

## TEXTURA EN ANILLOS EN UNA NORITA DE VALLE FERTIL

PROVINCIA DE SAN JUAN

Por JORGE F. VILLAR FABRE

Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires

---

### RESUMEN

Se efectúa una revisión de la nomenclatura existente para la textura en anillos y se describe una norita de las vecindades de San Agustín del Valle Fértil, provincia de San Juan, atribuyéndose el origen de su textura simplectítica a un período ortomagmático seguido por un estado pegmatítico.

### ABSTRACT

A norite from San Juan province is described. Special reference is made on the reaction rims shown in the texture, which are attributed to a magmatic process followed by a pegmatitic stage.

### INTRODUCCION

La existencia de textura en anillos formados por diversos minerales que se distribuyen en una o más capas alrededor de otro mineral de distinta composición es conocida, o más bien dicho, fue mencionada por vez primera a fines del siglo pasado (Törnebohm, 1877) y desde entonces muchos fueron los autores que se ocuparon, directa o indirectamente, de ella. Su génesis fue el motivo principal de las investigaciones realizadas y en la actualidad, se admite que pueden formarse, ya sea por acciones metamórficas o por acciones magmáticas, pero la nomenclatura empleada aun es bastante confusa y obliga a cada autor a definir y precisar el concepto de los términos empleados.

Un extenso afloramiento de una norita, observado en Valle Fértil (San Juan), no sólo contiene un ejemplo típico de este tipo de textura sino que, además, ella presenta la interesante característica de haber sido originada por dos procesos geológicos, que reflejan distintos ambientes fisicoquímicos, y que se sumaron para producir la tan discutida textura.

#### DESCRIPCION DE LA ROCA

La roca que nos ocupa corresponde a un afloramiento bastante extenso en la quebrada del río San Juan, en las proximidades de San Agustín del Valle Fértil y constituye la roca de caja de la pegmatita La Choschola, ubicada en las inmediaciones de la localidad de Las Juntas. Además de esta norita, en el basamento cristalino de toda la zona, es dable observar rocas graníticas, glabros, anfíbolitas y migmatitas.

La norita en cuestión es de color negro verdoso y estructura granosa algo porfiroide, que se desvanece en dirección hacia Las Juntas. Aquel carácter porfiroide está dado por los cristales de feldespato, que suelen alcanzar los siete milímetros de longitud.

#### DESCRIPCION MICROSCOPICA

En la constitución de esta roca intervienen los siguientes minerales: labradorita ácida, hipersteno, diópsido, olivina (excepto en Las Juntas), tremolita, hornblenda, pargasita, espinelo (muy abundante en La Choschola) y serpentina. La textura es granosa alotriomorfa, cataclástica y posee anillos alrededor de la olivina.

*Olivina.* — Los cristales de olivina, que alcanzan un máximo de 4,5 mm, tienen un contorno que, prácticamente en todos los casos, es redondeado, con numerosos senos en los que penetran los minerales vecinos, generalmente piroxeno, o bien cuando éste falta, anfíbol. Se observan ejemplos de individuos totalmente rodeados por hipersteno en continuidad óptica, es decir, como si fuesen inclusiones de olivina en hipersteno; en cambio, en otros granos se halla hipersteno incluido en la olivina, en cuyo caso la inclusión de hipersteno está en continuidad óptica con un individuo mucho mayor, que rodea a la olivina, y que por sus relaciones texturales parece reemplazarla, de modo que no se trataría de una verdadera inclusión, sino de un efecto producido por la orientación del corte.

Cuando la olivina no está totalmente rodeada por piroxeno, en parte se encuentra en contacto directo con anfíbol. Se observa un gran reemplazo por antigorita que en contadas ocasiones ha afectado la totalidad de un individuo. Más importante que ese reemplazo, es un pasaje a diópsido que se distingue como granos bien formados, en la vecindad de algunos cristales de olivina y que pasa a constituir los islotes periféricos en que queda subdividida la olivina por la alteración en antigorita. Esta olivina contiene un 20 % de fayalita.

*Diópsido.* — Este mineral se presenta en individuos anhedrales de hasta 8 m de longitud, cuyos contornos, en numerosos ejemplos, se pierden o esfuman en el anfíbol que origina y que muchas veces se encuentra como salpicaduras o motas dentro del mismo piroxeno. Posee numerosas inclusiones opacas, aciculares, paralelas entre sí e indeterminables, como así también algunos cristales incluidos, anhedrales, de olivina y de hipersteno.

Es frecuente observar diópsido uralitizado,, con un mineral opaco no determinable, alojado a lo largo de su clivaje y además inclusiones de prismitas de espinelo que forman dos juegos que se cortan determinando un ángulo de 56°.

*Hipersteno.* — Este piroxeno se encuentra formando individuos anhedrales de hasta 2,5 mm, que contienen numerosas inclusiones shiller y microplaquitas. Sus granos se extienden irregularmente entre los cristales de olivina, son de contornos sinuosos y redondeados y en ciertos casos reemplazan a este último mineral formando, a veces, pseudo-inclusiones. Algunos cristales son alargados, de espesor constante, y constituyen un reborde periférico de la olivina, pero no siempre la rodean en su totalidad (fig. 1). Los granos que constituyen ese reborde no conservan una misma orientación óptica y se disponen tangencialmente a la olivina. En ningún caso se han observado prismas con disposición radial. Por sus propiedades ópticas este hipersteno tiene un contenido en ortoferrosalita de 10 a 15 %. De la misma manera que el diópsido, este ortopiroxeno también ha soportado los efectos de la uralitización y en esos casos también se observa la aparición de espinelo.

*Anfíboles.* — Este grupo de minerales está representado por tremolita, hornblenda y pargasita, anhedrales y casi exclusivamente interpuestos entre la olivina y la plagioclasa. En numerosos casos puede comprobarse que se han originado, en su gran mayoría, por uralitización del clinopiroxeno y, en menor proporción, del ortopiroxeno. Los cristales que

aun muestran remanentes de piroxeno contienen abundantes granos de espinelo diseminados en toda la sección observable. Este anfíbol así formado en algunas oportunidades reemplaza a los granos de hipersteno vecinos, pero los granos de espinelo están solamente en relación con la uralitización del diópsido. Acompañando a este proceso hay una incipiente formación de antigorita en el ortopiroxeno. Como estos minerales cobran singular importancia en la estructura gráfica, podrá verse otros detalles en la descripción de las simplectitas.

También es digno de mencionar que algunos cristales de pargasita tienen el clivaje interrumpido en una porción periférica constituida por tremolita, con la que parece existir un reemplazo mutuo.

*Plagioclasa.* — Los individuos de este mineral (70 % An) son anhedrales y poseen maclas polisintéticas normales y paralelas, algunas de las cuales fueron originadas por presiones. La extinción a veces, es cataclástica y contienen inclusiones de anfíbol, piroxeno y espinelo, este último en escasa proporción y solamente aparece en los bordes del cristal. El tamaño de sus granos es variable, alcanzando los valores extremos de 0,3 y 6,8 mm. Presenta un reemplazo por calcita y en sus relaciones con los minerales restantes se observa que es reemplazada por el anfíbol simplectítico.

*Anillos.* — Alrededor de los cristales de olivina se observa un primer anillo, formado por granos de hipersteno, que puede extenderse alrededor de toda su periferia, o bien alcanzar un desarrollo parcial, de modo que la olivina puede estar en contacto directo con un segundo anillo constituido por anfíbol (fig. 1). Aquellos granos de hipersteno no guardan una orientación definida entre sí ni con respecto a la olivina y en ningún caso se ha observado que tuviesen hábito prismático de disposición normal a dicha olivina. Su tamaño más frecuente, en cuanto al ancho se refiere, oscila alrededor de 0,07 mm, pero puede superar los 0,8 mm.

Exteriormente, envolviendo el primer anillo de hipersteno, o en contacto directo con la olivina cuando dicho ortopiroxeno falta, se encuentra un segundo anillo (fig. 1-2) constituido por hornblenda y-o tremolita, en general de mayor espesor que el primer anillo y que a veces es común a varios granos de olivina. Este segundo anillo, que por su lado externo suele estar en contacto directo con los cristales de plagioclasa, tiene numerosas inclusiones de espinelo en forma de pequeños glóbulos, varillas y vermes, que suelen llegar a estar en contacto íntimo con la

plagioclasa y hasta quedar incluidos en ella. Este espinelo cubre áreas cuyos espesores no guardan ninguna relación con el tamaño de la olivina, ni del primer anillo ni del segundo anillo. Si bien es cierto que estas inclusiones pueden cubrir todo el anfíbol, en general se concentran sobre su mitad o tercio externo.

## ORIGEN DE LOS ANILLOS

### *Consideraciones generales.*

Antes de hablar de la microestructura visible alrededor de los cristales de olivina, conviene hacer un paréntesis para recordar el significado de los diversos términos empleados en la literatura y puntualizar el sentido con que se emplean en este trabajo.

El concepto de "anillo" se refiere, y así lo entendemos nosotros, a aquellas bandas o capas de agregados minerales, constituídas por un único mineral o por dos minerales intercrecidos o no entre sí, que rodean a cristales de olivina o de cualquier otro mineral, sin tener en cuenta el o los procesos formadores que intervienen en su génesis.

"Anillo de reacción", es el formado por la interacción entre dos minerales, debido a procesos deutéricos (Grout, 1932) o a fenómenos ortomagmáticos (Murthy, 1958).

"Corona". Aplícase a los anillos secundarios y de origen metamórficos (Sederholm, 1916; Törnebohm, 1877), que deben estar constituídos por minerales pertenecientes a una serie discontinua y especialmente distribuidos en dos o más capas (Shand, 1945). Para algunos autores (Kuno, 1950) las coronas comprenden los fenómenos de resorción magmática que originan los anillos de reacción en el concepto de otros investigadores (Murthy, 1958).

"Kelifita". Son anillos formados alrededor de granate (Schrauf, 1882) o de olivina y constituídos por el intercrecimiento de dos minerales cuya génesis se debe a procesos metamórficos (Sederholm, 1914).

"Simplectita". Naumann (1850) aplicó este término a los intercrecimientos íntimos de dos minerales diferentes entre sí, sin tener en cuenta su origen; en cambio Sederholm (1916) lo aplicó en aquellos casos en que esos dos minerales eran de origen secundario y uno de ellos era vermicular (en un sentido amplio de la palabra viene a ser sinónimo de mirmequita, pero reservó este último nombre para el intercrecimiento de plagioclasa y cuarzo). Otro concepto es el aplicado

por Niggli (1954), que especifica que el intercrecimiento debe ser tan fino de modo que no se pueda determinar cuál es el mineral huésped.

“Sinantético”. Término creado por Sederholm (1916) para calificar todos aquellos minerales que se observan únicamente entre otros dos minerales de las rocas eruptivas (comprende las coronas y mirmekitas) y cuyo origen es secundario. En cambio Niggli (1954) lo aplica para cualquier simplectita que se extiende entre distintos minerales.

En resumen, nosotros aplicaremos los términos antes mencionados, con el concepto que a continuación se señala: “Anillo” (en un sentido puramente descriptivo para señalar la capa o capas que rodean parcial o totalmente a otro mineral. “Anillos de reacción”, o sea aquellos anillos de origen exclusivamente magmático. “Corona”, para designar los anillos de origen metamórfico. “Kelifita”, como sinónimo de una corona formada por el intercrecimiento de dos minerales. “Simplectita”, lo usaremos para los anillos formados por el intercrecimiento de dos minerales en los cuales uno de dichos minerales es vermicular. Es un término descriptivo que no implica un factor genético como la kelifita. “Sinantético”, en el sentido dado por Sederholm (1916).

*Antecedentes.* — Esta microestructura en anillos, tan peculiar, y caracterizada por una o más capas de minerales equidimensionales o prismáticos, que pueden o no ser simplectíticos y que se encuentran alrededor de otro mineral, fue mencionado por vez primera por Törnebohm (1877) al estudiar unas rocas gábricas de Suecia y desde entonces, varios fueron los autores que se ocuparon de este tema, especialmente Lacroix (1889), Sederholm (1916), Brögger (1934-35), Shand (1945) y últimamente Murthy (1938) al estudiar unas coronitas de la India.

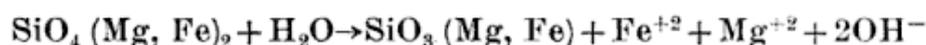
El interés que reviste este tema se refiere al origen de los anillos, pues mientras unos autores lo atribuyen a acciones metamórficas, otros los consideran como un producto netamente magmático. Así es cómo Shand (1945), Gjelsvik (1952), Huang y Merrit (1954) y Murphy (1958) consideran que su génesis está exclusivamente ligada a procesos metamórficos, sean de contacto o regionales; mientras que para Barth (1927) y para Sclar (1952) dichos anillos serían un resultado metasomático de acciones hidrotermales, en cambio Harker (1909) y Kuno (1950) los consideran un producto puramente magmático.

*Origen.* — Al considerar la norita de Valle Fértil, se debe tener en cuenta, no sólo su composición mineralógica, sino los siguientes carac-

teres, que revisten singular importancia: 1º, el gran tamaño y abundancia de piroxeno rómbico; 2º, la disposición tangencial de los cristales de hipersteno, con respecto a la olivina, que forman el primer anillo alrededor de este último mineral, y que en ningún caso son prismas radiales; 3º, la presencia de anillos simplectíticos de anfíbol y espinelo; 4º, ausencia de granate y carencia de turbidez (“clouding”) en la plagioclasa.

*Primer anillo.* — Los dos primeros caracteres mencionados, es decir, tamaño y disposición de los cristales de hipersteno, demuestran que este primer anillo se formó en un ambiente magmático, pues si se hubiese originado por acciones metamórficas, dicho hipersteno no habría alcanzado tal desarrollo y estaría constituido por prismas de disposición radial y no tangencial (Murthy, 1958), como invariablemente se encuentran.

El mecanismo de formación de este primer anillo (de reacción) puede explicarse por una liberación de iones de magnesio y de hierro (de la olivina) con el simultáneo cambio de estructura que significa el pasar de tetraedros independientes de  $\text{SiO}_4$  a la estructura en cadenas que posee el piroxeno rómbico y que muy bien puede atribuirse a la acción del agua (Mason, 1952) sobre las ligaduras electroestáticas entre los dos cationes ( $\text{Fe}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ ). Además es probable la formación de iones  $\text{OH}^-$  con los átomos de oxígeno cedidos por los tetraedros de  $\text{SiO}_4$ . Un esquema de esta transformación estaría dado por la ecuación:



No se excluye la posibilidad que parte de este piroxeno rómbico (en especial aquellos grandes cristales que no parecen relacionados texturalmente) en cuanto a formación de anillos se refiere, con la olivina, sean de distinta génesis, es decir, que se deben directamente a la cristalización magmática.

*Segundo anillo.* — Este anillo, dada su composición, debe ser atribuido a un proceso independiente y lógicamente posterior, al período ortomagmático propiamente dicho, pues en la actualidad estas simplectitas de anfíbol y espinelo no se consideran anillos de reacción sino coronas; es decir, que su génesis se atribuye a acciones metamórficas o a los sumo hidrotermales, pero nunca ortomagmáticas. En cuanto al mecanismo de su formación, no es atribuible a la interacción olivina-plagio-

clasa como los diversos ejemplos citados en la literatura, sino que, en este ejemplo, es evidente que el anfíbol se formó a expensas de la uralitización del piroxeno. La formación de espinelo también está relacionada con esta uralitización, pues dicho mineral acompaña a los granos con transformación incipiente. Además, debe considerarse la proximidad o contacto directo con la plagioclasa, ya que los granos de espinelo no sólo se apoyan sobre dicho contacto, sino que penetran en la plagioclasa.

Evidentemente en la formación de este segundo anillo tuvo una participación preponderante la acción del agua, cuya actividad permitió la transformación del piroxeno en anfíbol. En cuanto a la presencia de espinelo, no es aceptable explicarla como un resultado (conjuntamente con hipersteno) de la reacción de olivina con soluciones hidrotermales ricas en alúmina (Barth, 1927), pues de ser así, hubiera sido lógico hallar sillimanita u otro mineral similar en las rocas vecinas. De modo que podemos suponer que la acción catalítica del agua también hizo sentir su influencia sobre la plagioclasa, destruyendo su estructura en red tridimensional, por ruptura de las ligaduras entre los tetraedros de  $\text{SiO}_4$  y  $\text{AlO}_4$ , facilitando la formación de mayor cantidad de anfíbol y el exceso de  $\text{Al}^{+3}$  combinado con  $\text{Mg}^{+2}$  y  $\text{Fe}^{+2}$ , originaría el espinelo que, como se dijo anteriormente, es visible aun dentro de la plagioclasa. Ese magnesio y hierro en parte provendría del mismo piroxeno y en parte se debería a minerales ferromagnésicos, seguramente óxidos, formados por los iones cedidos por la olivina durante el período ortomagmático.

#### CONSIDERACIONES FINALES

De todo lo expuesto se deduce que en esta roca se observan dos tipos de anillos totalmente diferentes entre sí, en cuanto a su génesis y composición se refiere, que rodean a los cristales de olivina. El primer anillo corresponde a un anillo de reacción formado a expensas de la olivina y de la plagioclasa durante el período ortomagmático, con la activa intervención del escaso contenido de agua en el magma, que produjo la formación de una envoltura de hipersteno alrededor de la olivina, aislándola, de este modo, para cualquier reacción ulterior. Más tarde, durante un período postmagmático, el piroxeno, debido a la presencia de agua, se uralitizó, formando el segundo anillo o corona y, por reacción simultánea, con la plagioclasa, originó una sim-

plectita de anfíbol y espinelo. De modo que el primer anillo observable no es sino el remanente de granos de mayor tamaño transformados en forma parcial. Allí donde la uralitización fue total, dicho anillo no se observa.

La ausencia de enturbiamiento en la plagioclasa y de granate induce a pensar que la cantidad de agua no fue excesiva y que la temperatura fue más bien baja.

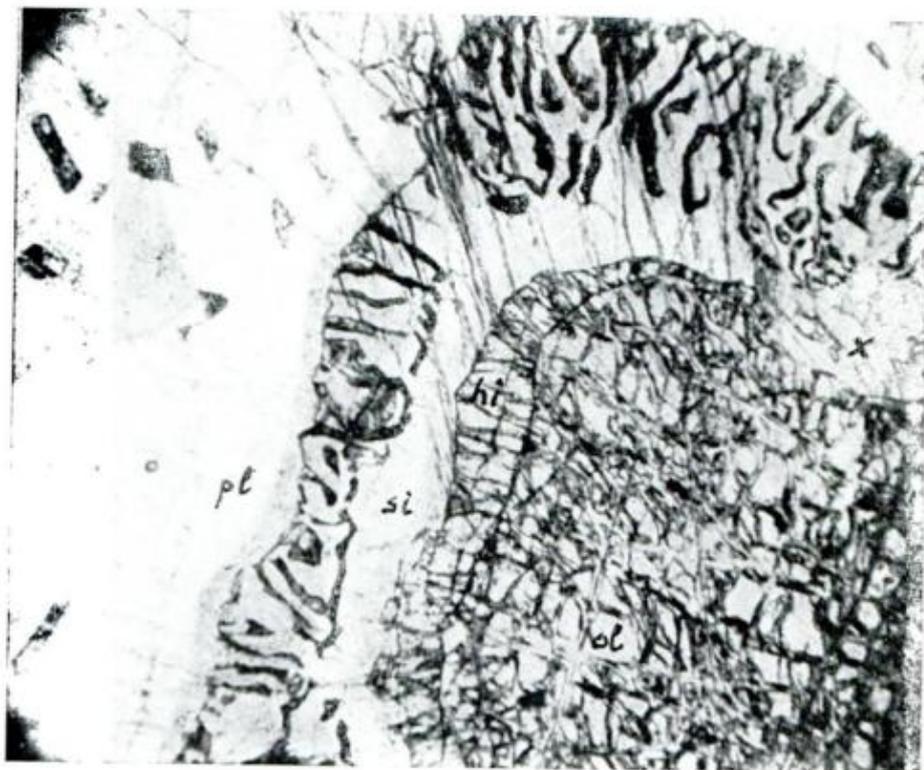
Resta un problema, y es el tratar de determinar o precisar cuál fue ese "período postmagmático" durante el cual se produjo la formación de las coronas y para esto se debe recordar que la norita forma la roca de caja de una pegmatita, y que la olivina y el espinelo disminuyen, hasta desaparecer por completo, al alejarse de aquella pegmatita. Esto induce a pensar que la formación de las simplectitas está íntimamente relacionada con la intrusión del magma pegmatítico, el cual habría aportado la temperatura y el agua necesaria para los fenómenos ya descritos. Pero en este ejemplo no se debe pensar en un estado hidrotermal, sino más bien en un estado pegmatítico, ya que dichas pegmatitas son portadoras de monazita.

#### LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

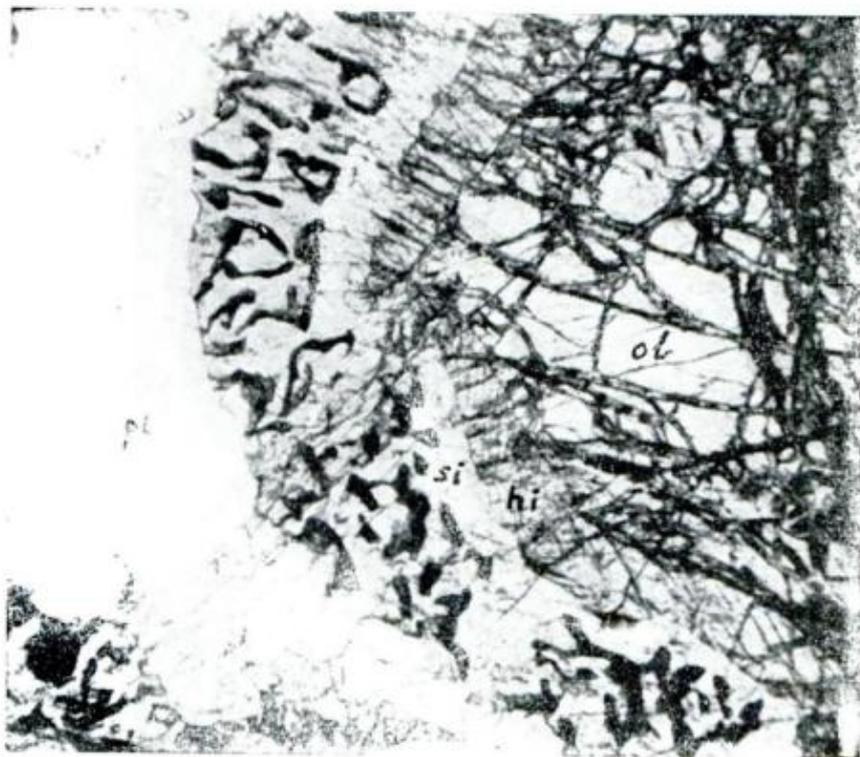
- BARTH, T. F. W. (1927). *Die Pegmatitgänge im Seilandgebiete*.— Vid. Akad. Oslo, n<sup>o</sup> 8.
- BRÖGGER, W. C. (1934-35). *The South Norwegian hyperites and their metamorphism*.— *Skrifter utgitt av det Norske Videnskaps-akademi i Oslo, Mat. Nat. Klasse*, pp. 1-421.
- GJELSVIK, T., (1952). *Metamorphosed dolerites in the gneiss area of Sunnmore on the west coast of southern Norway*. Norsk. Geol. Tidsskr., vol. 30, pp. 34-134.
- GROUT, F. F. (1932). *Petrography and Petrology*. McGraw-Hill.
- HARKER, A. (1909). *The Natural History of Igneous Rocks*.
- HUANG, W. T., and MERRITT, C. A. (1954). *Petrography of the troctolite of the Wichita Mountains, Oklahoma*. — *Am. Min.*, vol. 39, pp. 549-565.
- KUNO, H. (1950). *Petrology of Hakone volcano and the adjacent areas, Japan*. — *Geol. Soc. Am., Bull.* 61, pp. 957-1020.
- LACROIX, A. (1889). *Contribution à l'étude des gneiss a pyroxène*. — *Bull. Soc. Franç. Minér.*, vol. 12, p. 224.
- MASON, B. (1952). *Principles of Geochemistry*.
- MURTHY, M.V.N. (1958). *Coronites from India and their bearing on the origin of coronas*. — *Geol. Soc. Am., Bull.* 68, pp. 23-37.
- NAUMANN, C.F. (1850). *Lehrbuch der Geognosie*.

- NIGGLI, P. (1954). *Rocks and minerals deposits*.
- SCHRAUF, S. (1882). *Beiträge zur Kenntnis des Associationskreises der Magnesia-silicate*. — *Zeitschr. f. Krist.*, vi. (Citado por Sederholm, 1916).
- SCLAR, C.B. (1952). *Coronites from the Preston Gabbro, New London County, Connecticut*. — *Am. Min.*, vol. 37, p. 302.
- SEDERHOLM, J.J. (1916). *On synantetic minerals and related phenomena*. — *Comm. geol. Finlande*, Bull. 48.
- SHAND, S.J. (1945). *Coronas and Coronites*. — *Geol. Soc. Am.*, Bull. 56, pp. 247-266.
- TÖRNEBOHM, A.E. (1877). *Om Sveriges vigtigare Diabas-och Gabbro-Arter*. — *Kgl. Svenska Vetenskaps Academiens Handlingar*, vol. 14, n<sup>o</sup> 13, p. 47. (Citado por Shand, 1945).

Manuscrito recibido diciembre 1961.



1



2

Fig. 1 y 2. — Fotomicrografía dejando ver la olivina (ol) con su aspecto típico originado por la transformación en antigorita. Envolviendo a la olivina se encuentra el 1er anillo (de reacción), constituido por granos de hipersteno (hi) dispuestos tangencialmente a la olivina, y hacia afuera la simplecita (si), que forma el 2º anillo (o corona), constituido por anfíbol y espinelo vermicular. Obsérvese que el espinelo llega a estar en contacto directo con la plagioclasa (pl.). En la fig. 1, el primer anillo es incompleto y la corona está en contacto directo con la olivina en el área marcada con una x. Sin analizador.  $\times 27$ .