

## CARACTERÍSTICA PETROGRÁFICAS Y MINERALÓGICAS DE LAS ROCAS DE DIQUES DE YAGUANEQUE, MOA, HOLGUÍN

**Alianna Corona Rodríguez, Gerardo Orozco Melgar, Antonio Rodríguez Vega**

*Instituto Superior Minero Metalúrgico, Cuba, Las Coloradas s/n Cp: 83329, Moa, Holguín.*

### RESUMEN

En el presente trabajo titulado “**Características petrológica y mineralógicas de las rocas de diques de Yaguaneque, Moa, Holguín**” nos basamos en las propiedades ópticas y composición mineralógica de las rocas presentes en la zona de Yaguaneque, principalmente de diques, a partir de diferentes técnicas analíticas. En el mismo se presentan tablas y gráficos, los cuales fueron interpretados en conjunto con la información geológica obtenida de diferentes trabajos, realizados anteriormente en la región y el área de estudio, así como en otras rocas similares en otras partes del mundo, ya que las rocas estudiadas presentan evidencias de transformaciones metasomáticas. Se reporta en Moa la presencia de metasomatitas (rodingitas) asociadas con rocas básicas (gabros) con estructura de cúmulos del cretácico inferior en la Faja Ofiolítica Moa – Baracoa. Las rodingitas proceden de protolitos gabróticos que se presentan como diques angostos claros (30 cm – 70cm de espesor y 1.10m de largo), o lentes incluidos en las rocas ultrabásicas. Su composición mineralógica es de clorita, Clinocloro, anfíboles cálcicos (Tremolita actinolita), zoisita, epidota.

Se interpreta que estas rocas sean producto de un metasomatismo cálcico, contemporáneo a la serpentización de las rocas ultrabásicas en dos eventos: el primero asociado a un metamorfismo hidrotermal oceánico, evidenciado por la preservación de texturas magmáticas, el segundo, durante el emplazamiento tectónico, bajo condiciones de P-T de facies de esquistos verdes sufriendo un metamorfismo retrógrado transformando los granates en cloritas.

### ABSTRACT

The area of Yaguaneque, Moa is characterized to have a great volume of rocks of the ofiolitic complex, like part of the massif Moa-Baracoa. Inside the basic bodies that correspond to the gabbros they appear rocks of dikes with tremolite-actinolite, chlorite, epidote, cline chlorine and zoisite, belonging to the facieses of green schist indicating the existence of metasomatic processes of the basic rocks and of retrograde metamorphism. The rodingites presence is reported that constitute the dikes, associated to gabbros; the rodingites is presented as dikes of clear colour between 30 and 70 cm of thickness and 1.10 m of long or lens. Their mineralogical composition is: cline chlorine, anfíboles calcic (tremolite actinolite), zoisite, epidote and chlorite.

It is interpreted that these rocks are the product of a metasomatism calcic, contemporary to the serpentization of the ultrabasic rocks in two events: the first associated to a hydrothermal metamorphism, evidenced by the preservation of magmatic textures, the second, during the tectonic location, I lower conditions of P-T corresponding to the facieses green schist's, giving place to a retrograde metamorphism that became supposedly to the garnets chlorites. It was determined that the box rock is gabbros, report that is carried out work presently. The gabbros are characterized to have the following mineralogical composition: plagioclase (anorthite), clinopiroxenes (diopside) and subordinately olivine which is presented in form of relictic grains with an alteration border to chlorite.

## INTRODUCCIÓN

En la región de Moa existe una gran diversidad de gabros en cuanto a sus texturas y composición mineralógica. De acuerdo a su textura, ellos pueden variar desde gabros de granos finos hasta gabropegmatitas constituidas por enormes cristales de plagioclasas y minerales ferromagnesianos, mientras que por su composición mineralógica ellos varían desde muy leucocráticos, ricos en plagioclasas, hasta muy melanocráticos, ricos en minerales ferromagnesianos, lo que evidentemente 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 y otros, 1985; Torres, 1987; Proenza, 1997; Proenza y otros, 1999; y Rodríguez, R., 2000. El estudio más reciente sobre los niveles de gabros en la región es de Silva Pereira (2007), el cual describió los gabros de la zona del Quemado del Negro, Cayo Grande, Mercedita y Miraflores. En Quemado del Negro reveló tres tipos litológicos de gabros: gabros olivínicos (plagioclasa + clinopiroxeno + olivino), troctolitas (plagioclasa + olivino y escasos clinopiroxenos) y gabros ss (plagioclasa + clinopiroxenos); este autor expone que de estos tipos de gabros en esta zona los que más abundan son los gabros olivínicos. Los gabros de Mercedita los clasifica en dos tipos litológicos de gabros bandeados: gabros olivínicos y gabronoritas, ambos tipos de gabros están caracterizados por presentar texturas de adcumulados y mesocumulados.

En la zona de Cayo Grande, Silva Pereira plantea que coexisten varios tipos de gabros: gabros norita, gabros olivínicos, ferrogabros y gabros ss. Por último en la zona de Miraflores reseña dos tipos de gabros: gabros ss y gabros olivínicos. Para esta última zona señala que los primeros tienen una composición mineralógica compuesta por plagioclasa (45-60%) y clinopiroxeno (40-55%) y los gabros olivínicos presentan como minerales principales: plagioclasa (55-60 %), olivino (10-15 %) y clinopiroxenos (20-30 %).

Como se ha podido comprobar en la región de Moa existen grandes afloramientos de rocas gabroicas del complejo ofiolítico cubano, sin embargo, estos cuerpos máficos aún carecen de estudios petrológicos y mineralógicos. El objetivo de este trabajo es dar a conocer las características petrográficas y mineralógicas que presentan las rocas de diques vinculadas a la asociación ofiolítica Moa- Baracoa, en la localidad de Yaguaneque, Moa.

## Marco geológico Local

Las ultramafitas conforman el complejo inferior de la asociación ofiolítica, las cuales en área del Cerro de Miraflores están ampliamente distribuidas, conformando sin lugar a dudas las litologías predominantes (Gómez da Silva, 1986). Petrologicamente están compuestas por harzburgitas y dunitas, en todos los casos con un alto grado de serpentización. Este complejo ocupa una posición estructural alóctona en el corte geológico, conformando mantos de cabalgamientos sobre las rocas pre-Cenozoicas (Cobiella, 1983). Es posible que formen a su vez varias escamas tectónicas, hecho presumible a partir de las observaciones en el campo de numerosas zonas con espejos de fricción, esquistosidad y brechamiento.

En condiciones de campo las diferentes litologías componentes de este complejo se distinguen por su variada coloración, textura, composición mineralógica, grado de serpentización y posición estructural que ocupa. Las harzburgitas serpentizadas, presentan una coloración verde grisácea con una estructura de esquistosidad, brechosa y pseudoporfírica, estando ampliamente distribuidas en todo el corte estudiado.

Petrográficamente las harzburgitas serpentizadas, presentan una textura general pseudoporfírica

debido a los relictos de ortopiroxenos que en algunos casos alcanzan desde 25 al 30% (Gómez da Silva, 1986), que conservan su forma original tabular prismáticos y están sustituidos por bastita. El resto corresponde a un agregado, representado por crisotilo, antigorita y otros.

En el área de estudio está presente el complejo cumulativo que se caracteriza por la presencia de noritas, troctolitas y anortositas y rocas ultramáficas como lherzolitas, websteritas, harzburgitas y dunitas, todos serpentinizados (Iturralde-Vinent, 1998).

Según Iturralde-Vinent, (1998) en la región Moa-Baracoa, se observan complejos de haces entrecruzados de diques zonados de plagioclasitas, gabroides y pegmatitas, impregnando una masa de serpentinitas brechosas, probables representantes de antiguas cámaras magmáticas colapsadas. Macroscópicamente estas rocas metasomáticas? presentan una coloración clara, con tonalidades verdosas y de 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. Este afloramiento se puede catalogar como único, aunque la génesis es muy confusa (A. Rodríguez-Vega, com. pers, 2009).

En el sector del Cerro Miraflores, afloran las ultramafitas y gabroides que conforma 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 serpentinizadas del complejo tectonitas con los componentes de complejo cumulativo.

En las zonas bajas que bordean el Cerro Miraflores, 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 anortosita, troctolita y gabros normales (Iturralde-Vinent, 1998). La anortosita se encuentra vinculada a la parte inferior del complejo cumulativo, siendo de los primeros gabroides en originarse.

Estas rocas se presentan intensamente alteradas, en general contienen cerca del 80 % de plagioclasas intensamente saussuritizadas. El resto de los minerales de estas rocas corresponden a piroxenos alterados sustituidos por anfíbol, del grupo actinolita-tremolita formando 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 por calizas generalmente arcillosas, calcarenitas, margas, lutitas, a veces con gravas polimícticas y arcillas yesíferas (Nagy y otros, 1976; Gyarmati y Leyé O'Connor, 1990). Esta formación aflora por toda la costa en la región de Cananova y Yamanigüey.

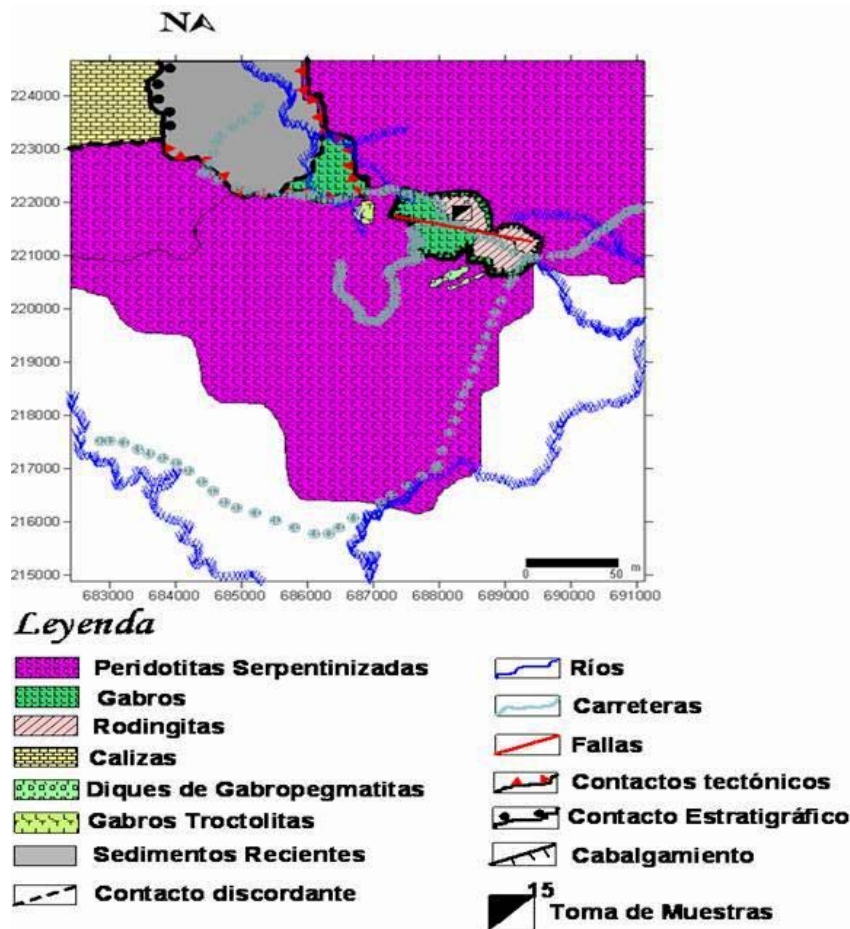


Figura 1.- Mapa geológico de Yaguaneque.

## Petrogénesis de los gabros

### Los gabros

En la región de Moa existe una gran diversidad de gabros en cuanto a sus texturas y composición mineralógica y quimismo. De acuerdo a su textura estos pueden ser desde gabros de fina granularidad hasta gabropegmatitas constituidas por enormes cristales de plagioclasas y minerales ferromagnesianos, mientras que por su composición mineralógica y quimismo ellos varían desde muy leucocráticos, ricos en plagioclasas, hasta muy melanocráticos, ricos en minerales ferromagnesianos, lo que evidentemente se refleja en las concentraciones de sus componentes químicos principales. En la Tabla 1 se muestran los contenidos de los componentes mayores de las muestras analizadas en sector Moa-Baracoa que por sus características distintivas megascópicas y contenidos de SiO<sub>2</sub> fueron consideradas como gabros, mientras que la Tabla 2 contiene los principales parámetros que rigen la distribución de los componentes principales en estas rocas (Blanco-Quintero, 2003).

Tabla I.- Contenidos de elementos mayores en los gabros del sector Moa – Baracoa.



Elementos	CGY-2	CGY-7	CGY-10	CGY-15	CGY-16	GFN-1	PT-1	M-3	M-4
SiO <sub>2</sub>	45,9	47,03	43,97	48,09	46,18	50,29	47,13	46,21	46,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,21	25,98	18,26	21,39	19,26	15,09	12,24	15,28	15,27
Fe total (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	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 <sub>2</sub> O	1,27	3,89	1,18	2,06	1,51	2,17	1,37	1,58	1,58
K <sub>2</sub> O	0,08	0,13	0,025	0,026	0,022	0,09	0,022	0,04	0,03
TiO <sub>2</sub>	0,34	0,33	0,1	0,19	0,15	0,54	0,42	0,26	0,26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,05	0,02	0,02	0,023	0,025	0,06	0,025	0,026
P. I.	4,69	6,15	4,29	1,88	1,98	2,44	3,28	4,25	4,1
Suma	99,59	99,85	99,765	99,626	99,755	99,645	99,662	99,735	99,486

Los altos valores en los contenidos de MgO, conjuntamente con los contenidos de Na<sub>2</sub>O están a favor del marcado carácter cumulativo de los mismos, que en general poseen una distribución de elementos mayores muy semejante a los adcumulatos plag-cpx-ol de los gabros cumulativos de otras regiones del mundo, como es el caso de Oman. La relación CaO/Na<sub>2</sub>O en algunos gabros muy leucocráticos indica que la plagioclasa es esencialmente labrador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la caracterización tanto petrológica como mineralógica de las rocas se emplearon varios métodos. Estos se basaron en la determinación de los minerales constituyentes de las rocas por vía óptica y con el uso de la DRX, y con el análisis de sus características texturales, que al combinarse permiten llegar a dar una nomenclatura a las rocas.

Se utilizó el método petrográfico, analizando 15 secciones delgadas de las rocas de diques y de caja, llegando a establecer las principales fases minerales presentes. También se analizaron las muestras a partir de los métodos difracción de rayos X (DRX) y espectroscopia infrarroja (FTIR), obteniéndose gráficos y fotografías que corroboraron las fases minerales presentes así como sus características mineralógicas.

Los nuevos métodos utilizados tuvieron un gran impacto, ya que revelaron minerales no reportados en investigaciones anteriores, ayudando a obtener una clasificación más certera de las rocas.

Para el análisis petrográfico se tuvo en cuenta las principales fases minerales formadoras de los gabros que son el olivino, piroxenos y plagioclasa así como de los procesos metasomáticos que afectaron dicha roca, la cloritización y epidotización. La tremolita-actinolita, clorita, zoisita y epidota son los principales minerales de las rodingitas, y es frecuente que durante el metasomatismo se formen estos minerales por la influencia de fluidos ricos en Ca y Mg, por lo que en estos gabros al metasomatizarse formarían estos minerales y se transformarían en rocas metasomáticas.

## RESULTADOS

### 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, presentandose 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 provocando la cloritización parcial, formando una textura de malla y quedando ellos como relictos. La plagioclasa (Figura 5) identificada es anortita, en cristales anhedral y subhedral y con maclas bien definidas, los cristales tienen dimensiones entre 0.5 y 2.5mm. Los clinopiroxenos se presentan en cristales subhedral, están representados por diópsido que puede alcanzar hasta 3mm de largo y que generalmente está intensamente fracturados y parcialmente alterados 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 PI-OI-Px (Figura 2)

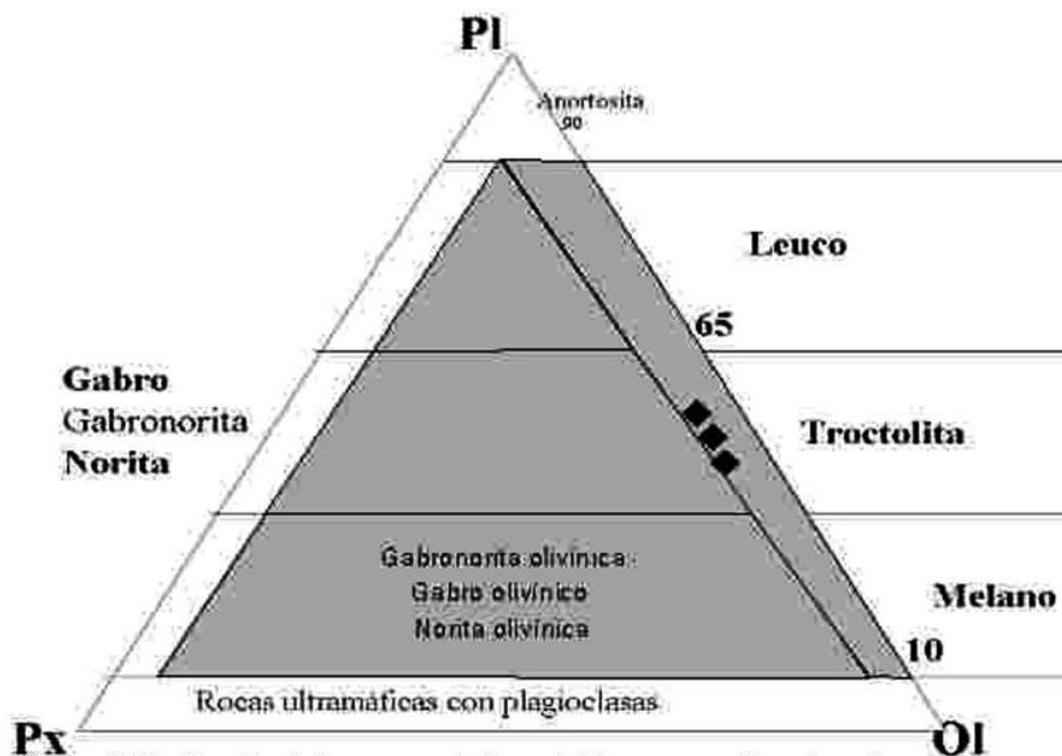


Figura 2.- Clasificación de las rocas gabróicas de Yaguaneque. Basado en la clasificación modal ( Streckeisen, 1973)



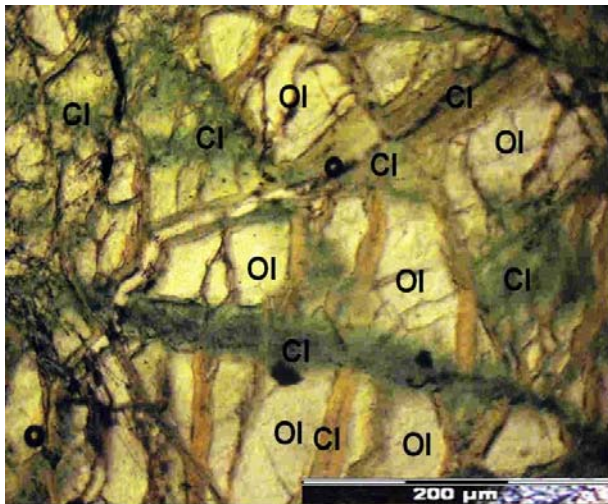


Figura 3 Microfotografía, muestra 14, Cristales de olivino (Ol) cloritizado, la clorita (Cl) se presenta en fibras de color verde. (Nicoles paralelos). 10x.

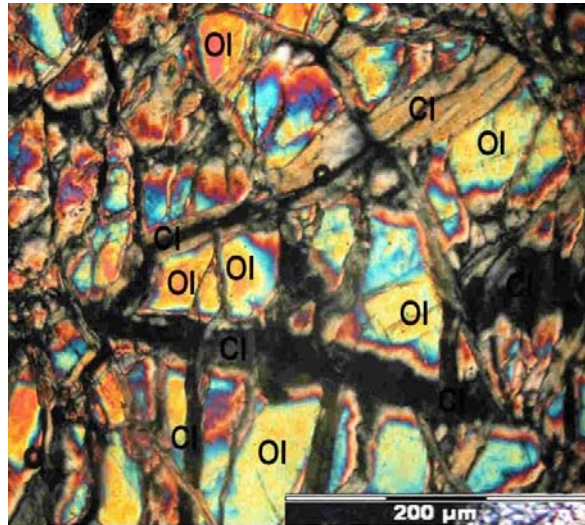


Figura 4. Microfotografía muestra 14. Igual a la foto anterior. (Nicoles cruzados). 10x.

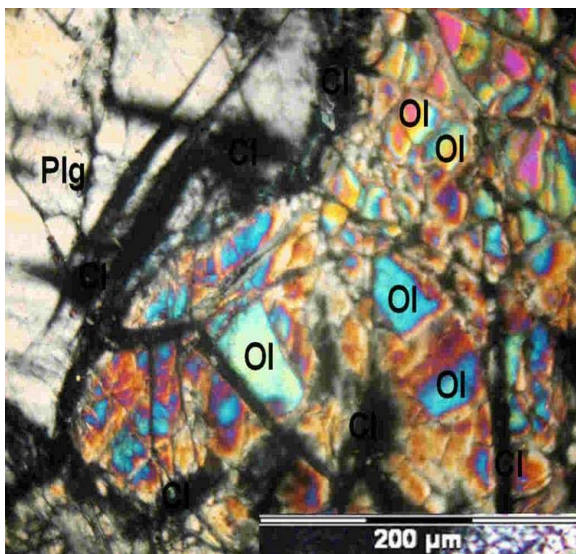


Figura 5. Microfotografía muestra 7. Igual a la foto anterior. Nicoles cruzados. 10x.

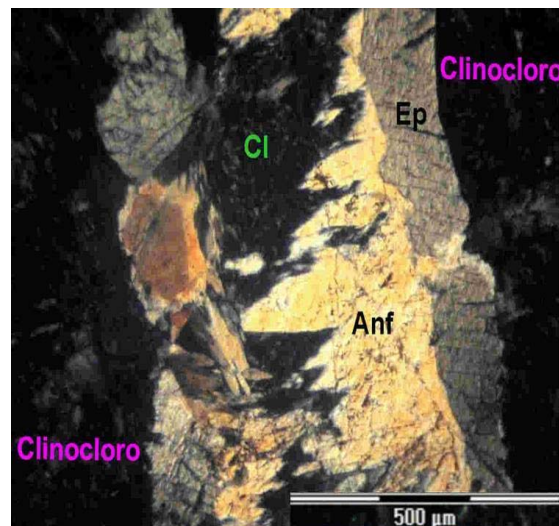


Figura 6. Microfotografía muestra 8. Presencia de cristales de epidota (Ep) entre clinoclino y anfíboles (Anf). (Nicoles cruzados). 10x.

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

Las rocas de diques intrusionan 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 a los diques son principalmente clorita (55%), epidota (5%), zoisita(5%), 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 desarrollan aparentemente por la intensa deformación 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 0.4mm. La zoisita se presenta en agregados columnares muy finos, completamente



anhedrales. La actinolita-tremolita (figura 8) se presenta en cristales prismáticos largos y en agregados columnares a fibroso.

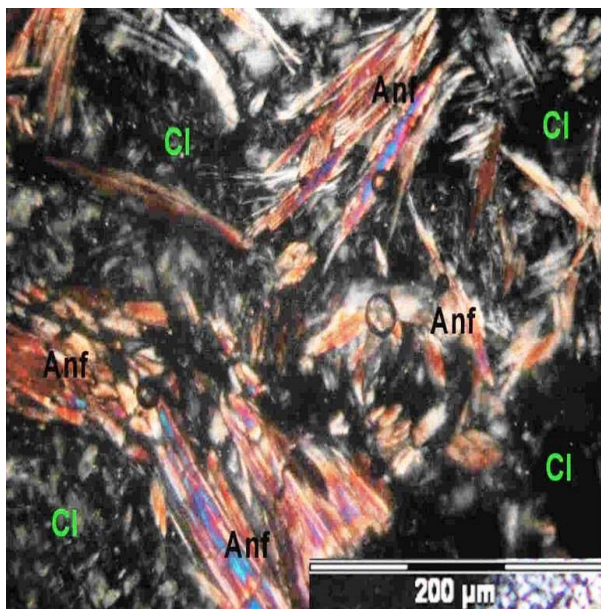


Figura 8. Microfotografía muestra 9. Igual a la foto anterior. (Nicoles cruzados). 10x.

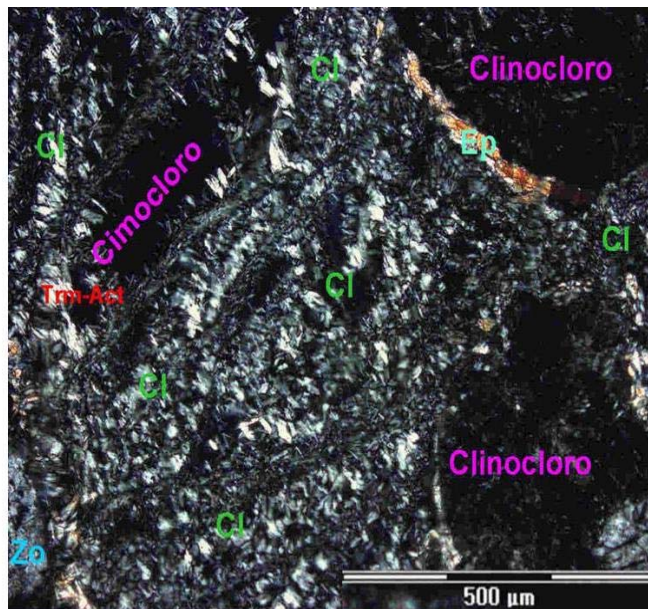


Figura 9. Microfotografía muestra 8. Igual a la foto anterior. (Nicoles cruzados). 10x.

#### 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 poikilíticos y cumulativos. El contenido de plagioclasa (figura 10 y 11) fluctúa entre 35% y 55%, con variaciones composicionales de anortita a labradorita y con variabilidad en su tamaño desde 1 hasta 4mm. La clorita (figura 10 y 11) constituye entre 18 y 20 % del volumen total de la roca. De los clinopiroxenos sólo 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 Kink Band (bandas de torsión) (figura 12), debido a los movimientos tectónicos, así como en las maclas de la plagioclasa (figura 10 y 11)



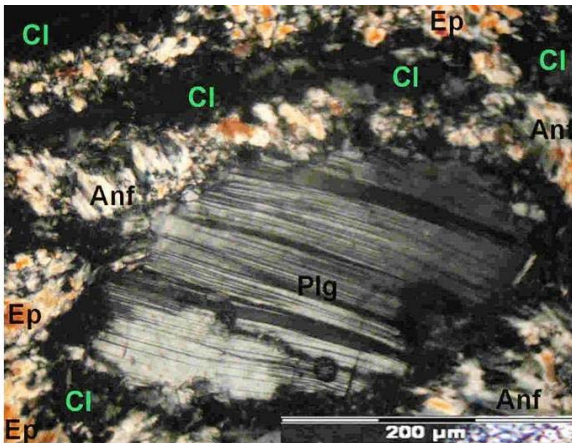


Figura 10. Microfotografía muestra 4. Plagioclasa (Plg), anortita, con maclas tipo albita deformadas, clorita (Cl) de baja birrefringencia, epidota (Ep), alta birrefringencia (Naranja) y anfíboles (Anf), tremolita-actinolita, en forma fibrosa. (Nicoles cruzados). 10x.

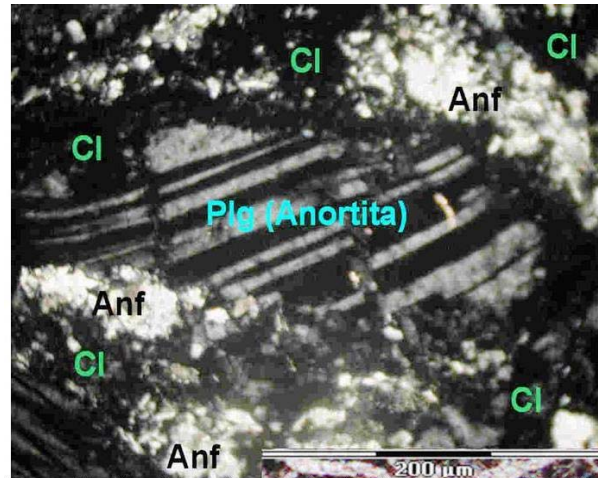


Figura 11. Microfotografía muestra 4. Plagioclasa anortita (Plg), con maclas tipo albita deformadas, clorita (Cl) de baja birrefringencia y anfíboles (Anf), tremolita-actinolita. (Nicoles cruzados). 10x.

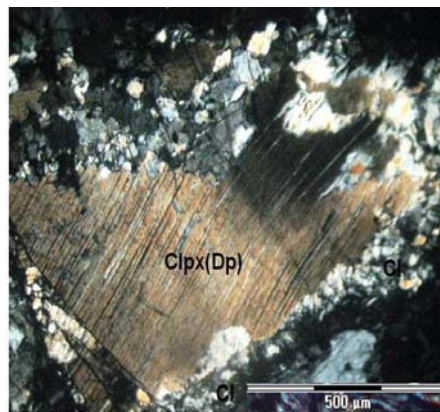


Figura 12. Microfotografía muestra 4. Igual a la foto anterior. El diópsido muestra deformación tipo Kink band. (Nicoles cruzados). 10x.

## Análisis por DRX

Los resultados que se muestran en los difractogramas de las figuras 13 y 14, correspondientes a las muestras 8 y 9, indican la presencia de las fases minerales : **clinocloro** ( $Mg_5Al(Si, Al)_4O_{10}(OH)_8$ ) (grupo de la clorita), éste se encuentra presente en las dos muestras analizadas, correspondiendo a los picos de mas intensidad; **zoisita** ( $Ca_2Al_3Si_3O_{12}OH$ ), se presenta en las dos muestras, estando menos representada en la muestra 9; **tremolita** ( $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}$ ) 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 si se observó la presencia de esta fase mineral y **plagioclasa** (anortita) ( $Ca(Al_2Si_2O_8)$ ), 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.

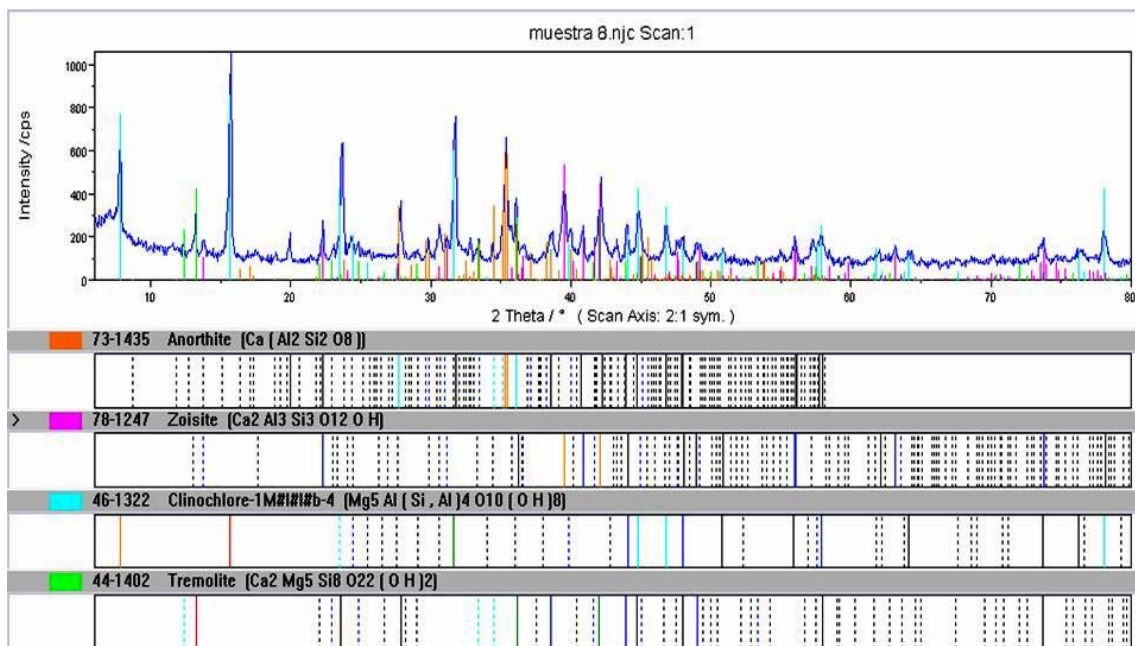


Figura 13 Difractograma de minerales de la muestra 8 (Moa, Holguín, Cuba)

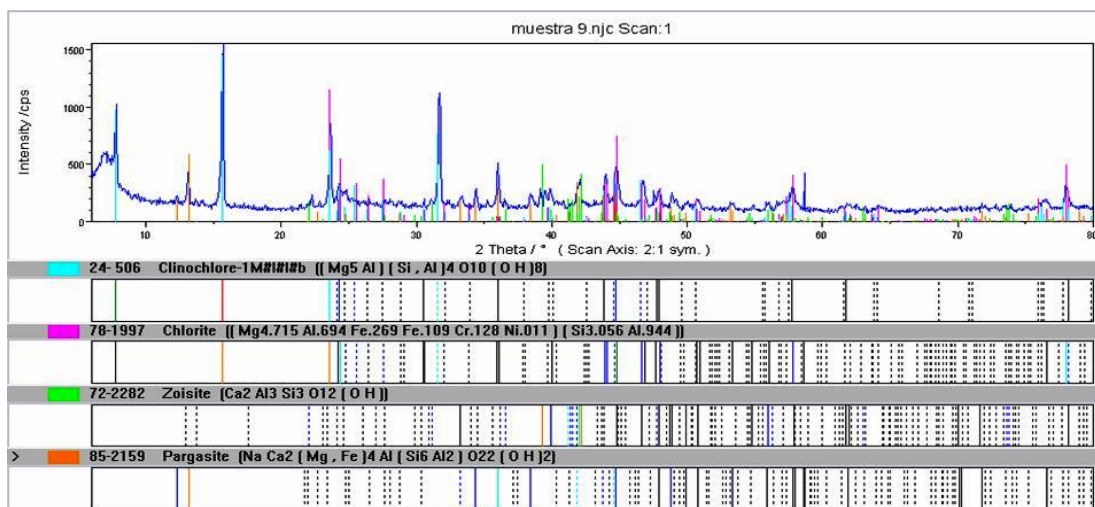


Figura 14 Difractograma de minerales de la muestra 9. (Moa, Holguín, Cuba)

## Análisis por IR

A partir de los análisis de IR, indica que la clorita presente en la muestra es clinocllore como lo demuestra también el análisis de DRX, este con un alto contenido de Fe, demostrado por la presencia de la banda de absorción 759 y 507  $\text{cm}^{-1}$ , banda que aparece en las cloritas trioctahédricas magnésicas y es fuerte en las cloritas ricas en Fe.

Los resultados de este análisis arrojó un espectro infrarrojo muy semejante a los de la Mg-clorita (Figuras 15) obteniendo bandas de absorción en 446, 460, 507, 529, 659, 759, 823, 955, 1002, 1061, 1054  $\text{cm}^{-1}$ . Esto indica que la clorita presente en la muestra es clinocllore como lo demuestra también el análisis de DRX, este con un alto contenido de Fe, demostrado por la presencia de la banda de

absorción 759 y 507  $\text{cm}^{-1}$ , banda que aparece en las cloritas trioctahédricas 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.

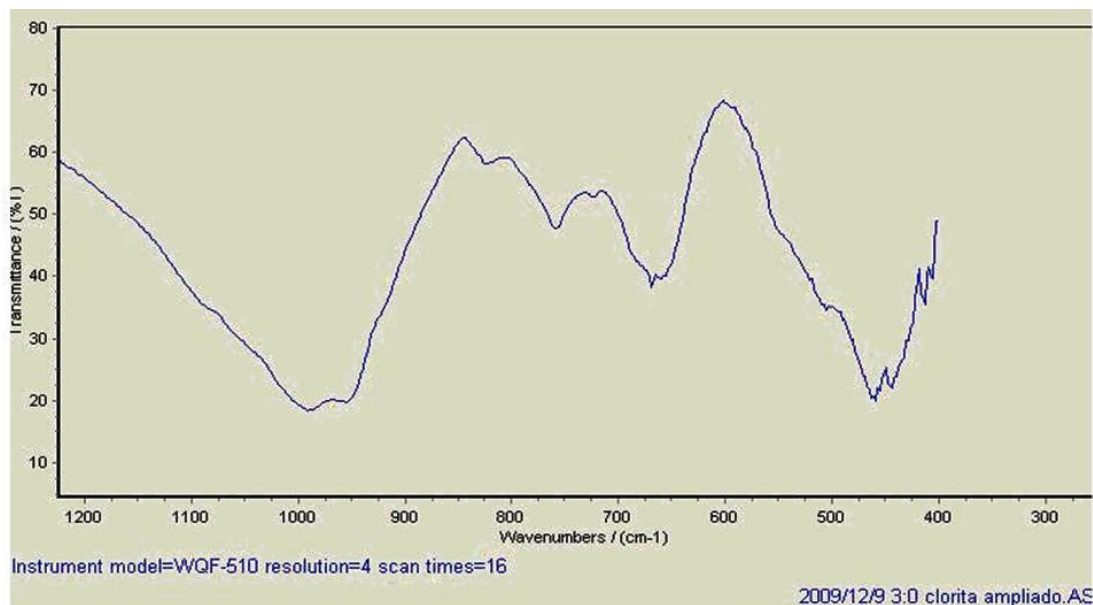


Figura 15 Espectro infrarrojo de clorita- Mg. Ampliado, muestra #8 (Moa, Holguín, Cuba)

## DISCUSIÓN Y RESULTADOS

El afloramiento del sector Cerro Miraflores se caracteriza por presentar rocas básicas, máficas, cristalinas, el análisis de las características petrográficas evidenciaron las fases minerales: plagioclasa (anortita) + clinopiroxenos (diópsido) + 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 y se transforma en tremolita-actinolita (Figura 3.19), 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 al que ha sido sometido el mineral. Así, es frecuente la ocurrencia de cristales con borrado y flexión de maclas o formación de bandas tipo 'kink band'. 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.

El tipo de clorita que se presenta en la roca de caja es pennina. 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 estas muestras. Las rocas alteradas hidrotermalmente (cloritizadas) tienen una composición estricta de clorita que pertenece a la pennina (Smirnov, 1982). 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 plagiolcasas 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, transformando estas rocas básicas en metasomatitas, con fases minerales características de esquistos verdes que representa 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, ésta se forma por la alteración del piroxeno (diópsido), el cual aparece en las rocas de caja, pero ya no en los diques. 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 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  $759$  y  $507\text{ cm}^{-1}$ , 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 (según 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.

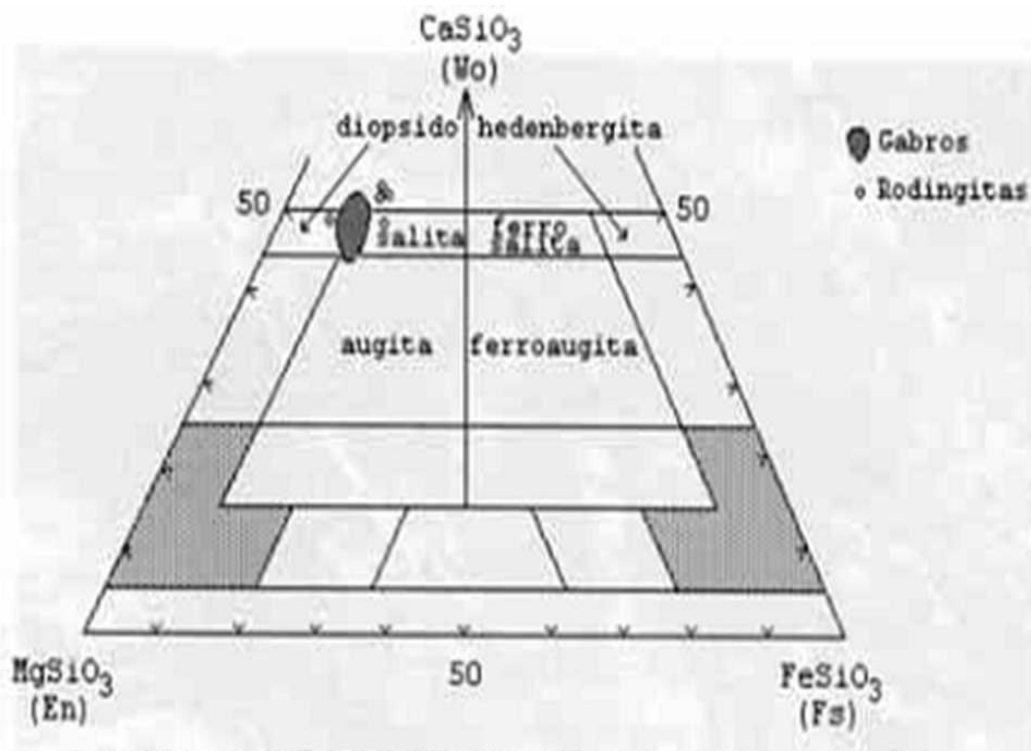


Figura 16 Composición de los clinopiroxenos en gabros y rocas metasomáticas.  
Tomado de Ortiz-Hernández, 1999.

De acuerdo con las características petrográficas de las rocas de diques su paragénesis principal es: clorita+tremolita-actinolita+zoisita + epidota, esta fase mineral pertenece a rocas metasomáticas, las rodingitas, lo que se reporta por primera vez en el sector del Cerro de Miraflores. 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 (p.e., lawsonita) sugiere una  $P_{H_2O} < 4\text{kb}$  (Ortiz-Hernández, 1999). La preservación de texturas magmáticas en las rocas gabroicas asociadas, sugiere un régimen estático (Ortiz-Hernández, 1999).

Como se puede observar en la Figura 16 la principal composición de los clinopiroxenos presentes en los gabros y en las rodingitas es el diópsido, esto se corrobora por los análisis petrográficos realizados en este trabajo.

El metasomatismo cálcico, aparenta ser una de las situaciones más importantes en la zona. La incorporación de Ca al sistema se puede relacionar al proceso de serpentinización de las rocas ultrabásicas debido a que no se han encontrado cuerpos de rocas carbonáticas entre las rocas presentes en el área, ni efectos de albitización en la plagioclasa de la roca de caja, proceso que involucra liberación y/o incorporación de Ca al sistema. También se puede relacionar con la acción de soluciones magmáticas tardías debido a la presencia de diques o venas del tipo de las rodingitas.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren que las rocas de diques que cortan los gabros presentan fases minerales que obedecen a las características petrográficas y mineralógicas de las rocas metasomáticas, rodingitas. La composición mineralógica de las mismas 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  $\pm$  2kb de presión. Las rocas gabróicas 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 esquistos verdes y por último se estima que la ausencia de grosularia en la rodingita se debe a la transformación retrógrada de este mineral a clorita.

## Agradecimientos

Al compañero Castellanos por su colaboración en los análisis químico de Difracción de Rayos X, realizados en el laboratorio del CIPI y al Profesor Titular Dr.C José Nicolás Muñoz por sus aportes al trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- BLANCO-QUINTERO, IDAEL. 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*. 2003. ISMM
- FONSECA, E.; V.N. ZELEGUGIN; M. HEREDIA. Structure of the ophiolite association of Cuba. *Geotectonic*, 19: 321-329, 1985.
- GOMEZ DA SILVA, 1986. Estudio preliminar de las Ofiolitas y vulcanitas situadas en el Cerro Miraflores y sus alrededores en el municipio Moa. Holguín. *Tesis de diploma*, ISMM, Departamento de Geología, 72
- NAUMANN K.F. (1826) Lehrbuch der Mineralogie. Leipzig, Engelmann, 209pp
- ORTIZ-HERNÁNDEZ, L. E. Petrogénesis de la rodingita del cretácico inferior de la Sierra de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, volumen 16, número 2, 1999, p-147-154
- PROENZA J. Mineralización de cromita en la faja ofiolítica Mayarí-Baracoa (Cuba). Ejemplo del yacimiento merceditas. *Tesis Doctoral*, ISMM, 1997
- PROENZA, J.; F. GERVILLA; J.C. MELGAREJO; J.L. BODINIER. 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, 1999.
- RIOS, Y.I. y J.L. COBIELLA. Estudio preliminar del macizo de gabroides Quesigua de las ofiolitas del este de la provincia de Holguín. *Minería y Geología*, 2: 109-132, 1984.
- RODRÍGUEZ, R. 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*. Centro de Información. ISMMM, 2000. 69p.
- TORRES, M. Característica de la asociación ofiolítica de la región norte de Moa-Baracoa y su relación con el arco volcánico Cretácico. *Trabajo de Diploma*. Centro de Información. ISMMM, 1987.





