

Presencia de rodingitas en las rocas de dique asociadas a gabros de la zona de Yaguaneque, Moa, Holguín

Alianna Corona-Rodríguez
Gerardo Orozco-Melgar
Antonio Rodríguez-Vega

Resumen

En la zona de Yaguaneque abundan las rocas ofiolíticas como parte del macizo Moa-Baracoa. En el interior de los cuerpos básicos (gabros) afloran rocas de diques con tremolita-actinolita, clorita, epidota, clinocloro y zoisita, pertenecientes a la facies de esquistos verdes, indicadores de la existencia de procesos metasomáticos en las rocas básicas y metamorfismo retrógrado. Asociadas a los gabros se reportan rodingitas, en forma de lentes o como diques de color claro, con espesores que varían entre 30 cm y 70 cm y longitud de hasta un metro. La composición mineralógica es: clinocloro, anfíboles cálcicos (tremolita actinolita), zoisita, epidota y clorita. Se interpreta que estas rocas son producto de un metasomatismo cálcico, contemporáneo a la serpentización de las rocas ultrabásicas en dos eventos: el primero asociado a un metamorfismo hidrotermal evidenciado por la preservación de texturas magmáticas; el segundo, durante el emplazamiento tectónico, bajo condiciones de P-T correspondientes a la facies esquistos verdes, que dio lugar a un metamorfismo retrógrado que supuestamente transformó los granates en cloritas. Los gabros constituyen la roca de caja y su composición mineralógica es: plagioclasa (anortita), clinopiroxenos (diópsido) y, subordinadamente, olivino en forma de granos relícticos con un borde de alteración a clorita

Palabras clave: Rodingita; metamorfismo retrógrado; petrografía; metasomatismo cálcico; ofiolitas.

Rodingites found in dike-gabbro associated rocks in the area of Yaguaneque, Moa, Holguín

Abstract

Ophiolitic rocks are found abundantly in the area of Yaguaneque, which is part of the Moa Baracoa massif. Dike rocks occur inside basic bodies (gabbro). Dike rocks contain tremolite-actinolite, chlorite, epidote, clinocllore and zoisite corresponding to green schist facies, indicating that metasomatic processes occurred in the basic rocks as well as retrograde metamorphism. Rodingites in association with gabbros occur in the form of lens or dikes in light color, with thicknesses varying from 30 to 70 cm and up to 1,1 m in length. The mineralogical composition is: clinocllore, calcic amphiboles (tremolite-actinolite), zoisite, epidote and chlorite. It is inferred that these rocks are the product of calcic metasomatism, contemporaneous to the serpentinization of ultrabasic rocks in two events: the first one associated with hydrothermal metamorphism as evidenced by the preservation of magmatic textures, the second one, during the tectonic emplacement, under the P-T conditions associated with greenschist facies, which resulted in retrograde metamorphism where supposedly garnets were transformed into chlorites. Gabbros are box rocks having the following mineralogical composition: plagioclase (anorthite), clinopyroxenes (diopside) and subordinately, olivine which occurs in the shape of relictic grains with an alteration edge to chlorite.

Keywords: rodingite; retrograde metamorphism; petrography; calcic metasomatism; ophiolites.

1. INTRODUCCIÓN

En la región de Moa existen grandes afloramientos de rocas gabroicas del complejo ofiolítico cubano. Su textura puede variar desde granos finos hasta gabro pegmatitas, con enormes cristales de plagioclasas y minerales ferromagnesianos. La composición mineralógica varía desde muy leucocrática (ricos en plagioclasas) hasta muy melanocrática (ricos en minerales ferromagnesianos), lo que se refleja en las concentraciones de sus componentes químicos principales.

Los gabros de la región de Moa pertenecen al complejo cumulativo, según Ríos y Cobiella (1984); Fonseca et al. (1985); Torres (1987); Proenza (1997); Proenza et al. (1999) y Rodríguez (2000). El estudio más reciente sobre los niveles de gabros en esa región es de Silva-Pereira (2006), quien describe los gabros de cuatro zonas: Quemado del Negro, Cayo Grande, Merceditas y Miraflores.

En Quemado del Negro, Silva revela tres tipos litológicos: gabros olivínicos (plagioclasas + clinopiroxenos + olivino), troctolitas (plagioclasas + olivino y escasos clinopiroxenos) y gabros ss (plagioclasas + clinopiroxenos), siendo los más abundantes los gabros olivínicos.

A los gabros bandeados de Merceditas los agrupó en dos tipos litológicos: gabronoritas y gabros olivínicos, ambos con texturas de adcumulados y mesocumulados. Para la zona de Cayo Grande planteó la coexistencia de varios tipos de gabros: gabronoritas, gabros olivínicos, ferrogabros y gabros ss.

Por último, en la zona de Miraflores reseña dos tipos: gabros ss y gabros olivínicos; los primeros compuestos por plagioclasas (45-60 %) y clinopiroxenos (40-55 %), mientras los olivínicos tienen como minerales principales: plagioclasas (55-60 %), olivino (10-15 %) y clinopiroxenos (20-30 %).

Sin embargo, en la zona de Yaguaneque los estudios petrológicos y mineralógicos de esos cuerpos máficos resultan aún insuficientes. De ahí que el objetivo de esta investigación fue caracterizar, desde el punto de vista petrográfico y mineralógico, los gabros vinculados a la asociación ofiolítica Moa-Baracoa y los diques que los cortan.

1.1 Marco geológico local

Las ultramafitas conforman el complejo inferior de la asociación ofiolítica y en el Cerro Miraflores, cercano al poblado de Yaguaneque, están ampliamente distribuidas (Gómez da Silva 1986). Petrologicamente están compuestas por harzburgitas y dunitas, con un alto grado de serpentización. Este complejo ocupa una posición estructural alóctona, conformando mantos de cabalgamiento sobre las

rocas pre-cenozoicas (Cobiella 1983) y está formado, a su vez, por varias escamas tectónicas, hecho presumible a partir de las observaciones en el campo de numerosas zonas con espejos de fricción, esquistosidad y brechamiento.

Las litologías que componen este complejo se distinguen por su variada coloración, textura, composición mineralógica, grado de serpentización y posición estructural. Las harzburgitas serpentizadas, ampliamente distribuidas en el Cerro Miraflores, muestran una coloración verde grisácea con una estructura esquistosa y brechosa. La textura general es pseudoporfírica debido a los relictos de ortopiroxenos que en algunos casos alcanzan del 25 % al 30 % (Gómez da Silva 1986), conservan su forma original tabular prismática y están bastitizadas. El resto corresponde a un agregado representado por crisotilo y antigorita, entre otros.

En el Cerro Miraflores el complejo cumulativo se caracteriza por la presencia de noritas, troctolitas, anortositas y rocas ultramáficas como lherzolitas, websteritas, harzburgitas y dunitas, todas serpentizadas. En la región Moa-Baracoa se observan complejos de diques zonados en haces entrecruzados de plagioclasitas, gabroides y pegmatitas, que impregnan la masa de serpentinitas brechosas, probables representantes de antiguas cámaras magmáticas colapsadas (Iturralde-Vinent 1996).

Macroscópicamente, las rocas de diques presentan una coloración clara, con tonalidades verdosas y aspecto bandeado, observándose cristales de cloritas y proceso metasomático de rodingitización (Gómez da Silva 1986). Las secuencias aparecen invertidas, con las peridotitas en la parte superior.

En el Cerro Miraflores afloran las ultramafitas y los gabroides que conforman el complejo de la asociación ofiolítica del macizo Moa-Baracoa. Estas rocas presentan una estructura interna posiblemente dividida por numerosas escamas tectónicas. Se observan los contactos entre las ultramafitas serpentizadas del complejo, tectonitas, con los componentes del complejo cumulativo.

En las zonas bajas que bordean el Cerro afloran, en la parte occidental, formaciones terrígenas y en la oriental, vulcanitas y gabros cubiertos en ocasiones por depósitos lateríticos redepositados. Los gabroides que conforman el complejo cumulativo están compuestos por anortositas, troctolitas y gabros normales (Iturralde-Vinent 1996). Las anortositas se encuentran ligadas a la parte inferior del complejo cumulativo, siendo de los primeros gabroides en originarse. Estas rocas están muy alteradas, en general, contienen cerca del 80 % de plagioclasas

intensamente saururizadas. El resto de los minerales de estas rocas corresponde a piroxenos alterados sustituidos por anfíbol, del grupo actinolita-tremolita, que forman cristales aciculares y a veces agregados fibrosos radiales; presentan, además, cloritas y algunas veces zeolitas. Debido a la cataclastización a que estuvieron sometidas estas rocas los minerales se presentan formando bandas.

También afloran, en pequeños sectores, rocas de la Fm. Júcaro, con sedimentos parálicos y fluviales del Cuaternario (N). La Fm. Júcaro (Mioceno Superior-Plioceno) está compuesta de calizas generalmente arcillosas, calcarenitas, margas, lutitas, a veces con gravas polimícticas y arcillas yesíferas (Nagy et al. 1976; Gyarmati y Leyét O'Connor 1990). Aflora en toda la costa de la región desde Cananova hasta Yamanigüey.

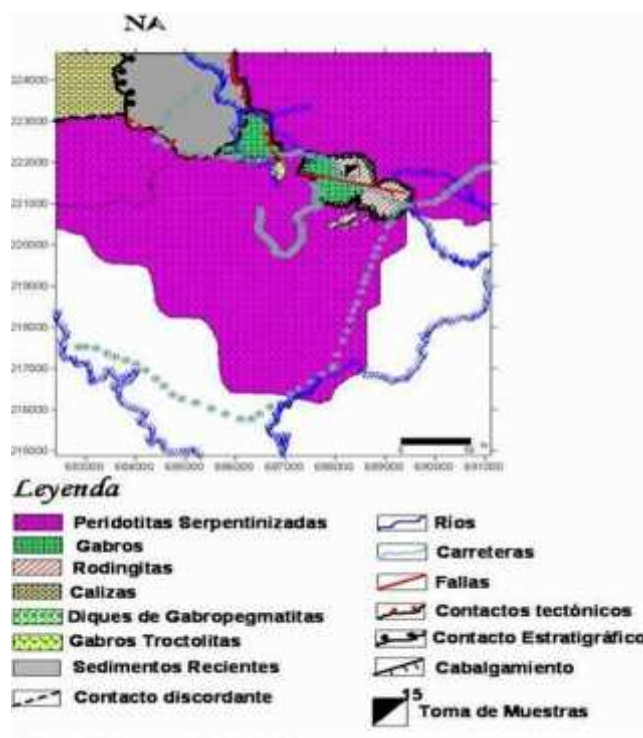


Figura 1. Versión digital del mapa geológico de Yaguaneque a escala 1:50 000.

1.2 Petrogénesis de los gabros

En la Tabla 1 se muestran los contenidos de los componentes mayores de nueve muestras analizadas en el sector Moa-Baracoa, las que por sus características distintivas megascópicas y contenidos de SiO_2 fueron consideradas como gabros (Blanco-Quintero 2003).

Los altos contenidos de MgO , conjuntamente con los de Na_2O , apuntan a favor del marcado carácter cumulativo de los gabros, que en general poseen una distribución de elementos mayores muy semejante a los adcumulados plag-cpx-ol de los gabros cumulativos de otras regiones del mundo, como es en el caso de Omán. La relación $\text{CaO}/\text{Na}_2\text{O}$, en

algunos gabros de colores muy claros, indica que la plagioclasa es esencialmente labradorita.

Tabla 1. Contenidos de elementos mayores en los gabros del sector Moa-Baracoa. Tomado de Blanco-Quintero (2003)

Elementos	Muestras de gabros								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	45,9	47,03	43,97	48,09	46,18	50,29	47,13	46,21	46,26
Al ₂ O ₃	15,21	25,98	18,26	21,39	19,26	15,09	12,24	15,28	15,27
Fe total (Fe ₂ O ₃)	4,86	1,72	5,02	4,9	7,29	6,46	6,5	5,34	5,33
MnO	0,09	0,03	0,08	0,08	0,1	0,13	0,12	0,11	0,11
CaO	13,38	8,41	12,45	13,14	11,47	13,92	14,49	14,1	13,96
MgO	13,74	6,13	14,37	7,85	11,77	8,49	14,03	12,54	12,56
Na ₂ O	1,27	3,89	1,18	2,06	1,51	2,17	1,37	1,58	1,58
K ₂ O	0,08	0,13	0,025	0,026	0,022	0,09	0,022	0,04	0,03
TiO ₂	0,34	0,33	0,1	0,19	0,15	0,54	0,42	0,26	0,26
P ₂ O ₅	0,03	0,05	0,02	0,02	0,023	0,025	0,06	0,025	0,03
P.P.I.	4,69	6,15	4,29	1,88	1,98	2,44	3,28	4,25	4,10
Suma	99,59	99,85	99,765	99,626	99,755	99,645	99,662	99,735	99,486

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Trabajo de campo

En campañas de corta duración se realizó un mapa geológico a escala 1:50 000 (Figura 1), la base topográfica utilizada fue la hoja topográfica Sagua de Tánamo (Hoja 5177-I). Los recorridos estuvieron dirigidos a ubicar los contactos entre las principales unidades geológicas del área de estudio, con énfasis en las pertenecientes a la asociación ofiolítica. Se confirmó la presencia de algunas litologías, ya descritas en la literatura, como son los gabros, troctolitas y gabros pegmatitas y se observaron manifestaciones de procesos metasomáticos en algunas rocas del Cerro Miraflores; se observaron cuerpos de boudinas y fallas (con dirección principal NE-SW), evidenciando alta actividad tectónica.

2.2 Análisis petrográfico

Se analizaron 15 secciones delgadas de las rocas de dique y de caja, del sector Yaguaneque, con el fin de establecer las principales fases minerales. Las secciones delgadas se analizaron bajo microscopio petrográfico, modelo NP-400B, marca NOVEL, de procedencia china. Se preparó el microscopio para observaciones ortoscópicas, utilizando tanto nicols cruzados como paralelos, objetivo 10x, y se determinaron

parámetros ópticos como: color, pleocroísmo, relieve, forma, índice de refracción, colores de interferencia y ángulo de extinción.

2.3 Análisis por Difracción de Rayos X

La muestra fue finamente pulverizada en un mortero de ágata. Se utilizó radiación monocromática de CuK α . Los análisis se practicaron en el laboratorio del CIPIMM, en La Habana, Cuba. Se utilizó el programa ANALYSE cuya base de datos facilita la comparación de las fases minerales con las obtenidas en los difractogramas.

2.4 Análisis por Espectroscopía Infrarroja

Se utilizó un equipo modelo WQF-510, de fabricación china, con un tiempo de escaneo de 16 s. La muestra se pulverizó y se mezcló con bromuro de potasio (KBr) y luego se elaboró una pastilla compacta.

3. RESULTADOS

3.1 Petrografía y composición mineralógica

Gabros troctolitas (muestras 7, 14 y 15)

El gabro troctolita se presenta de forma masiva, con cristales bien formados, está constituido mineralógicamente por plagioclasa (35 %), olivino (60 %) y clinopiroxeno (5 %); además, se identificó clorita (6-15 %) del volumen total, donde esta última es producto de la alteración del olivino y el piroxeno, presentándose en forma de vetillas. La textura que resulta del arreglo de estos minerales es normalmente equigranular hipidiomórfica, en algunos casos reticular con dominios cumulativos. El olivino (Figuras 3 y 4) es un mineral abundante, cuyos cristales suelen presentar un intenso fracturamiento por donde pudieron circular fluidos tardíos que provocaron la cloritización parcial, formando una textura de malla y quedando ellos como relictos. La plagioclasa identificada (Figura 5) es anortita, en cristales anhedrales y subhedrales y con maclas bien definidas; los cristales tienen dimensiones entre 0,5 mm y 2,5 mm. Los clinopiroxenos se presentan en cristales subhedrales, están representados por diópsido que puede alcanzar hasta 3 mm de largo y que generalmente está intensamente fracturado y parcialmente alterado a tremolita. La cromita es el único mineral accesorio que se distinguió en estas rocas, constituyendo menos del 2 % del volumen total. Las muestras 7, 14 y 15 se clasificaron por el diagrama Pl-Ol-Px (Figura 2).



Figura 2. Clasificación de las rocas gabroicas de Yaguaneque, basada en la clasificación modal de Strecheisen.

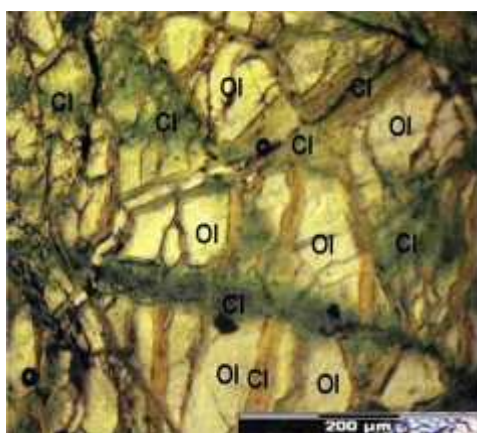


Figura 3. Microfotografía, muestra 14. Cristales de olivino (Ol) cloritizados, la clorita (Cl) se presenta en fibras de color verde (nicos paralelos). Objetivo 10x.

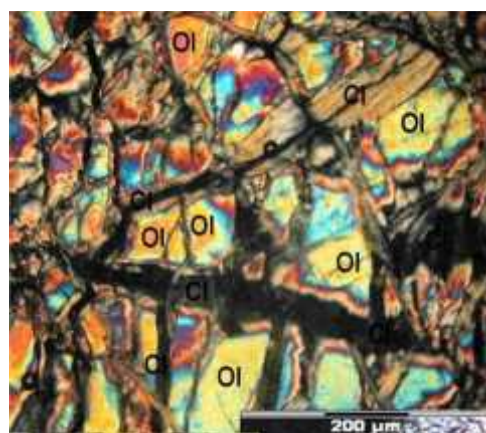


Figura 4. Microfotografía, muestra 14. Cristales de olivino (Ol) con colores de interferencia de amarillo a rojo de segundo orden, están cloritizados. La clorita (Cl) se presenta en fibras de color gris de primer orden (nicos cruzados). Objetivo 10x.

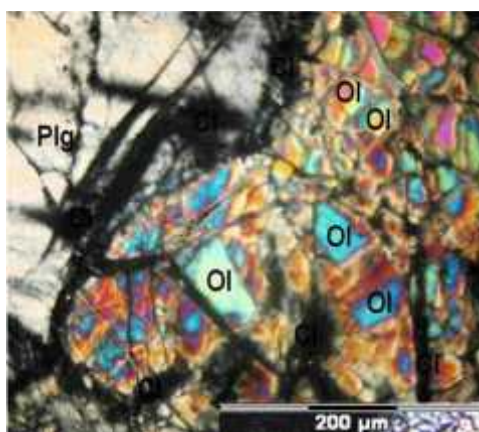


Figura 5. Microfotografía, muestra 7. Cristales de olivino (Ol) con colores de interferencia de segundo orden, están cloritizados. La clorita (Cl) se presenta en fibras de color gris del primer orden. A la izquierda se observa un cristal de plagioclasa básica, con maclas de tipo albita (nicos cruzados). Objetivo 10x.

Rocas de diques (muestras 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11)

Las rocas de diques intruyen a las rocas básicas, son cristalinas, equigranulares, muy densas. Se observa la existencia de dos generaciones de diques ya que uno desplaza al otro localmente. Los minerales esenciales que constituyen los diques son principalmente clorita (55 %), epidota (5 %), zoisita (5 %) y actinolita-tremolita (35 %), predominando el color verde en la roca, con textura granoblástica, a veces con una apariencia glomeroporfídica. Una característica de los diques es la foliación que desarrollaron aparentemente por la intensa deformación y por emplazamiento forzado. La clorita (Figura 9) se presenta en pequeños cristales, aglomerados, a veces en forma de fibras. La epidota (Figura 6) se presenta en agregados columnares, subhedrales, los cristales pueden llegar hasta 0,4 mm. La zoisita se presenta en agregados columnares muy finos, completamente anhedral. La actinolita-tremolita se presenta en cristales prismáticos largos y en agregados de columnares a fibrosos (Figura 8).

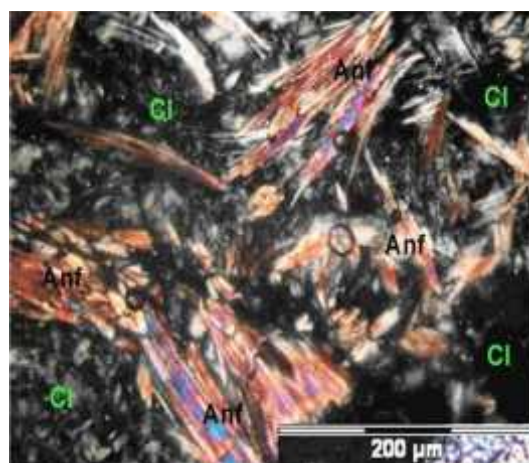
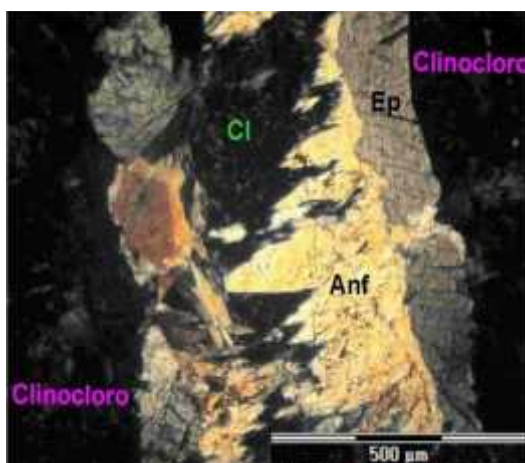


Figura 6. Microfotografía, muestra 8. Presencia de cristales de epidota (Ep) entre clinocloro y anfíboles (Anf) (nicos cruzados). Objetivo 10x.

Figura 7. Microfotografía, muestra 9. Colores de interferencia amarillo-naranja-verde-azul de segundo orden, cristales de anfíboles se presentan en forma fibrosa, y la masa gris oscuro es clorita (Cl). Nicos cruzados. (Objetivo 10x)

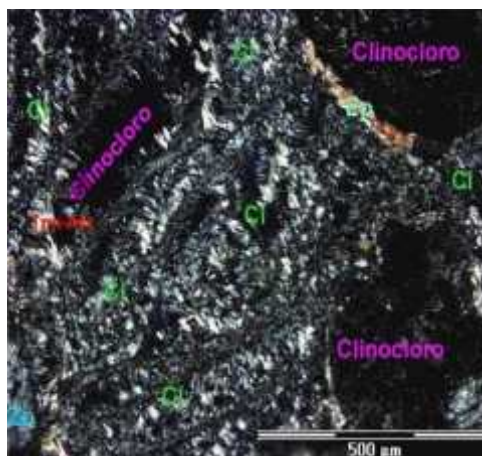


Figura 8. Microfotografía, muestra 8. Color de interferencia bajo del 1er orden casi isótropo, clorita (clinocloro), mezclada con zoisita (Zo) azul anómala, color gris del primer orden, cristales muy pequeños de clorita (Cl) formando un borde entre el clinocloro y la clorita. La Epidota (Ep) amarillo del segundo orden (objetivo 10x). Nícoles cruzados.

Rocas de caja (gabros). Muestras 4, 6, 12 y 13

El gabro es el tipo de roca más abundante de la secuencia máfica. Está constituido esencialmente por plagioclasa (35 %), clinopiroxeno (25 %) y olivino (5 %) y puede presentar, además, tremolita-actinolita, clorita y epidota, constituye la roca de caja de los diques de rocas metasomáticas. La textura del gabro varía de equigranular a inequigranular, donde la forma de los cristales puede variar de anhedral a subhedral. Dentro de estas texturas, en algunas de las muestras se observaron dominios poikiliticos y cumulativos.

El contenido de plagioclasa (Figuras 10 y 11) fluctúa entre 35 y 55 %, con variaciones composicionales de anortita a labradorita y con variabilidad en su tamaño desde 1 mm hasta 4 mm. La clorita constituye (Figuras 10 y 11) entre 18 y 20 % del volumen total de la roca. De los clinopiroxenos solo se identificó el diópsido (Figura 12), el cual se encuentra en algunos casos parcialmente alterado a tremolita-actinolita.

En los cristales de diópsido sin alterar se observan muy bien las bandas de torsión (kink bands) (Figura 12), debido a los movimientos tectónicos, así como en las maclas de la plagioclasa (Figuras 10 y 11).

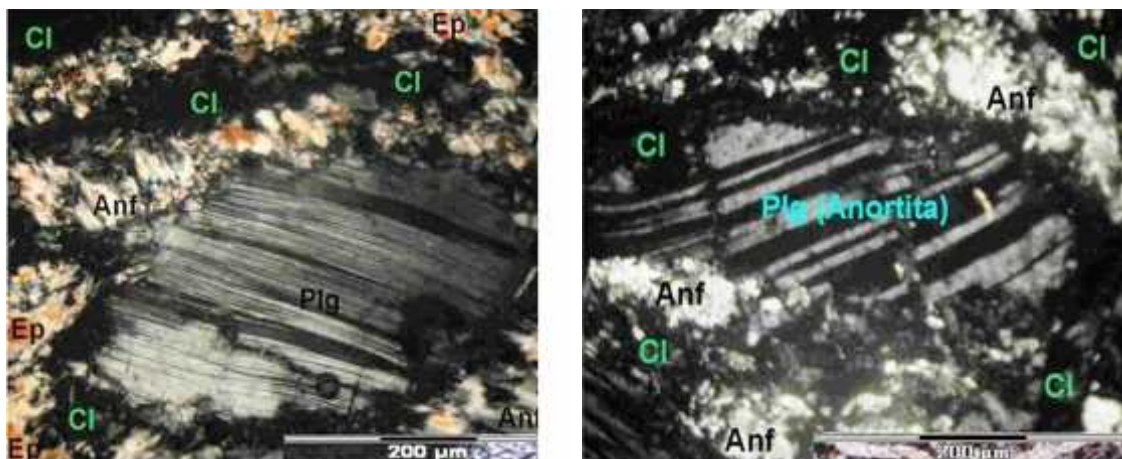


Figura 10. Microfotografía, muestra 4. Plagioclase anortita (Plg) con maclas de tipo albita deformadas, clorita (Cl) de baja birrefringencia, epidota (Ep) de alta birrefringencia, color de interferencia naranja de segundo orden y anfíboles (Anf), tremolita-actinolita. Nícoles cruzados. Objetivo 10x.

Figura 11. Microfotografía, muestra 4. Plagioclase anortita (Plg) con maclas de tipo albita deformadas, clorita (Cl) de baja birrefringencia y anfíboles (Anf), tremolita-actinolita. Nícoles cruzados. Objetivo 10x.

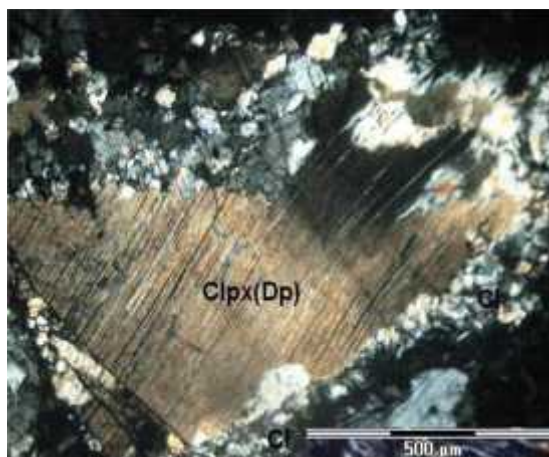


Figura 12. Microfotografía, muestra 4. Plagioclase anortita (Plg), clorita (Cl) de baja birrefringencia y cristales de clinopiroxenos (Clpx), diópsido con bandas de deformación. Nícoles cruzados. Objetivo 10x.

3.2 Análisis por DRX

Los resultados que se muestran en los difractogramas (Figuras 13 y 14), correspondientes a las muestras 8 y 9, indican la presencia de las fases minerales siguientes: clinocloro ($\text{Mg}_5\text{Al}(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$), del grupo de la clorita, presente en las dos muestras analizadas, correspondiendo a los picos de más intensidad; zoisita ($\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{OH}$) se presenta en las dos muestras, estando menos representada en la 9; tremolita ($\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}$) se encuentra como fase principal en la muestra 8, pero en la muestra 9 no se detectan los picos correspondientes a esta fase, aunque en la sección delgada sí se observó la presencia de esta fase mineral y plagioclase (anortita) ($\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$), que solamente se detecta en la muestra 8.

Estos análisis se realizaron para verificar las determinaciones mineralógicas en las rocas de los diques, ya que algunos minerales son difíciles de determinar bajo microscopio, por ejemplo, las cloritas.

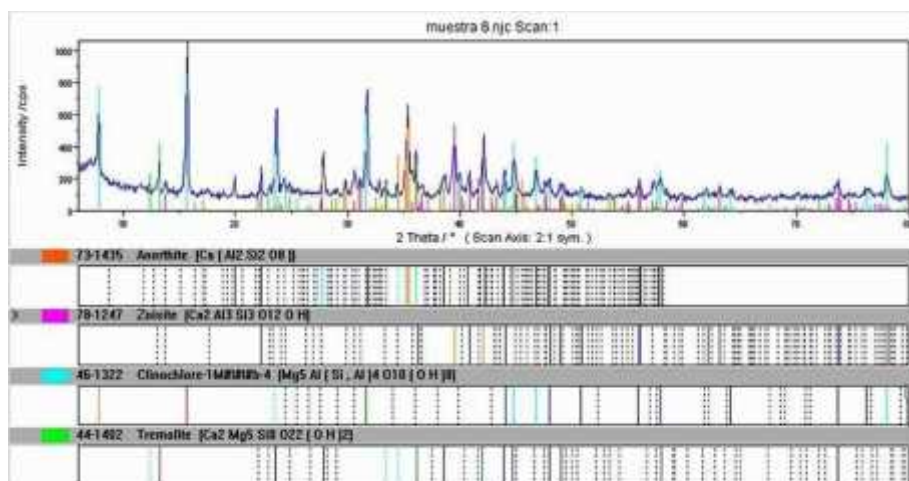


Figura 13. Difractograma de minerales de la muestra 8.

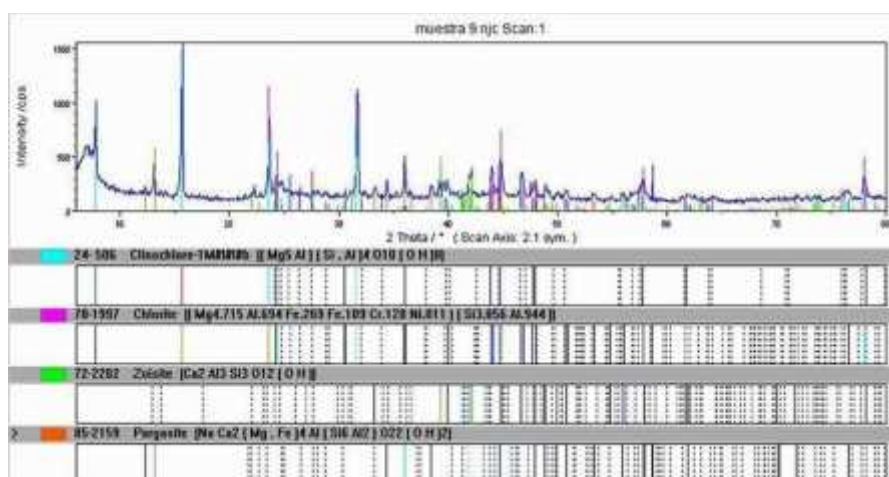


Figura 14. Difractograma de la muestra 9.

3.3 Análisis Infrarrojo (IR)

El espectro infrarrojo resultante es muy semejante al de la Mg-clorita (Figura 15) apareciendo bandas de absorción en 446, 460, 507, 529, 659, 759, 823, 955, 1 002, 1 061 y 1 054 cm^{-1} . Esto indica que la clorita presente en la muestra es clinoclora, como lo corrobora también el análisis de DRX; este mineral tiene un alto contenido de Fe, demostrado por la presencia de las bandas de absorción 759 y 507 cm^{-1} , bandas que aparecen en las cloritas trioctaédricas magnésicas y es fuerte en las cloritas ricas en Fe. Estos análisis se realizaron con el objetivo de verificar el tipo de clorita existente en las rocas de diques.

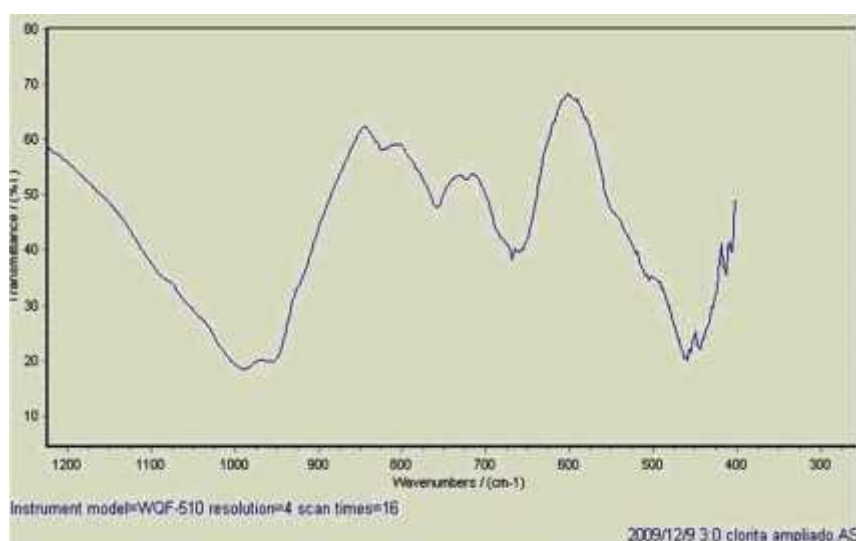


Figura 15. Espectro IR de la muestra 8, intervalo 1200-400 cm^{-1} .

4. DISCUSIÓN

El afloramiento del sector Cerro Miraflores se caracteriza por presentar rocas básicas, máficas, cristalinas; el análisis de las características petrográficas evidenció las fases minerales: plagioclasa (anortita) más clinopiroxenos (diópsido) y olivino, y como minerales neoformados a partir de los primarios, clorita, tremolita-actinolita y epidota.

El diópsido presente en la roca es de origen ígneo (Figura 12) y se transforma en tremolita-actinolita, producto de la propilitización, llegando a transformarse totalmente en las rocas de los diques. La plagioclasa (anortita) se presenta en cristales bien formados, indicando que esta fase mineral fue una de las primeras en cristalizar; en las muestras más cercanas a las rocas claras se encuentra alterada a clorita. También se ve fuertemente afectada por la deformación, que se manifiesta por extinción ondulosa y fracturamiento tensional y de cizalla.

La existencia de maclas polisintéticas en la plagioclasa facilita la observación del grado de deformación a que ha sido sometido el mineral. Así, es frecuente la ocurrencia de cristales con borrado y flexión de maclas o formación de bandas de torsión. Otra característica importante en la plagioclasa de estas rocas es que no presenta efectos de corrosión a consecuencia de la disolución del mineral y su posterior recrystalización en albita. El olivino se presenta en forma de relicto, con fracturas por donde actuaron los fluidos y cloritizaron las rocas.

En la roca de caja la formación de clorita proviene de la alteración de minerales como el olivino, plagioclasas y piroxenos, y es característico encontrarla en paragénesis con la actinolita y la epidota, como se observa en la muestra 4 (Figuras 10, 11 y 12). Las rocas alteradas

hidrotermalmente (cloritizadas) tienen una composición estricta de clorita. A medida que nos acercamos a las rocas de diques aumenta el contenido de clorita tipo clinocloro. La epidota se forma por la reacción entre las plagioclasas y los piroxenos, formando un borde de reacción que indica un proceso metasomático de baja temperatura (Smirnov 1982).

Por lo tanto, podemos concluir que las rocas de caja no fueron anortositas, sino gabros normales que han experimentado un metasomatismo que transformó estas rocas básicas en metasomatitas, con fases minerales características de los esquistos verdes que representan un metamorfismo de bajo grado.

Estas rocas de caja han experimentado deformaciones tectónicas, observándose alineación en los cristales, y manifestando cristales dentro de una matriz (10 %) de granos más finos, principalmente de tremolita-actinolita y epidota, lo que indica una textura milonítica, donde existe reducción del tamaño de los cristales.

En las rocas de diques es característico el color verde, cuya intensidad está en directa relación con su contenido de clorita; esta se forma por la alteración del piroxeno (diópsido), el cual aparece en las rocas de caja, pero ya no en los diques, pues los gabros experimentan una transformación por la acción de los fluidos haciendo que el diópsido se transforme en clorita, dando lugar a una nueva fase mineral. Hay presencia de clinocloro, variedad magnésica de la clorita, identificada también por la difracción de rayos X, a la cual pertenecen los picos de mayor intensidad. Se presenta rellenando espacios, hay evidencia de transformación de un mineral isótropo, que puede ser granate. Este mineral es característico de las metasomatitas básicas, pero por metamorfismo retrógrado puede ser sustituido por clorita, de la variedad clinocloro.

El espectro infrarrojo corroboró que la clorita presente en la muestra analizada de las rocas de diques era clinocloro, pues las bandas de absorción corresponden a las cloritas magnésicas, aunque hay evidencia de cierto enriquecimiento en hierro, demostrado por la presencia de las bandas de absorción 759 cm^{-1} y 507 cm^{-1} , que aparecen en las cloritas trioctahédricas magnésicas y es fuerte en las cloritas ricas en Fe.

En el metamorfismo retrógrado el granate se llega a alterar intensamente, ya que es una fase mineral de alta temperatura que se convirtió en otra asociación mineralógica (según Zardini, 1958), estable, a temperaturas inferiores y cuando es sustituido totalmente evidencia un reequilibrio total de la presión y la temperatura. El clinocloro pudo sustituir a los granates, en condiciones de metamorfismo retrógrado (Zardini 1958).

La epidota se forma por la alteración hidrotermal de los feldespatos, piroxenos y granates componentes del protolito básico que son los gabros, evidenciando un metamorfismo retrógrado (Smirnov, 1982). Las muestras tomadas más hacia el interior del dique presentan un desarrollo abundante de tremolita-actinolita y clorita. Todos estos minerales fueron establecidos por difracción de rayos X, incluyendo la variedad ortorrómbica de la epidota, la zoisita, la cual es muy rara, y se encuentra asociada a zonas de metamorfismo.

De acuerdo con las características petrográficas de las rocas de diques su paragénesis principal es: clorita + tremolita – actinolita + zoisita + epidota; esta asociación mineral pertenece a rocas metasomáticas, las rodingitas, lo que se reporta por primera vez en el sector del Cerro Miraflores, Yaguaneque. Estas rocas son producto del metasomatismo cálcico, ellas imitan las texturas, el tamaño de los granos y el bandeamiento rítmico de su protolito: los gabros. Parece que las rocas metasomáticas fueron formadas como resultado de la interacción entre los gabros y la fusión basáltica a una alta temperatura. La fusión basáltica residual segregada de la solidificación de la peridotita, puede haber causado este metasomatismo. La ausencia de talco y wollastonita en las rocas metasomáticas de Yaguaneque indican temperaturas menores a 500 °C y la ausencia de minerales de alta presión (lawsonita) sugiere una $P_{H_2O} < 4$ kb (Ortiz-Hernández 1999). La preservación de texturas magmáticas en las rocas gabroicas asociadas sugiere un régimen estático (Ortiz-Hernández 1999).

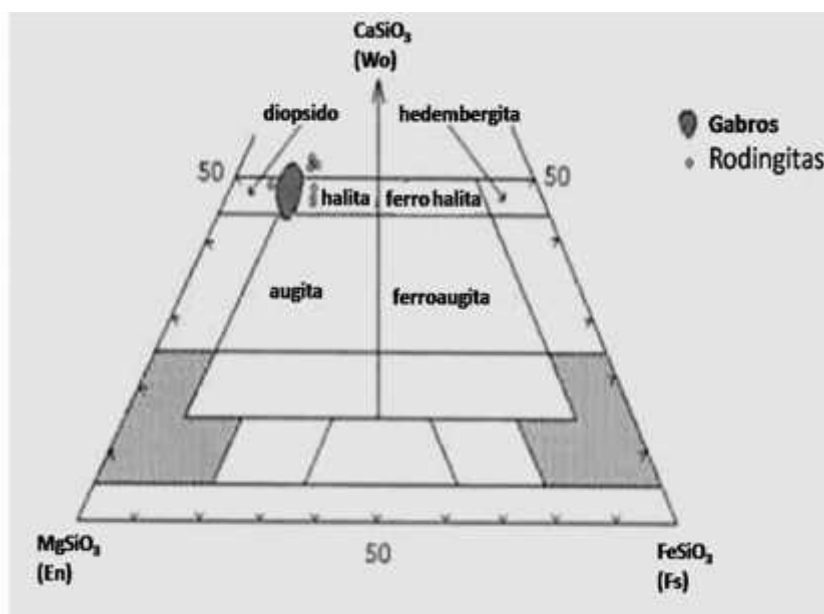


Figura 16. Composición de los clinopiroxenos en los gabros y rocas metasomáticas. Tomado de Ortiz-Hernández (1999).

La Figura 16 indica que la principal composición de los clinopiroxenos presentes en los gabros y en las rodingitas es el diópsido, lo cual fue corroborado por los análisis petrográficos realizados.

El metasomatismo cálcico parece ser una de las situaciones más interesantes en la zona. La incorporación del Ca al sistema pudiera estar relacionada con el proceso de serpentización de las rocas ultrabásicas, pues no se han encontrado cuerpos de rocas carbonáticas en el área, ni efectos de albitización en la plagioclasa de la roca de caja, proceso que involucra liberación e incorporación de Ca al sistema. También puede guardar relación con la acción de soluciones magmáticas tardías debido a la presencia de diques o venas del tipo de las rodingitas.

5. CONCLUSIONES

- Las rocas de diques que cortan los gabros presentan fases minerales con características petrográficas y mineralógicas de rodingitas.
- La composición mineralógica de las rodingitas es: tremolita – actinolita + clorita + epidota + zoisita + clinocloro.
- Se estableció que las rocas de caja son gabros, con la siguiente composición mineralógica: plagioclasa (anortita) + piroxenos (diópsido) + olivino.
- La presencia de clorita y la paragénesis clorita + anfíboles + epidota en las rodingitas de Yaguaneque podrían indicar una temperatura de reequilibrio inferior a los 475 °C y ± 2 kb de presión.
- Las rocas gabroicas presentan minerales de alteración que indican la circulación de fluidos de baja temperatura (cloritización y epidotización). Los gabros han experimentado un metasomatismo cálcico, dando lugar a rocas metasomáticas con fases minerales características de la facies de esquistos verdes.
- Se presume que la ausencia de grosularia en la rodingita se debe a la transformación retrógrada de ese mineral a clorita.

6. AGRADECIMIENTOS

Al Dr. C. Castellanos por su colaboración en los análisis de difracción de rayos X, realizados en el laboratorio del CIPIMM y al Profesor Titular Dr. C. José Nicolás Muñoz por su revisión crítica y aportes al trabajo.

7. REFERENCIAS

- BLANCO-QUINTERO, I. 2003: Nuevos datos petroquímicos y petrográficos de las magmatitas y metamorfitas de algunos sectores del Bloque Oriental Cubano. Sectores Moa-Baracoa y Sierra del Convento. Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- COBIELLA, J. L. 1983: Sobre la geología de la Sierra de Cristal y áreas adyacentes. *Minería y Geología*. 2: 19-27.
- FONSECA, E.; ZELEGUGIN, V. N. & HEREDIA, M. 1985: Structure of the ophiolite association of Cuba. *Geotectonic* 19: 321-329.
- GÓMEZ DA SILVA, S. 1986: Estudio preliminar de las ofiolitas y vulcanitas situadas en el Cerro Miraflores y sus alrededores en el municipio de Moa, Holguín. Tesis de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico. 72 p.
- ITURRALDE-VINENT, M. A. (editor) 1996: Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba. Project 364, IGCP, Special contribution 1: 254.
- ITURRALDE-VINENT, M. A. 1998: Sinopsis de la constitución geológica de Cuba. *Acta Geológica Hispana*. 33(1-4): 9-56.
- NAGY, E.; BREZSNYANSZKY K.; BRITO A.; COUTIN D.P.; FORMELL F.; FRANCO G.L.; GYARMATI P.; JAKUS P.; G.Y. RADOCZ. 1976: Texto explicativo del mapa geológico de la provincia de Oriente a escala 1:250 000. Academia de Ciencias de Cuba.
- NAUMANN, K. F. 1826: *Lehrbuch der Mineralogie*. Engelmann, Leipzig, 209 p.
- ORTÍZ-HERNÁNDEZ, L. E. 1999: Petrogénesis de la rodingita del cretácico inferior de la Sierra de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 16(2): 147-154.
- PROENZA, J. 1997: Mineralización de cromita en la faja ofiolítica Mayarí-Baracoa (Cuba). Ejemplo del yacimiento merceditas. Tesis doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- PROENZA, J.; GERVILLA, F.; MELGAREJO, J. C. & BODINIER J. L. 1999: Al- and Cr-rich chromitites from the Mayarí-Baracoa ophiolitic belt (Eastern Cuba): Consequence of interaction between volatile-rich melts and peridotites in suprasubduction mantle. *Economic Geology* 94: 547-566.
- RÍOS, Y. I. & COBIELLA, J. L. 1984: Estudio preliminar del macizo de gabroides Quesigua de las ofiolitas del este de la provincia de Holguín. *Minería y Geología* 2(2): 109-132.
- RODRÍGUEZ, R. 2000: Estudio petrológico de las rocas de afinidad ofiolítica portadoras de ilmenita en la zona de Cayo Grande en el macizo Moa-Baracoa. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico. 69 p.
- SILVA-PEREIRA, G. 2006: Petrología y geoquímica de los niveles de gabros en el macizo ofiolítico Moa-Baracoa. Tesis doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- TORRES, M. 1987: Característica de la asociación ofiolítica de la región norte de Moa-Baracoa y su relación con el arco volcánico cretácico. Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico.

Alianna Corona Rodríguez acoronar@udg.co.cu.

Máster en Ciencias Geológicas. Universidad de Granma, Cuba.

Gerardo Orozco Melgar gorozco@ismm.edu.cu

Doctor en Ciencias Geológicas. Profesor Titular.
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba.

Antonio Rodríguez Vega arvega@ismm.edu.cu

Doctor en Ciencias Geológicas. Profesor Titular.
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba.