercambio de ideas, titulado Zur Verteilung der Plutone (1), piensa en el origen de las grandes masas graníticas por migmatitización hasta palíngenesis. Después de un ensayo de explicación y clasificación de las plutonitas y su relación con las vulcanitas dan un quadre esquemático de los fundamentos de la petrogenesis, en el cual se encuentran las migmatitas por debajo de la catasoma, ligadas con el llamado migma, que sería magma palíngénico.

Durante la revisión bibliográfica, he hallado el artículo de Frank Grout, aparecido en el Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 52 (1941), que se titula Formation of igneous looking rocks by metasomatism: a critical review and suggested research. La relación que tiene

(1) Geol. Rund. H. 50 (1939) 600-608.

este título con la conveniencia frecuentemente señalada de hacer notar la impropiedad con que a veces se utiliza la palabra granito, me indujo a leerlo, y encontré que tiene una serie de observaciones, cuya consideración no me pareció superflua, dado que entre los procesos magmáticos algunos están ligados con las migmatitas.

Presentando un brevísimo resumen, diré que se trata de un trabajo crítico sobre el tema de las rocas de orígenes diversos, frecuentemente dudosos, con intervención intensa y directa o indirecta de rocas magmáticas, llamadas por el autor "rocas con aspecto de ígneas".

Ante todo se refiere a las enormes dificultades que hay, para decidir el origen de tales rocas con aspecto ígneo; esas dificultades podrían resumirse:

1) La complejidad de la acción ígnea y del metamorfismo, incluyendo muchas particularidades mineralógicas o texturales aún no claramente comprendidas.

2) Los términos usados para describir tales procesos y las rocas resultantes no están bien sistematizados o bien definidos.

3) Las evidencias del origen metamórfico de una roca de aspecto ígneo no pueden ser ordinariamente claras, porque el proceso generalmente ocurre a grandes profundidades y los resultados pueden ser modificados por otros procesos antes que la denudación deje estas rocas a la luz del día.

Dificultades que, según el autor están aumentadas por el abuso y mal uso de los términos y definiciones. Así dice que se encuentran numerosos ejemplos, y cita algunos en los cuales migmatitas y gneises de inyección "lit par lit" son designados como granitos (1).

Al considerar la necesaria definición de los términos indi-

(1) Observa por ejemplo que Wegmann llama granitos a las evidentes migmatitas.

ca que es conveniente hacer una primera distinción entre rocas formadas directamente del magma y las que solo son productos de las soluciones de origen magnético. Reconoce sin embargo, las imposibilidades que se presentan a veces para limitar tal origen. Así por ejemplo las rocas que más dudas ofrecen a este respecto son las pegmatitas. Según Grout, el indicador más común para que el fluido deje de ser magnético y pase a la fase acuo-ígneas sería la clorita; con ella son comunes la sericita, serpentina, etc.

Un problema relacionado con esto, es el que se refiere a la naturaleza de la inyección "lit par lit". Expresa que una lectura cuidadosa de los trabajos de Sederholm indica que él considera un gneis con inyección "lit par lit" como una roca resultante de la mezcla de esquisto y magma, sin incluir la mezcla entre un esquisto y las emanaciones procedentes del magma. Las emanaciones producen más bien un esquisto venoso, que un gneis-granito en bandas. Dice que varios autores, recientemente han atribuido los gneises inyectados a las emanaciones más bien que a inyecciones magnéticas, y probablemente el término migmatita debe ser restringido a rocas, un componente de las cuales fué un magma, no una emanación. Admite la dificultad para distinguir entre efectos magnéticos y los producidos por sus emanaciones.

Luego, Grout, se refiere a la definición de los términos asimilación, metasomatismo, reemplazo, granitización.

Hablando de estos dice: Asimilación magnética es una expresión que usualmente corresponde a disoluciones de las rocas que forman las paredes o de fragmentos de ellas en el magma. El resultado es un magma contaminado. Estos términos han sido usados por uno o dos autores, justamente en sentido opuesto - el de la asimilación del magma o de sus emanaciones por las rocas de las paredes, es decir la contaminación de las rocas por el magma.

La asimilación de las rocas por el magma es un proceso muy modificado por la profundidad en la cual tiene lugar. A grandes profundidades pasa a un proceso de generación de magma. Para la mayoría de los petrolólogos este proceso parece ser tan diferente de la asimilación por magmas cerca de la superficie que sería recomendable de que el término asimilación fuera evitado para generación de magmas a grandes profundidades.

Expresa que la prueba de que la asimilación y contaminación han tenido lugar, y su distinción de la diferenciación no es fácil, pues requiere cuidadosos estudios de campaña y de laboratorio.

En una definición de los términos consigna lo siguiente:

Metasonatismo: según lo ha definido Lindgren: "es un proceso molecular esencialmente simultáneo de disolución y deposición, por el cual en presencia de la fase fluida un mineral es cambiado por otro de diferente composición química".

Reemplazo: término usado comúnmente en el sentido técnico para significar metasonatismo, pero como también es usado en sentido popular para otros procesos, siempre es necesario decir reemplazo metasomático, o simplemente metasonatismo.

Ultrametamorfismo: es un término considerado por varios escritores de este tema como conveniente. Sederholm (1926) lo refiere similarmente a ultrametasonatismo. Grout observa que si el metamorfismo alcanza el grado de fusión, debe considerarse que tiene lugar "formación de magma", y la roca producida no es más metamórfica, sino ígnea. La dificultad está en el hecho de que la fusión es un proceso gradual y progresivo en la mayoría de las rocas y si una roca está parcialmente fundida, puede retener suficiente carácter mineral o textura original para ser considerada metamórfica. No parece haberse calculado porcentajes de fusión de rocas altamente metamórficas y parece casi imposible basar una distinción de nomenclatura en la proporción de roca ^{fundida}. El término ultrametamorfismo

probablemente debe ser casi siempre equivalente a reomorfismo, en el cual olara evidencia de una roca original, ya sea mineral o textural, está acompañada por la evidencia de una circulación líquida.

Granitización: término muy usado en las discusiones sobre rocas con aspecto de origen ígneo. En numerosos trabajos recientes, la palabra granitización ha sido prácticamente arruinada por mal uso. Según Grout esto es serio, pues el lector casual entiende mal el término granitización, pensando que alguna otra roca se ha transformado en granito por el metamorfismo. Esto está lejos del significado en que muchos han usado el término.

En este tema, Grout señala la dificultad enorme que existe para definir tal concepto. Así, dice analizando los trabajos de Sederholm se ve que él incluye bajo este título numerosos procesos diferentes. (Entre los cuales ya Mac Gregor y Wilson han reconocido nueve). Pero de cualquier modo, el término, como ha sido usado por Sederholm, parece abarcar una extensa variedad de procesos y resultados, que en su casi totalidad están relacionados en cierto modo con un magma granítico o con alguna roca que recibió materiales de naturaleza tal que la hace más parecida a un granito que lo que era antes.

Luego Grout, señala otros ejemplos y casos de acepciones del término.

Por los inconvenientes indicados sugiere, que los geólogos tomen una de las dos siguientes posiciones:

- 1) Abandonar el término y evitar su uso, ya que hay numerosos otros que definen estos efectos más específicamente.
- 2) Si se está seguro de que puede ser usado este término, dar una definición lo suficientemente estricta para que sea inteligible.

El mismo sugiere la siguiente: "granitización incluye un grupo de procesos, por los cuales una roca sólida (sin suficiente flujo

des como para ser líquida o reomórfica) se hace más parecida a un granito que lo que era antes, mineralógicamente o en textura y estructura o en ambos (Grout desea la discusión de tal definición).

En los siguientes capítulos, el autor da esquemas de criterios para aceptar la existencia de un reemplazo metasomático, y la aplicación de tales criterios por medio de ejemplos reales; a continuación cita numerosos trabajos en los cuales se mencionan ejemplos, definiciones, evidencias y mal empleo de términos, etc. Para concluir diciendo entre otras cosas: "La presente sugerición es, que si cualquiera que piensa que tiene una gran masa de rocas con aspecto de ígneas formadas por reemplazo no debe contentarse con la observación breve y superficial, sino recurrir a todas las evidencias estructurales, químicas, petrográficas, metamórficas, geomorfológicas, etc, de manera que ninguna de éstas pueda contradecir tal origen, y agrega finalmente "Numerosos de los trabajos citados dan al lector la impresión de que sus autores pueden tener buenos ejemplos de grandes masas de rocas con aspecto de ígneas formadas por metasomatismo, pero la presentación de sus evidencias no es convincente. Trabajos de laboratorio y campaña deben ser muy completos, y el informe debe ser hecho con exactitud y lógica, examinando las evidencias, más que eligiendo los puntos que favorecen una interpretación e ignorando otros".

Grout, en una tendencia en cierto modo concordante con la de Niggli, es desde muchos años, uno de los pocos autores que ha procurado ordenar y precisar conceptos fundándose en el criterio original y en consideraciones de los motivos que hacen necesarios el uso de los términos, ajustado a la norma de no incurrir en faltas de claridad; llega de esta manera, como se puede ver, a proponer también alguna definición nueva.

Terminada esta revisión y estudio especial, realizado sobre todo para saber si en la interpretación y clasificación de las rocas metamórficas que forman parte de mi trabajo era necesario modificar o corregir el criterio seguido en el plan de su desarrollo me corresponde formular las siguientes breves conclusiones, de acuerdo a las cuales he confirmado y ajustado mi opinión final:

El concepto originario de las migmatitas, desarrollado alrededor de la idea fundamental de su posición geológica, que Sederholm acentúa una vez más al finalizar el último de sus referidos trabajos (1) (1926, pág. 139), tan ligado a condiciones que son propias del dominio magnético, en el cual las masas plutónicas profundamente ascendientes durante su consolidación causaron efectos geológicos carcomedores en su envoltura esquistosa, produciendo vastas aureolas de rocas de mezcla, parte de las cuales son los denominados más o menos abusivamente granitos palingénicos, hace pensar que el término migmatita merezca ser reservado para resultados de procesos comprendidos en dichos ambientes, homologable al del llamado ultrametamorfismo.

Por lo visto, no hay otra región de la tierra, de la cual se hayan descrito formaciones migmatíticas realmente comparables con las de Finlandia.

En consecuencia, las migmatitas deben corresponder a una categoría especial y diferente de las rocas metamórficas, vinculadas a las masas de rocas ígneas como una acción directa de ellas.

(1) "The circumstance that gives most interest to these studies is that we are able here to follow processes which have taken place at very great depths, greater than that in which most other eruptive rocks have solidified, or rock masses have been metamorphosed. Terms such as ultra-metamorphism, ultra-metasomatism, etc., already indicate that we have here to do with phenomena belonging in a certain way to an ultra-petrology".

La tendencia general en los tratados sobre las rocas metamórficas ha sido más bien de considerar las migmatitas en las fronteras del metamorfismo regional, como una transición local y material con los cuerpos plutónicos en consolidación.

Esta tendencia me ha parecido en el comienzo de los estudios la más aceptable y satisfactoria por su concordancia con las relaciones de los conocimientos, y los últimos trabajos de Harker y de Higgli más decisivos en este sentido han acentuado la definición de mis apreciaciones.

Por ello, basándome en general en los estudios anteriores del doctor Pastore sobre las rocas metamórficas de las regiones centrales de la Argentina, y particularmente en mi área de estudio, y dado que los afloramientos gnéissicos no indican según se conoce, profundidades que sobrepasen mayormente la mesozona, he estimado que los productos de mezcla más o menos locales que las rocas graníticas y pegmatíticas formaron con el gneis, las mica-citas, etc., quedan excluidas de tal denominación de migmatitas.

ROCAS DE LA CUBIERTA SEDIMENTARIA.

Los restos de los estratos de Paganzo.

A orillas del río Segundo, unos dos Kms. aguas abajo de la confluencia del río Anisacate con el de los Molinos, se encuentra un pequeño afloramiento de meláfiro muy destruido y alterado. El manto volcánico reducido a dos o tres pequeñas áreas de algunas decenas de metros de extensión con un relieve que apenas pasa de un metro, muestra un color general rojo pardusco obscuro, con cavidades amigdaloides rellenas en su mayoría por calcita. El estudio microscópico de esta roca está imposibilitado por la alteración e impregnación en óxido de hierro que mancha casi por completo a la misma; sin embargo pude reconocer vestigios de una estructura radiada divergente, cuyas tablitas de plagioclasa parecen corresponder a labrador (Ab 41 %) por sus ángulos de extinción precaria y difícilmente medibles, y escasos restos de augita y olivina. En las cavidades amigdaloides no encontré zeolitas. (Lám. XXI, 1).

A más de un Km. aguas abajo de este afloramiento se destacan las barrancas altas constituidas por el conglomerado que junto con el meláfiro forman parte, como es muy frecuente, de la cubierta de Paganzo. Estas, alcanzan su mayor espesor visible en el lugar aprovechado para asentar el puente del ferrocarril, donde en la orilla izquierda tienen una altura máxima de unos 35 m, disminuyendo rápidamente hacia el este, tapadas por material aluvional cuaternario. La extensión aflorante de este conglomerado en el valle del río llega a unos 600 m, su continuación al norte y sur no se puede precisar por la ausencia de cortes naturales en ambos sentidos (Lám. XXI, 2 - XXII, 1 y 2).

Los rodados que constituyen este conglomerado son muy variados; predominantemente de las rocas más silíceas (granitos, dioritas cuarcíferas de grano menudo, anfibolitas, gneises y también calizas cristalinas), en parte es observable cierta estratificación y en parte falta por completo. Los rodados están cementados por una arenisca fina a mediana, roja.

Tanto el meláfiro como este conglomerado, que de acuerdo con los fundamentales estudios de Bodenbender corresponden al piso III de Paganzo, han sido descritos detalladamente por el mismo en su trabajo Triásico y Terciario en la falda oriental de la Sierra de Córdoba (1929), en el cual da numerosas informaciones respecto a la naturaleza y distribución regional de ambos componentes litológicos.

La arenisca y conglomerado y los meláfiro, adquieren mucha mayor importancia por la extensión de sus afloramientos en otras regiones de la Sierra de Córdoba de las cuales la más cercana es la del embalse de Río Tercero, por el cual en parte han desaparecido de la vista, aunque se conservan notablemente expuestos en la continuación hacia el sur que forma la sierrita de los Cóndores. Su descripción más completa ha sido dada por el ya nombrado autor en el trabajo arriba citado.

Cubierta Cuaternaria.

Las correspondientes rocas sedimentarias cubren una amplia superficie de la región que he recorrido, como se puede apreciar en el bosquejo petrográfico geológico que acompaña a este trabajo.

A excepción de un pequeñísimo resto de arenisca que por su aspecto y características parece identificable con un estrato plioceno lavado y redepositado (Lám. XXIII, 1), situado en la barran-

ca derecha del camino de Anisacate a Potrero de Garay, solo he podido encontrar sedimentos de edad cuaternaria.

Los caracteres de éstos los he estudiado principalmente en los cortes de los caminos, del ferrocarril y en las barrancas de los ríos, algunos de los cuales presentaban en la épocas de mis dos excursiones sus cauces secos, como por ejemplo el arroyo Alma Cuna. Como carácter general se puede decir que en la mayoría de los casos se trata de un depósito aluvional arenoso arcilloso fino, debilmente cementado, rojizo claro a amarillento, más o menos micáceo y a veces con pequeñas concreciones de tosca.

En cada muestra realicé sobre 5 gramos de material una separación de los componentes pesados y livianos con bromoformo ($\rho = 2,8$) y además un análisis granulométrico con los tamices Tyler utilizando 50 gramos de sedimento. En la imposibilidad de separar por este método silt y arcilla, por no disponer del tamiz necesario, separé el material arenoso muy fino del arcilloso por decantación en agua, trabajando con 20 gramos.

Los datos obtenidos los he reunido en el siguiente cuadro:

Muestra Nº		103	66	67	71	72	112	117
Bromoformo ($\rho = 2,8$)	Pesados %	3	1,8	3,2	7	7	-	-
	Livianos %	95	98,2	96,8	93	93	100	100
Análisis granulométrico (1)	Grava mediana %	0,50	0,15	0,20	0,30	0,24	0,40	-
	Grava fina %	1,68	0,67	0,50	0,44	0,60	1,14	-
	Arena gruesa %	11,48	5,59	2,98	2,34	3,74	13,80	0,64
	Arena mediana %	13,64	4,62	3,34	3,44	3,50	0,86	1,40
	Arena fina a muy fina %	26,24	29,79	22,26	27,58	16,36	18,94	22,78
	Silt y arcilla %	42,00	55,80	66,80	63,40	36,60	75,48	73,70
Decantac. en agua	Material arcilloso %	10,00	10,00	6,00	32,50	14,00	11,50	6,00
	Material arenoso %	90,00	90,00	94,00	67,50	86,00	88,50	94,00

(1) Las pérdidas respectivas no han sido consideradas.-

Pasaré ahora a señalar los datos y principales caracteres macro y microscópicos de las muestras analizadas.

Muestra N° 103. Precede de la barranca izquierda del río Anisacate, unos 500 m, aguas abajo del puente y a unos dos de altura sobre el nivel del lecho. Lám. XXIV, 1).

Como puede observarse en las fotografías a unos seis metros de altura la barranca presenta una intercalación de un banco de rodados con escasa y débil cementación arenosa, con ligera estratificación torrencial, de cerca de dos metros de espesor, constituido por rodados en parte angulosos de tamaños variados de las mismas rocas cristalinas de la región (gneis, anfibolita, aplita, pegmatita, etc.). El sedimento que cubre el banco de rodados presenta los mismos caracteres que el de la parte inferior (al cual corresponde la muestra 103) y termina con varios centímetros de tierra negruzca algo húmica.

De modo, que tanto abajo como arriba de los rodados se trata de un sedimento arenoso arcilloso de grano más bien fino y desigual, amarillento claro, escasamente micáceo, friable. Debilmente yesífero.

Entre los componentes pesados reconozco microscópicamente: biotita (el más abundante), granate (abundante), hornblenda, muscovita, rutilo, apatita, magnetita y limonita. (Esta última impregna casi todos los componentes).

Entre los livianos: cuarzo (el más abundante), material arcilloso, plagioclasa, microclino, muscovita, ceniza y muy escasas células de gramíneas.

Muestra N° 66. (Sedimento que forma la barranca derecha del río Segundo, más o menos un Km. aguas abajo de la confluencia del Anisacate con el de los Molinos, pocos metros antes de llegar al cuerpo de aplita N° 14).

Depósito cluvional fino, arenoso arcilloso, pardo amarillento muy claro, muy friable, micáceo con cavidades radiciformes en

parte rellenas por limonita.

Entre los componentes pesados reconocí microscópicamente: hornblenda, zoisita, zircón, biotita, óxido de hierro.

Livianos: cuarzo, material arcilloso, microclino, plagioclasa, biotita desferrizada y parcialmente cloritizada, muscovita y muy escasas células de gramíneas.

Tanto los componentes pesados como los livianos están manchados en parte por hierro limonítico.

Muestra N.º 67. (De la barranca izquierda del río Segundo, casi enfrente de la aplita antes citada).

Sedimento arenoso arcilloso, fino, amarillento muy claro, micáceo, muy friable, con pequeñas cavidades radiciformes, algunas con limonita.

Entre los minerales pesados reconocí: biotita, granate, óxido de hierro, hornblenda, zircón, zoisita, epidoto, muscovita secundaria.

Entre los livianos: cuarzo, material arcilloso, plagioclasa, microclino, biotita desferrizada, sericitizada y cloritizada, muscovita, células de gramíneas y escasísimos restos de diatomeas. Parte de los componentes está pigmentada por limonita.

Muestra N.º 71. (A 0,60 m. del nivel del lecho en la barranca del cauce seco del arroyo Alma Curra. Lám.

Sedimento arenoso arcilloso fino, amarillento grisáceo claro, algo micáceo, muy disgregable.

Entre los componentes pesados pude reconocer: granate (abundante), biotita, óxido de hierro, hornblenda, zoisita, zircón, sillimanita, epidoto, enstatita.

Livianos: cuarzo, biotita parcialmente desferrizada, plagioclase, feldespato potásico, clorita, ceniza, muscovita, material arcilloso, escasas células de gramíneas y restos destruidos de diatomeas.

Muestra N° 72. (Extraída de la misma barranca que la muestra anterior, pero a 10 m, del suelo).

Sedimento arenoso arcilloso, algo más oscuro que el anterior, poco micáceo, muy friable. Calcáreo.

Componentes pesados: óxido de hierro, biotita, hornblenda, granate, zircón, zoisita, epidoto.

Livianos: cuarzo, material arcilloso, biotita, parcialmente desferrizada^y cloritizada, ceniza, plagioclasa, feldespato potásico, muscovita, clorita, células de gramíneas y escasos restos destruidos de diatomeas.

Muestra N° 112. (De la barranca del P.C.C.A. en el cruce con el camino que conduce a los Molinos, a 0,80 m, de altura).

Sedimento arenoso arcilloso, fino, rojizo claro, muy friable, algo micáceo, pequeñas cavidades radiiformes algunas rellenas con limonita. Debilmente calcáreo).

Constituido por 100 % de componentes livianos entre los cuales reconocí: Cuarzo, material arcilloso, biotita desferrizada y en parte cloritizada, plagioclasa, microcline, ortosa, clorita, muscovita, ceniza (relativamente abundante), calcita, células de gramíneas y muy escasos restos de diatomeas. Todos los componentes más o menos impregnados por limonita.

Muestra N° 117. (obtenida de la barranca del camino que conduce de Rafael García a N. Stefford).

Sedimento arenoso arcilloso muy fino, amarillento claro, muy friable, calcáreo.

100 % de componentes livianos entre los cuales reconocí: cuarzo, material arcilloso, biotita parcialmente desferrizada y algo cloritizada, microcline, plagioclasa (en su mayoría caolinizada), ceniza, clorita y células de gramíneas.

Las muestras anteriormente descritas, con excepción tal vez de las N^o 112 y 117, corresponden a sedimentos aluvionales arenosos finos hasta un limo muy arenoso. Pues si bien, la cantidad de arcilla es poca para un limo, poseen las propiedades en las cuales J. Frenguelli⁽¹⁾ basa una definición: Depósito por agua, que puede contener abundante proporción de arena, variable de un lugar a otro, generalmente estratificado (con frecuencia entrecruzado). Sus componentes son mayores que 0,01 mm, pudiendo contener hasta gravilla y grava, poco desgastados y con fractura irregular y gruesa. No contienen caliche o separado en pequeñas concreciones. Califica también al limo como un sedimento autóctono.

Comparando la composición mineralógica de los sedimentos que he observado, se ve que ésta concuerda en general con la de las rocas de la región.

Por los caracteres macro y microscópicos y datos consignados en el cuadro se deduce que todos estos sedimentos poseen cualidades más o menos uniforme, comunes a los caracteres de una cubierta cuaternaria reciente. No encontré en la región ningún sedimento que pueda pertenecer al Cuaternario viejo, ausencia que me ha llamado la atención dado que he visto un buen número de estos depósitos en la colección del doctor Pastore de las barrancas marginales de la sierra de San Luis. Como mis investigaciones en este sentido no pueden considerarse completas, la falta de dichos terrenos no puede afirmarse decisivamente.-

(1) Limo y loess pampeanos, G.E.A., I. (1923-24).

IDEAS GENERALES SOBRE LA TECTONICA.

Una rápida mirada al plano geológico muestra que algo más que la mitad oriental del área que él comprende es llanura, la otra mitad está recorrida longitudinalmente por un cordón estrecho que constituye la prolongación sur de la Sierra Chica propiamente dicha, cuya dirección norte sur está ligeramente desviada hacia el noroeste.

Entre este cordón y la Sierra Grande de Córdoba, poco distante hacia el oeste, se interpone una larga depresión, que forma una misma línea con el valle de la Punilla, interrumpido por la cuenca del lago San Roque, y cuya porción austral es el valle de San Antonio, el desagüe de este último se realiza hacia el norte, en sentido inverso al drenaje del tramo mayor de la Punilla. Análogamente la citada larga depresión, apenas separada hacia el sur por una breve altura, que interrumpe la continuidad del relleno aluvional, forma un prolongado valle dividido en fracciones por tres hundimientos que determinan también drenajes de sentidos contrarios concurrentes; el primero y más pequeño en la confluencia de los brazos del río Anisacate, el siguiente hacia el sur, mucho más notable ha formado la cuenca del río de los Molinos, y a más distancia se halla el mayor de todos que originó la cuenca del lago Río Tercero. Los nombres geográficos de los tramos principales de la depresión que consideramos son: Potrero de Garay (Tutser), valle de los Reartes, el valle de Santa Rosa de Calamuchita y valle de la Cruz, que se abre hacia la llanura por el sur. La extensión que comprenden estos dos últimos quedan fuera de mi zona de estudio.

El mencionado cordón, correspondiente a la prolongación austral de la Sierra Chica tiene la característica general de una

falda oriental poco inclinada y extensa, en comparación con la abrupta pendiente occidental, y se compone exclusivamente de esquistos cristalinos (gneises, anfibolitas, calizas, etc.), aunque penetrado por numerosas intrusiones pegmatíticas; en cambio en el gran cuerpo vecino y paralelo de la sierra de Achala los esquistos llegan más o menos hasta la media falda, y allí forman el límite oriental de la enorme apófisis granítica, cuyo torso desnudado es la Pampa de Achala.

La dirección más general de los esquistos es en ambos relieves NE, desviada ligeramente hacia el NO.

En las consideraciones tectónicas corresponde hacer referencia ante todo a posibles líneas de rupturas ligadas y consecuentes de los movimientos orogénicos, y entre ellas, principalmente las provocadas por el ascenso de la masa granítica. Indicios de esta categoría podrían reconocerse posiblemente en la faja limítrofe del gran cuerpo de granito; pero como ya ella se encuentra afuera de mi terreno de estudio y no pude tampoco atravesarla, no he tenido ocasión de hacer observaciones al respecto.

No quedaría excluida tampoco la existencia de algunos vestigios de las mismas perturbaciones en las áreas de gneis. Un ejemplo de esta naturaleza es la indicación formulada por el doctor Pastore (1), de que la línea tectónica que limita gneises diferentes del borde oeste de la Sierra Chica, (valle de la Punilla), sea una fractura del viejo orogeno a cual se reavivó por los movimientos terciarios, gracias a los cuales es ahora un escalón tan visible. Aunque las líneas tectónicas longitudinales coincidan por lo menos en dirección con las de origen orogénico, no hallé en la extensión de mis excursiones ningún accidente ni detalle que pueda atribuirse a tal relación.

Con referencia a las perturbaciones de edad hercínica debe

(1) Hoja geológica 201 del mapa geológico de la República Argentina.

recordar la observación de indicios de fuertes deformaciones y rupturas que tuve ocasión de realizar en el afloramiento de una roca aplítica, situada a través del lecho del río Segundo, unos 2 Kms. aguas abajo de la confluencia de el Anisacate con el de los Molinos, es decir al este del cordón de la Sierra Chica (nuestra N° 14). Al describir esa roca en la pág. hice una relación de otros reconocimientos análogos que anteriormente han sido efectuados al sur y norte de mi región; como éstos han permitido establecer referencias de edad geológica, la vinculación de mi ejemplo con los otros es natural y admisible. No doy aquí más datos ni nombres de lugares, pues ya los he consignado en el estudio de la citada aplita.

Es interesante hacer notar que las localidades de Chaján, Suco y Sompacho en el sur, y la larga serie del norte que comienza con la lidia y se prolonga en la sucesión de fallas rellenadas por pórfidos graníticos y óxidos de manganeso y de hierro con gangas de ópalo, calcita, baritina, etc, hasta las regiones de Ambargasta y Ojo de Agua en Santiago del Estero, son los extremos de un sistema de fracturas, en cuya parte media solo se ha encontrado hasta ahora la aplita fracturada que yo he descrito, más o menos alineadas o escalonadas en una faja norte-sur de unos 500 kms.

En cuanto a la orientación y naturaleza de las perturbaciones, aparte de la consideración de que ellas puedan haberse acomodado en mayor o menor grado a las líneas estructurales del orogéno, apenas se podría hacer mención del carácter de fracturaciones muy localizadas que habría que atribuir, como ya lo ha expresado el doctor Pastore, a las conmociones causadas por los movimientos hercínicos en el basamento cristalino central, el cual fuera de ellas no parece haber sido afectado.

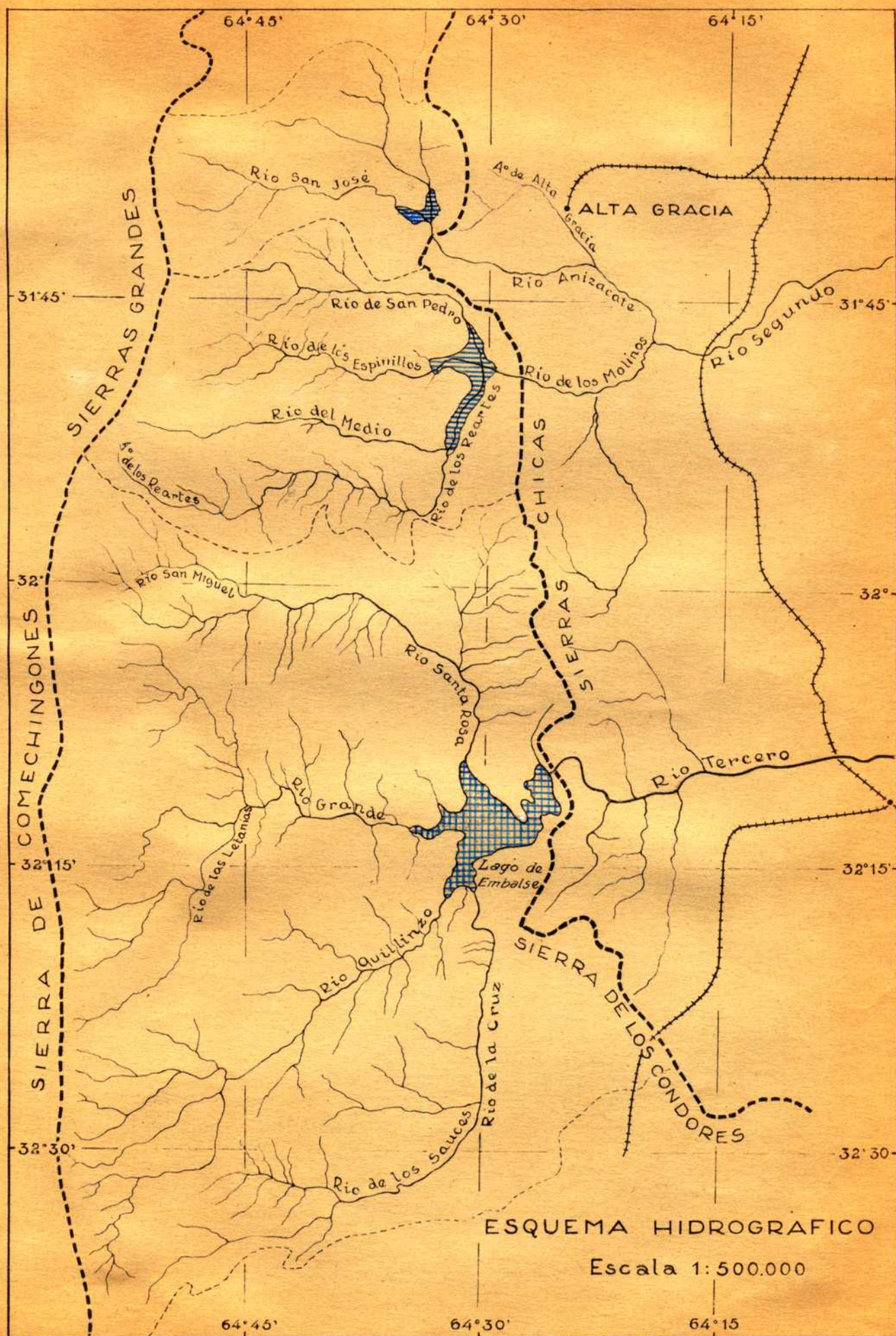
Pasando a la formación de los relieves del sistema de bloques que forman el gran conjunto de la Sierra de Córdoba, procesos

que corresponden a la tectónica terciaria y cuaternaria, diré para abreviar que ya he situado la pequeña parte de ellos contenida en la región que yo he visitado, en la introducción morfológica de este capítulo.

Volviendo a mirar el plano geológico es posible caracterizar mejor la parte de la prolongación sur de la Sierra Chica, también llamada cordón de Alta Gracia. El perfil ya señalado, típico de las sierras centrales con pendientes abruptas del lado occidental ha de deberse como se suele explicar a un ascenso mayor del borde oeste del bloque. El correspondiente movimiento general del largo bloque se presenta afectado por los tres hundimientos locales, anteriormente mencionados cuyas mayores depresiones se hallan en el pie oeste del cordón, que son las cuencas del río Anisacate, del de los Molinos y del río Tercero, y cuyas fajas transversales de cierto descenso y fractura están surcadas por las quebradas más o menos tortuosas de dichos tres ríos; de modo que el cordón se ha dividido transversalmente en cuatro trozos.

Los tres citados hundimientos deben formar parte del complejo de movimientos que se suelen calificar principalmente como ascenso de los bloques, aunque es posible que también haya tenido lugar un ligero descenso de sus bordes orientales. La acción conjunta de los hundimientos con los movimientos ascendentes puede ser deducida de la evolución que se advierte en los cursos fluviales, ya que los ríos Anisacate, de los Molinos y Tercero corresponden al tipo de ríos antecedentes.

Es probable que anteriormente al levantamiento de la Sierra Chica, los ríos de los Reartes, del Medio, el Espinillo y el San Pedro, tuvieran un curso paralelo al actual de los Molinos, es decir de oeste a este. Al producirse la elevación de la Sierra Chica, cuyos movimientos de ascenso se acentuaron al finalizar el Terciario, estos ríos en la imposibilidad de cruzarla, debieron



modificar su curso, dirigiéndose hacia el citado hundimiento de los Molinos, así el San Pedro hacia el sur, y los demás hacia el norte, donde se reunieron con el Espinillo, pero éste con un caudal de aguas aumentado y aprovechando en el trabajo de aserramiento las roturas tectónicas transversales, ya mencionadas, pudo mantener su cauce que es el actual río de los Molinos, que junto con el Anisacate va a formar el río Segundo (1).

Relaciones análogas deben haber intervenido para el río Anisacate y el Tercero.

El límite oriental de las tres cubetas (señaladas en el esquema hidrográfico sacado de un plano de la Dirección de Irrigación, con los contornos del lago artificial del río Tercero y de los proyectados de río Segundo y de Anisacate), está marcado por la falda abrupta occidental de la Sierra Chica, al igual como sucede con el lago San Roque.

Recorriendo el camino de Anisacate a río Tercero por el valle de los Reartes, se divisan contra la mayor altura de la Sierra de Achala, superficies más o menos altas que se perfilan como mesadas, cuyo primero y lejano reconocimiento me induce a pensar que un estudio detenido permitirá determinar en ellas diferentes escalones orientales del gran bloque de Achala. Mientras que estos escalones más viejos, contemporáneos de los mayores ascensos de los trozos de montaña presentan las rocas cristalinas desnudas, del lado opuesto, borde oriental del valle de Calamuchita, pueden verse pequeñas terrazas cuyas alturas no pasarán tal vez de unos 20 m., de formas no muy evidentes, erosionadas y transversalmente recortadas, cuya cubierta es de un terreno cuaternario aluvional más bien arenoso que en general no es diferenciable de

(1) De estas condiciones se ha ocupado especialmente el doctor Pastore en su informe (inedito) relativo al Proyecto de dique de embalse de Río Segundo, en la garganta del llamado río de los Molinos (1940), habiendo tenido ocasión de acompañarlo en las observaciones que realizó en el terreno.

los depósitos recientes del valle. Esto sería un indicio de un último ascenso cuaternario muy reciente.-

Octubre de 1942.-

Terena Hull

Franc. Pastore

- Elmer

BIBLIOGRAFIA

- Alling L., Interpretative Petrology of the igneous rocks. (1936).
- Angel F. u. Scharitzer R., Grundriss der Mineralparagenese. (1932).
- Becke J., Zur Physiographie der Gesteintheile der Krystallinen Schiefer. Denkschr. d. Math. Naturw. Kl. d. Kais. Akad. d. Wiss. LXXV (1906).
- Beder R., Estudios geológicos en la sierra de Córdoba, especialmente de las calizas cristalino-granulosas y sus fenómenos de metamorfismo. D.G.M. y G. Bol. B N.º 33. (1922).
- Beder R., Sobre la existencia de platino nativo en una serpentina de Alta Gracia. Rev. Min. T. I y II. (1929-30).
- Beder R., Los yacimientos de minerales de manganeso en el N de la provincia de Córdoba y S de Santiago del Estero. An. Mus. Hist. Nat. Publ. N.º 11, (1931).
- Benson W., The origin of serpentinite. Amer. Journ. Sc. Vol. 46 (1918).
- Bodenbender G., La Sierra de Córdoba, constitución geológica. An. Min. Agric. T. I, N.º 2 (1903).
- Bodenbender G., Triásico y terciario en la falda oriental de la Sierra de Córdoba. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba. T. LXXI (1929).
- Brackebusch L., Descripción de las rocas de la Sierra de Córdoba. A.A.C., T. I (1873).
- Buddington F., Adirondack igneous rocks and their metamorphism. Geol. Soc. Am. Mem. 7 (1939).
- Gloos H. und Rittmann A., Zur Einteilung und Benennung der Plutone. Geol. Rund. Bd. 30 (1939).
- Duparc L., Le platine et les gîtes platinifères de l'Oural et du monde. (1920).
- Hardley and Hatch R., Pre-cambrian crystalline rocks of north-central Utah. The Journ. of Geol. XLVIII (1940).
- Erdmannsdörffer O.H., Die Entstehung der Schwarzwälder Gneise. Geol. Rund 4 (1913).
- Erdmannsdörffer O.H., Grundlagen der Petrographie (1924).
- Erdmannsdörffer O.H., Neuere Arbeiten über Metamorphismus und seine Grenzgebiete. Fortschr. d. Min. u. Petr. Bd. 20 (1936).

- Frenguelli J., Notas preliminares sobre la constitución geológica del subsuelo en la cuenca de Córdoba, Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba. T. XIII (1918).
- Frenguelli J., Loess y lomas pampeanas. C.E.A. T. I. (1923).
- Goldschmidt O. H., Die Injektionsmetamorphose im Stavangergebiete. Ebenda 10 (1921).
- Grout P., Formation of igneous looking rocks. Bull. Geol. Soc. Am. Vol. 52 (1941).
- Grubemann - Niggli P., Die Gesteinsmetamorphose (1924).
- Harker A., Metamorphis. (1939).
- Hess H., The problem of serpentization and the origin of certain chrysotile, asbestos, talc and soapstone deposits. Econ. Geol. Vol. 28 (1933).
- Hesner L., Ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite. (1903).-
- Mac Gregor and Wilson G., On granitisation and associated processes Geol. Mag. Vol. LXVI, No 6 (June 1939).
- Niggli P., Die Leichtflüchtigen Bestandteile des Magmas. (1929).
- Niggli P., Zur Zusammensetzung und Bildung der Sericite. Schweiz. Miner. u. Petr. Mitteil. Bd. XIII (1933).
- Niggli P., Bemerkungen zum geologisch-tektonischen Problem der magmatischen Differentiation. Schweiz. Miner. u. Petr. Mitteil. Bd. XV, H. 1 (1935).
- Niggli P., Das magma und seine Produkte. I. Teil, Physikalisch-Chemische Grundlagen (1937).
- Pastore F., Hoja 201 del mapa geológico de la Argentina. Dir. Min. y Geol. Bol. 36 (1932).
- Pastore F., Informes geológicos sobre dos proyectos de diques en la provincia de San Luis. Dir. Min. y Geol. Bol. 41 (1935).
- Pastore F., Informe geológico y petrográfico para el proyecto de dique en la Huertita, sobre el río de Quines (Provincia de San Luis). Dir. Min. y Geol. Bol. 48 (1940).
- Quirke T., Killarney gneisses and migmatites. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 38 (1927).
- Roberts J., Metamorphism of dolomite near Reverside, Washington. Bull. Soc. Geol. Amer. Vol. 52, (1941).
- Scheumann K., Zur Nomenklatur migmatischer und verwandter Gesteine. Min. u. Petr. Mitteil. Bd. 48 (1936).

- Schwarts G., Hydrothermal alteration of igneous rocks. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 50. (1939).
- Sederholm J., Die regionale Umschmelzung (Anatexis) erläutert an typischen Beispielen. C.R. de la XI R. Session, Stockholm (1910).
- Sederholm J., On regional granitisation (or anatexis). C.R. de la XII R. Canada (1913).
- Sederholm J., Über die Entstehung der migmatitischen Gesteine. Geol. Rund. Bd. 4 (1913).
- Sederholm J., On syntectonic minerals and related phenomena. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr 48 (1916).
- Sederholm J., On migmatites and associated precambrian rocks of southwestern Finland. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr 98 (1923).
- Sederholm J., On migmatites and associated precambrian rocks of southwestern Finland. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr 77 (1924).
- Song H., Die Migmatitfrage und der Mechanismus para-kristalliner Prägnung. Geol. Rund. Bd. 27, H. 6 (1936).
- Stark J., Migmatites of the Sawatch Range, Colorado. Journ. Geol. XLIII (1935).
- Trask H. C., Treatise on sedimentation. (1932).
- Wegmann C., Zur Deutung der Migmatite. Geol. Rund. Bd. 26, H. 5 (1935).

1.-Gneis.

**Nº 34 - Entre Falda del Carmen y el
Observatorio de Bosque Alegre. 44;x;
nicoles cruzados.-**

2.-Gneis granatífero.

**Nº 116 - Valle de Buena Esperanza. 42 x;
nicoles cruzados.**

**Entre el feldespatho potásico (centro) y
la plagioclase se encuentra una zona de
mirnequita.-**



1



2

1.-Gneis muy micáceo granatífero.

(Modificado por mescla pegmatítica),

Nº 37 - 8 Kms al N de Potrero de Ga-
ray. 42 x; nicoles cruzados.-

2.-Micacita gnésica.

Nº 5 - Quebrada del río de los Molinos.

44 x; nicoles cruzados.-



1



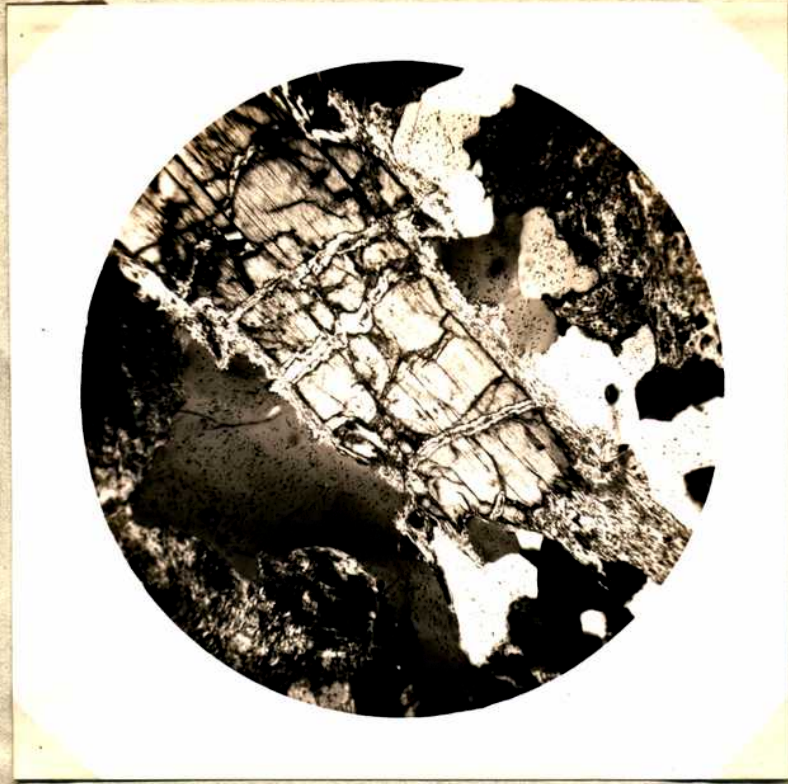
2

1.-Oxido en contacto con pegmatita.

Nº 92 - Entre la Bolsa y Petrero
de Garay. 42 x; nicoles cruzados.
Cristal de broncita en el centro.

2.-Otro lugar de la misma preparación.

Inclusiones de rutilo en la plagio-
clasa.-



1



2

1.-Digestión de gneis por pegmatita.

Nº 12 - Cañada de Tala. 44 x; nicoles cruzados.-

2.-Micacita gnéssica con sillimanita penetrada por intercalaciones pegmatíticas.

Nº 40 - Unos 2 Kms al oeste de Falda del Carmen. 42 x; nicoles cruzados.-



1



2

1.-Anfibolita.

Nº 38 - Unos 6 Kms al S de Anisacate.

40 x; sin analizador.-

2.-Anfibolita.

Nº 39 - Cerca de las canteras de serpentina de Lomada, al SO de Alta Gracia.

Con varios granos de titanita visibles por su relieve.-



1



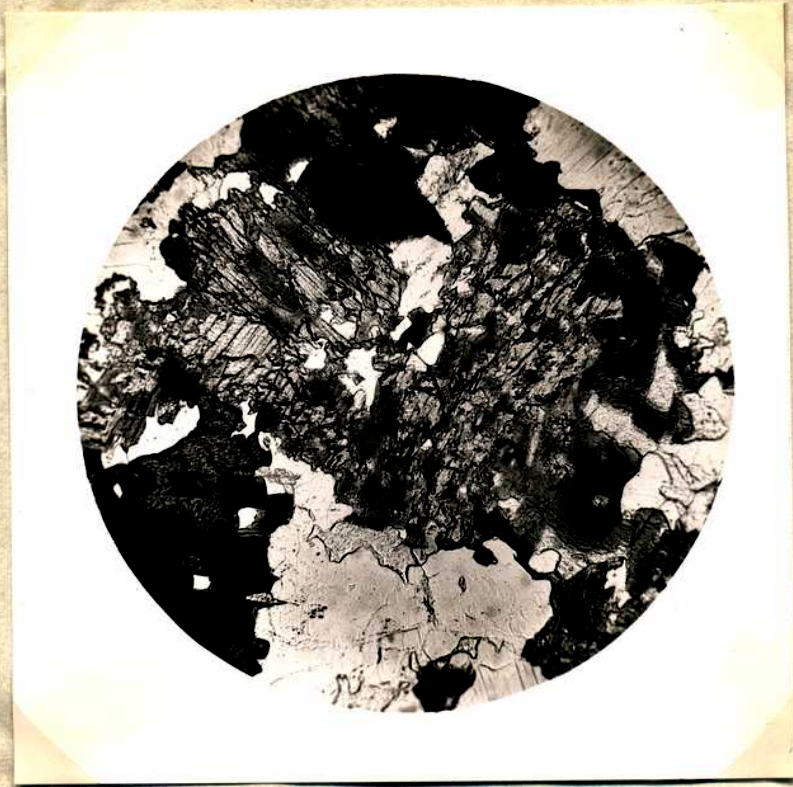
2

1.-Ortoanfíbolita.

Nº 31 - Entre el Nogal y el Observatorio de Bosque Alegre. 40 x; sin analizador. Muestra restos del piroxeno augítico que gué en gran parte uralitizado.-

2.-Ortoanfíbolita.

Nº 32 - La Gruta, vecindad NO de Alta Gracia. 42 x; nicoles cruzados. Entre el piroxeno uralitizado y un grano de titanita, situado a la derecha se destaca una sección clara de escapolita con visibles líneas de olivaje.-



1



2

1.-Orteanfibolita.

**Nº 33 - Entre Falda del Carmen y el
Observatorio de Bosque Alegre. 40 m;
sin analizador.**

2.-Nicoles cruzados.-



1



2

1.-Caliza cristalina.

Nº 45 - 100 m al N de la Escuela del
Observatorio de Bosque Alegre, 40 x;
nicoles cruzados.

Con brucita en escamas y núcleos de
olivina serpentinizada.-

2.-Caliza cristalina.

Nº 59 - Canteras de Lozada. 40 x;
nicoles cruzados.

Dentro de la calcita se destaca con
sus contornos redondeados la olivina
serpentinizada.-



1



2

1.-Contacto entre aplita y caliza.

**Nº 43 - 200 m al N de la Escuela del
Observatorio de Bosque Alegre. 42 m;
nicules cruzadas.**

Parte aplítica.-

**2.-Masa confusa del contacto con la
caliza en la misma preparación.-**



1



2

1.-Serpentina.

Nº 6 - Canteras de Lonada. 40 x; nicoles
cruzados.

Tremolita, a la izquierda, dentro de la
masa de antigorita.



1.-Aplita.

**Nº 14 - Río Segundo, unos dos Kms aguas
abajo de la confluencia del río Anisacate
con el de los Molinos. 56 x; nicoles cru-
zados.-**

**2.-Otra parte de la misma preparación con
una sección de plagioclasa que presenta
una envoltura zonal más albitica.-**



1



2



Falda oriental del cordón de Alta Gracia desde el Tercer Paredón.

**1.-Falda occidental de la Sierra Chica,
Santa Ana.-**

**2.-Aspecto del gneis en la ladera del
arroyo Santa Ana.-**



1



2

1.-Bloques de gneis.

Entre Falda del Carmen y el Observatorio
de Bosque Alegre.-

2.-Crestón de cuarzo (pegmatítico).

200 m al NE de la Escuela del Observatorio
de Bosque Alegre.-



1



2

1.-Aspecto del gneis con penetraciones pegmatíticas.

Tercer Parcdón; arroyo de Alta Gracia.-

**2.-Gneis con mezcla pegmatítica e interposición
de venas cuarzosas.**

Quebrada del río de los Molinos.-



1



2

**1.-Mezcla de gneis con gran porción de pegmatita.
Quebrada del río de los Molinos.-**

**2.-La masa pegmatítica de la mezcla arriba
ilustrada.-**



1



2

**1.-Micaocita gnéissica granatífera finamente
plegada con intercalaciones pegmatíticas.
Nº 40 - Camino del Observatorio de Bosque
Hlegre, unos 2 Kms al O de Palda del Car-
men.-**

2.-Detalle de la misma micaocita.-



1



2

1.-Mezcla de gneis con pegmatita en el límite con una anfibolita. En esta última la pegmatita solo ha producido penetraciones por fisuras.

Sobre el camino de la Bolsa a Potrero de Garay.-

2.-Cantera en el yacimiento de serpentina de Lozada.-



1



2

1.-Cantera de piedra caliza y anfibolita del
F.C.C.A. (Alta Gracia).-

2.-Bloques de caliza cristalina.
La Gruta.-



1



2

1.-Masa de roca aplítica fracturada.

**Nº 14 - Río Segundo, unos 2 Km aguas
abajo de la confluencia del río Anisacate
con el de los Molinos.-**

**2.-Detalle de la aplita, vista desde arriba,
en el cual son visibles las roturas y dis-
locaciones producidas probablemente por los
movimientos hercínicos.-**



1



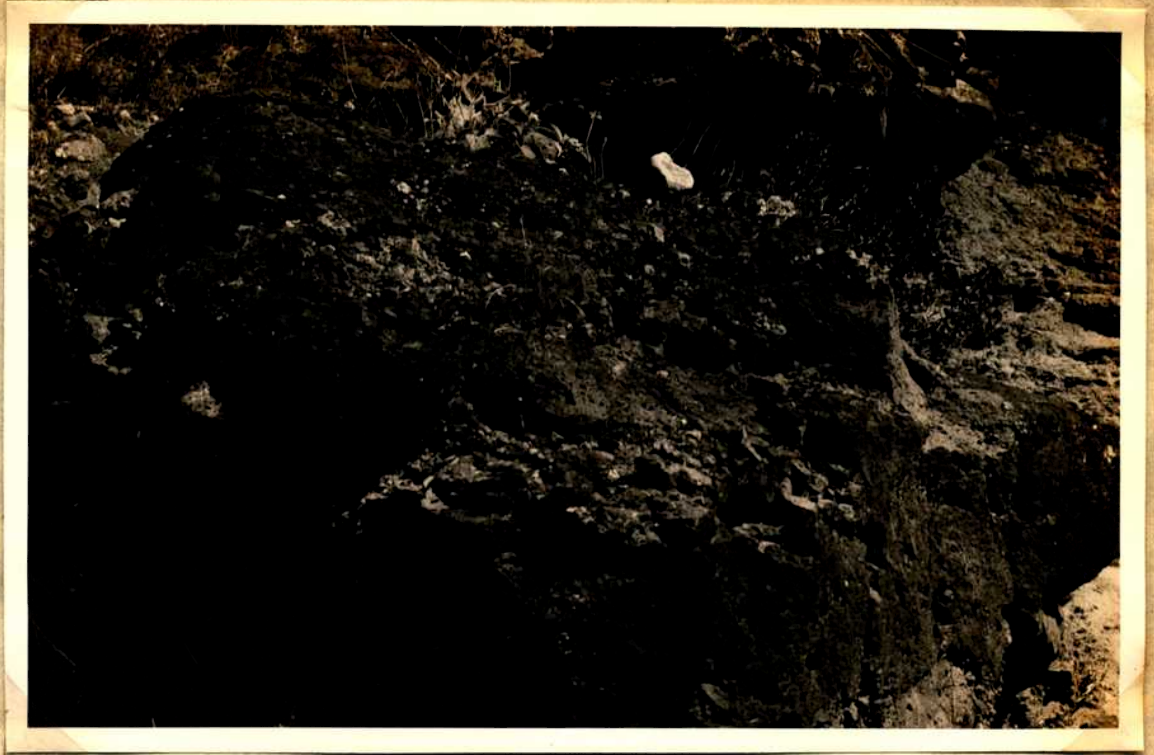
2

1.-Afloramiento de meláfiro.

Orilla N del lecho del río Segundo.

**2.-Restos de la barranca de conglomerados
triásicos.**

**Orilla S del río Segundo, aguas arriba
del puente del Ferrocarril.-**



1



2

1.-Barranca N del río Segundo a la altura del
puente del ferrocarril, constituida por el
conglomerado triásico.-

2.-Detalle del mismo conglomerado.-



1



2

**1.-Barranca derecha del camino de la Bolsa a
Potrero de Garay.**

Restos de un probable estrato plioceno lava-
do y redepositado, asentado sobre el basame-
to cristalino y cubierto por el relleno cua-
ternario.-

**2.-Barranca en el depósito aluvional arenoso.
Confluencia de los ríos Anisacate y el de
los Molinos.-**



1



2

**1.-Barranca izquierda del río Anisacate,
unos 500 m aguas abajo del puente.-**

2.-Depósito aluvional.

**Barranca derecha del cauce seco del
arroyo Alma Cuna.-**



1



2

A vertical strip of a document, possibly a page from a book or a scroll. It features a prominent vertical red line running down the center. On either side of this line, there are numerous small, black, circular dots or characters arranged in a somewhat regular, grid-like pattern. The background is a light, aged, yellowish-brown color. The strip appears to be a detail or a close-up of a larger page.

