

PATRONES DE METEORIZACIÓN DE ROCAS OFIOLÍTICAS DE CUBA ORIENTAL: SU IMPORTANCIA PARA LA MINERÍA

*Weathering trends of eastern cuban ophiolitic rocks:
its importance for mining*

Waldo Lavaut Copa

E-mail: wlavaut@geominera.co.cu
Empresa Geominera de Oriente

RESUMEN

La corteza de meteorización que contiene los principales yacimientos de Fe-Ni-Co del territorio oriental de Cuba ocupa una significativa parte del área de la ofiolita de las Sierras de Nipe-Cristal y Moa-Baracoa (30 % de su superficie total). Durante la prospección geológica de dichos yacimientos se ha encontrado la existencia de los diferentes complejos y niveles intrusivos de la asociación ofiolítica con una extensa variedad de rocas máficas y ultramáficas, cuya meteorización ha ocurrido siguiendo diferentes patrones, con mayor o menor acarreo y acumulación de componentes útiles (Ni y Co) y nocivos (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO). Dentro de ellas las variedades máficas se destacan como fuertes contaminantes de la mena de alimentación de las plantas metalúrgicas, por bajar la ley de Ni e incrementar los índices de SiO_2 libre y otros minerales nocivos al proceso, como gibbsita, halloysita, caolinita, beydellita, montmorillonita principalmente, por lo que constituye un aspecto de primordial importancia su identificación, estudio y apropiada cartografía por los geólogos y mineros, por cuanto una buena parte de la minería avanza hacia áreas relacionadas con niveles más altos de la asociación ofiolítica donde es mayor la frecuencia de rocas máficas y rocas transicionales entre las mafitas y ultramafitas que generalmente producen cortezas mineralizadas con Ni, pero con alto contenido de nocivos.

PALABRAS CLAVE: Corteza de meteorización, intemperismo, patrón de meteorización, modelación

litológica, cartografiado, elementos contaminantes, potencial menífero.

ABSTRACT

The extensive crust of waste with the main Fe-Ni-Co ore deposits in Eastern Cuba overlies a significant portion (30 % of total surface) of the ophiolite of the Sierra de Nipe-Cristal and Moa-Baracoa ranges. During prospecting works of these ore deposits were found the different intrusive ophiolitic complexes and levels with a diversity of mafic and ultramafic rocks having different trends of the weathering process with more or less loss or retention of mineralizing (Ni,Co) and contaminant (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO) components mainly for mafic varieties which decrease Ni and increase significantly the content of free SiO_2 and other nocive to the metallurgical process minerals like mainly gibbsite, halloysite, caolinite, beydellite, montmorillonite, so becoming an important aspect their identification, study and cartography by both geologists and miners as far as an important part of mining workings goes towards areas related with higher levels of ophiolites where are more frequently mafic and transitional within mafic and ultramafic rocks which generally produce Ni-mineralized crusts of waste, but with high content of contaminants.

KEY WORDS: weathering crust, trend of weathering, lithological modelling, mapping, contaminant elements, ore potential.

INTRODUCCIÓN

En el territorio de Cuba Oriental, los macizos de Sierra de Nipe-Cristal y Moa-Baracoa constituyen la mayor parte del segmento oriental del cinturón ofiolítico cubano, siendo considerados porciones alóctonas de litosfera oceánica con una extensión de 170 km, un ancho de 10-12 km, aproximadamente 1 000 m de espesor promedio y con una superficie total de 2 700 km² (Proenza y otros, 1998). Estos macizos fueron obducidos hasta la superficie durante la colapsación de la paleoestructura volcánica de Cuba, y mantienen una elevada base erosional en su mayor área durante un tiempo geológico prolongado: no menos de 80-85 millones de años, o sea, desde el Cenomaniaco. El 30 % de su superficie está cubierto eluvialmente por una corteza de intemperismo laterítica de 10 m de potencia promedio, desarrollada en terrenos amesetados y de suave pendiente (principalmente 5-15), con cotas entre +50 hasta +900 m respecto al nivel del mar, prolongadamente (Maestrichtiano-Paleoceno hasta el Reciente) (Lavaut, 1998). La edad del emplazamiento tectónico de estos macizos se considera entre el Cretácico Superior (Campaniano) y el Paleoceno Inferior, según las evidencias estratigráficas de los cabalgamientos asociados a las ofiolitas (Quintas y otros, 1994).

El macizo Nipe-Cristal está constituido principalmente por rocas del complejo tectonizado y, en menor grado, también, del cumulativo máfico y de la zona de transición (impregnación) entre ambos. Algunos investigadores (Navarrete y otros, 1991) reportan además la presencia del complejo de diques paralelos de diabasas, pero las relaciones de campo de estos diques indican su pertenencia a la parte superior transicional (zona de impregnación) del complejo tectonizado, ya que de manera amplia cortan tardíamente los cuerpos de harzburgita alternantes con dunita y cromitas de alto cromo incluidas en esta última, así también como a diques de piroxenitas (websterita) que cortan a las rocas ultramáficas y cromitas. No obstante, por su composición química, estas mafitas son compatibles con diques paralelos. El grado de serpentización de las ultramafitas es en general mayor de 50 % y cercano a 95-100 % para las muestras de superficie, debido sobre todo a la hidratación meteórica, pues se observa una tendencia a la disminución hasta 30-45 % de la serpentización con el incremento de la profundidad. La presencia de los diques cortantes de piroxenita, abundantes inclusiones de pargasita, correlación negativa del patrón de tierras raras ligeras, el carácter eminentemente metalúrgico de las cromitas (cromitas

de alto cromo), entre otras, indican para las rocas de este macizo ofiolítico una génesis a partir de fundidos boniniticos con altas tasas de fusión parcial y alto contenido de volátiles (fusión mantélica hídrica) en condiciones mantuales relativamente calientes, compatibles con el ambiente profundo de una zona de suprasubducción (Proenza y otros, 1998; Zhou *et al.*, 2001).

Las principales rocas ultramáficas que constituyen el macizo Nipe-Cristal son las harzburgitas y, en menor grado (20-30 % de difusión), las dunitas, que forman cuerpos tabulares, lenticulares o esferoidales dentro de la masa harzburgítica, por lo cual en determinadas localidades se generan frecuentes bandeamientos (alternancias dunito-harzburgíticas) con la separación de cuerpos relativamente potentes (15-60 m) de dunita, por lo general con cromitas en su interior (70 % de probabilidad), ello controla la distribución de depósitos y yacimientos cromíferos de este macizo. En el macizo es significativa la propagación de rocas máficas, aunque predominan hacia la periferia.

Las mafitas más difundidas espacialmente son las diabasas y doleritas, que muestran una variación centrípeta simétrica del tamaño del grano, con la granulometría gruesa hacia el centro que en ocasiones llega a formar tamaños pegmatoides pequeño y mediano de los piroxenos. La variación de la granulometría de las mafitas condiciona la generación de gabro-diabasas y microgabros, y, minoritariamente, de gabros. Se encuentran en este macizo, también con menor difusión, diferenciados que constituyen leucocrátidos ofiolíticos representados por dioritas cuarcicas y tonalita leucocrática (micromonzodioritas), en las localidades Pinalito y La Chivera, que cortan a las peridotitas formando diques.

El macizo Moa-Baracoa presenta un corte ofiolítico más completo, pero con una difusión muy restringida del complejo tectonizado (peridotítico) que se ha reconocido en el bloque de Monte Bueno con unos 40 km² de extensión (Gyarmati y otros, 1990), aunque también se indica en localidades aisladas del macizo Moa-Baracoa; por ejemplo, la región de El Toldo, Miraflores, etcétera.

Las tectonitas se constituyen por harzburgitas y dunitas subordinadas con cuerpos de cromitas, y presentan una estructura protogranular con deformación del olivino y piroxenos; minoritariamente se asocian dunitas plagioclásicas, wehrlitas, lherzolitas, piroxenitas y anfibolitas de bajo grado de metamorfismo del Jurásico Superior-Cretácico Inferior. Aunque se considera problemática la determinación

de la posición del Moho petrográfico y la segregación de piroxenos, son las harzburgitas y wehrlitas las rocas más frecuentes, y ocasionalmente aparecen piroxenitas, lherzolitas, así como transiciones entre estas rocas. Los complejos de gabros forman cuerpos de 1-3 km de ancho y 10-15 km de longitud, cuya parte inferior se caracteriza por un significativo bandeamiento. Las principales rocas máficas establecidas son: gabros olivínicos, gabronoritas, gabros, leuco y melanogabros, troctolitas, gabros pegmatíticos, anortositas y leucocrátidos ofiolíticos (dioritas, plagiogranito oceánico, albitita). El complejo de diques de diabasas no es característico en este macizo, se ha reportado en forma de bloques tectónicos incluidos en la parte superior de los niveles de gabros, y están representados por diques de diabasa, microgabro, dolerita y basalto. Las rocas ultramáficas con plagioclasa (dunita plagioclásica, harzburgita plagioclásica, lherzolita plagioclásica, wehrlita plagioclásica, troctolita, etc.) indican la presencia de la zona de transición, que en este macizo está bien manifestada. La génesis de las ofiolitas de este macizo se asocia a magmas tholeíticos generados por tasas reducidas de fusión parcial, afín con los basaltos de tipo MORB en mantos pocos profundos, o posiblemente de cuenca de back-arc influido por la percolación magmática proveniente de las partes profundas de una zona de subducción (Proenza y otros, 1998).

Los macizos de ofiolíticos de las Sierras de Nipe-Cristal y Moa-Baracoa contienen las principales áreas con cortezas de intemperismo en Cuba Oriental, las que incluyen los más grandes yacimientos ferroniquelífero-cobálticos de Cuba. Por esta razón, se requiere caracterizar el proceso de meteorización de las variedades de rocas que componen a esta ofiolita y sus cortezas de intemperismo en ambos macizos, lo que hasta el momento no se ha realizado suficientemente, por lo cual se requiere un cartografiado geológico y litológico más preciso, así como la evaluación de los aspectos relacionados con la metalurgia y la minera. Respecto a esto, el presente artículo contribuye a esclarecer algunas cuestiones geológicas de la meteorización de las variedades de rocas ofiolíticas y su incidencia en el valor económico de los depósitos minerales, así como llamar la atención de los especialistas relacionados con estos aspectos, dada la importancia para un correcto minado y aprovechamiento del mineral.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se basa en el procesamiento, comparación y generalización de la información obteni-

da durante los trabajos de prospección geológica de más de 26 943 pozos, así como proveniente de reconocimientos geológicos magistrales realizados sobre afloramientos clave ubicados en el área de los macizos ofiolíticos, y del análisis y de la generalización de la información de fondo y publicada.

Se estudió la distribución de las variedades de rocas que componen el substrato de la corteza de intemperismo, con el objetivo de resaltar la presencia y ubicación de rocas gabroideas, tanto frescas (basamento) como intemperizadas (en los depósitos friables), por la importancia que esto reviste para la minería y tratamiento geológico y tecnológico de los yacimientos, pues los gabroides meteorizados son fuertes contaminantes del mineral que se va a procesar y muchas veces pasan inadvertidos, sobre todo cuando están fuertemente meteorizados, encubiertos por la vegetación o escaparon a la vista del geólogo por alguna otra causa. Con este fin, se generalizó la información existente sobre las cortezas de intemperismo de las rocas ultramáficas y gabroides, presentes en los mencionados yacimientos y áreas aledañas.

Se realizó el estudio petrológico de las rocas del basamento de la corteza de intemperismo, utilizando en ello más de 334 descripciones petrográficas y 133 análisis químicos completos (silicatos), sistematizando y generalizando la información de los yacimientos de las regiones Mayarí-Nicaró y Moa-Baracoa, desde este punto de vista.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El estudio detallado de la zonalidad vertical de los perfiles de meteorización de las cortezas de rocas ultramáficas y máficas realizado, permitió diferenciar en general seis zonas litológicas de distinta composición química y mineralógica. Estas zonas litológicas, en el sentido de la profundidad, son las siguientes (entre paréntesis y en negritas se indican las siglas y códigos numéricos con que se representan en la práctica en Cuba): 1) zona de ocres inestructurales con concreciones ferruginosas (**OICP o 1**); 2) zona de ocres inestructurales sin concreciones ferruginosas (**OI o 2**); 3) zona de ocres estructurales finales (**OEF o 3**); 4) zona de ocres estructurales iniciales (**OEI o 4**); 5) zona de rocas madre lixiviadas (**RML o 5**), y 6) zona de rocas madre agrietadas (**RMA o 6**). Esta zonalidad vertical refleja la gradualidad de la meteorización como proceso de transformación metasomática de las rocas madre por los agentes naturales del intemperismo.

La corteza de intemperismo, tanto para las rocas máficas como para las ultramáficas, sigue una

dirección del proceso de meteorización con tendencias generales semejantes que se pueden describir como el incremento paulatino del contenido de hierro en los productos saprolíticos que marcan los estadios primario e intermedio de la meteorización, y un brusco incremento en el contenido de aluminio en la parte laterítica del corte, sobre todo en la zona superficial de concreciones ferruginosas (**OICP**) de la corteza de intemperismo, donde se experimenta además un empobrecimiento en el contenido de hierro a consecuencia de la removilización geoquímica del mismo hacia la zona directamente infrayacente (**zona OI o 2**), bajo la acción del medio ácido creado por las soluciones aciduladas de las aguas de lluvia, acción de los ácidos orgánicos provenientes de la flora (raíces, hojarascas, etc.) y fauna.

Sin embargo, la diferencia más sobresaliente en el patrón de meteorización de las rocas máficas y ultramáficas ofiolíticas consiste en un fuerte escalón en el contenido de aluminio en todos los productos del intemperismo (todas las zonas litológicas), condicionado por la diferencia en la composición de las rocas madre que dieron origen a la corteza de intemperismo. (Vea Fig. 1.) Al mismo tiempo, este escalón en el contenido de aluminio presenta un ancho campo composicional en el caso de las rocas máficas en comparación con el de las rocas ultramáficas, lo que representa la existencia de una amplia variación en la cantidad de plagioclasa de dichas rocas. La composición de esta plagioclasa es generalmente básica y a veces media. En la figura 2 se expone el patrón de meteorización de las variedades de rocas ofiolíticas más difundidas en Cuba Oriental, y consisten en: harzburgitas de Las Cuchillas de Moa, harzburgitas y wehrlitas plagioclásicas de Cantarrana, gabros de Quesigua (Moa), y diabasas de Pinares de Mayarí.

Las posibles composiciones petrográficas de las rocas se representan en la figura 3, donde se definen como vértices del triángulo de clasificación las composiciones extremas que pueden encontrarse dentro de la ofiolita. La clasificación petrográfica de la variedad definitiva se realiza de acuerdo con la clasificación internacionalmente adoptada para la determinación de las rocas máficas normales, máficas con olivino y ultramáficas.

La composición de los productos de la meteorización de las rocas ofiolíticas representa un interés extremo, por cuanto de ello depende la posibilidad de existencia de depósitos minerales (menas) y de la mayor o menor contaminación del mineral de alimentación de las plantas metalúrgicas. Como se muestra en la figura 3, los minerales y rocas extremas que

componen la ofiolita determinan este aspecto, ya que el portador efectivo de Ni y Co es el olivino mientras que la existencia de plagioclasa en las rocas madre aporta el aluminio requerido para la formación de los fuertes contaminantes del mineral; la preponderancia de piroxeno rómbico conduce a una disminución del contenido de Ni, al mismo tiempo que crece la cantidad de sílice libre en la corteza, así como con mucha mayor rapidez en caso de ser el piroxeno de tipo monoclinico, en cuyo caso, además, se experimenta una importante caída del contenido de hierro. Por consiguiente, también las composiciones intermedias pueden producir cortezas de importancia industrial con menor o mayor cantidad de complicaciones contaminantes, así como cortezas pobres en Ni y Co, e incluso totalmente improductivas por su bajo contenido de Ni y alta cantidad de contaminantes.

La composición química de los minerales y rocas madre ofiolíticas se expone en la tabla 1, donde se puede comprobar la significativa dependencia entre las rocas y los minerales típicos que entran en su composición, así como se pueden ver los elementos químicos que aporta cada mineral y variedad petrográfica a la corteza de meteorización, los que son concentrados en algunos casos y acarreados fuera de los límites de la corteza en otros. Así, la composición mineral y química de los productos del intemperismo para la parte estructural (*in situ*) de la corteza de intemperismo también muestra una fuerte correspondencia directa entre la composición química de los minerales que la componen y la composición química global de la correspondiente zona litológica de la corteza de intemperismo. (Vea tabla 2.)

En las tablas 3 a la 10 se exponen, en forma de columnas de pozos los patrones de meteorización de las variedades de rocas máficas y ultramáficas encontradas en diferentes localidades de la ofiolita de Cuba nororiental. Se puede observar de estos cortes la fuerte dependencia entre la variedad petrográfica de roca madre y las perspectivas industriales para Ni y Co de las cortezas de intemperismo que sobre ellas se genera. (Ver tablas 3-10.)

CONCLUSIONES

- 1) La corteza de intemperismo de las rocas máficas y ultramáficas presenta tendencias generales semejantes en el patrón del proceso de meteorización, con un incremento paulatino del contenido de hierro en los productos saprolíticos que marcan los estadios primario e intermedio de la me-

teorización, así como un brusco incremento en el contenido de aluminio en la parte laterítica del corte, sobre todo en la zona superficial de concreciones ferruginosas (OICP) de la corteza de intemperismo en la que simultáneamente ocurre un empobrecimiento en el contenido de hierro.

- 2) La composición química y mineral de las zonas litológicas de la corteza de intemperismo de ultramafitas es función directa de la naturaleza petrológica de la roca madre (substrato), y existen variedades de rocas ofiolíticas que producen depósitos mineralizados con Ni y Co en mayor proporción que otras, por lo que la aparición en el bloque y el corte geológicos de variedades de rocas ofiolíticas plagioclásicas y con elevado contenido de piroxenos, constituye un fenómeno negativo para la minería.
- 3) El potencial económico de la corteza de intemperismo, en su conjunto, es determinado por los factores geológicos señalados, por lo que se requiere de un cartografiado más preciso y de un estudio de las áreas "contaminadas" con tales variedades de rocas ofiolíticas, así como precisar el nivel petrológico del corte ofiolítico presente en los depósitos minerales, con vistas a la minería selectiva y reajustes tecnológicos necesarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOLIGHTLY, J. P. (1981): "Nickeliferous laterite deposits", *Economic Geology*, 75th Anniversary volume: 710-735. Canada.
- GYARMATI, P., J. LEYÉ, Zs. PEREGI (1990): "Informe final sobre los resultados del levantamiento geológico y búsquedas acompañantes en el polígono V, Guantánamo", 1987-1990 (inédito).
- LAVAUT COPA, W. (1998): "Tendencias geológicas del intemperismo de las rocas ultramáficas en Cuba Oriental", *Minería y Geología*, 15 (1): 9-16.
- NAVARRETE, M., R. RODRÍGUEZ (1991): "Generalización petrológica del corte ofiolítico de los yacimientos Pinares de Mayarí, Canadá y Luz Norte, macizo Mayarí-Nicaró", *Minería y Geología*, Número especial: 3-10.
- PROENZA, J., J. C. MELGAREJO, F. GERVILLA, W. LAVAUT, D. REVÉ Y G. RODRÍGUEZ (1998): "Cromititas podiformes en la faja ofiolítica Mayarí-Baracoa (Cuba)", *Acta Geológica Hispánica*, v. 33.
- QUINTAS F., M. HERNÁNDEZ, M. CAMPO (1994): "Asociaciones estructuro-formacionales del Mesozoico en Cuba Oriental y La Española", *Minería y Geología*, 11 (3): 3-9.
- ZHOU, M., J. LEWIS, J. MALPAS Y N. MUÑOZ (2001): "The Mayari-Baracoa paired ophiolite belt, Eastern Cuba: Implications for tectonic settings and mineralization", *International Geology Review*, vol. 43: 494-507.

TABLA 1. COMPOSICIÓN DE LOS MINERALES Y ROCAS MADRE PRINCIPALES						
Mineral (Roca)	SiO ₂ (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe (%)	Ni (%)	Co (%)
Olivino	40,44	49,08	0,033	6,96	0,30	0,014
Ortopirox	55,27	33,35	1,66	5,80	0,04	0,006
Clinopirox	53,01	17,68	2,04	2,96	0,02	Tr.
Plagioclasa	53,06	-	29,5	-	-	-
Dunita	40,49	46,32	0,86	6,29	0,28	0,013
Harzburgita	45,13	42,79	1,02	5,27	0,23	0,010
Diabasa	50,14	6,40	15,02	8,75	0,02	-
Anortosita	50,28	2,12	25,86	2,26	-	-

TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ROCAS Y MINERALES DE INTEMPERISMO						
Mineral (Roca)	SiO ₂ (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe (%)	Ni (%)	Co (%)
CORTEZA DE ULTRAMAFITAS						
Sepertina Hipergénica	41,76	32,19	0,92	4,78	2,09	-
Fe-Saponita	44,11	12,68	1,83	11,53	1,71	-
Zona 5 (RML)	36,38	28,38	2,95	11,81	1,18	0,022
Nontronita	35,76	4,44	4,93	23,6	1,66	-
Zona 4 (OEI)	25,22	16,35	6,21	24,21	1,32	0,055
Goethita	8,28	1,66	5,15	47,56	2,15	0,086
Zona 3 (OEF)	5,60	2,32	7,78	45,26	1,21	0,141
CORTEZA DE MAFITAS						
Hidrómicas	45,55	1,3	36,29	1,08	-	-
Montmoril	48,92	6,79	14,95	2,12	-	-
Zona 5 (RML)	44,39	7,03	22,87	4,49	-	-
Caolinita	44,6	0,54	38,15	0,99	-	-
Halloysita	42,06	1,06	34,17	1,06	-	-
Zona 4 (OEI)	42,2	2,67	26,70	5,44	-	-
Gibbsita	3,28	0,61	59,60	0,26	-	-
Zona 3 (OEF)	1,82	Tr.	54,37	8,27	-	-

TABLA 3. PATRÓN LITOLÓGICO DE LA CORTEZA DE INTERMISMO DE SERPENTINITA DUNÍTICA LOCALIDAD : LUZ NORTE POZO 422770					
Profundidad (m)			Contenidos en (%)		
Desde	Hasta	Litología	Fe	Ni	Co
0	0,5	1	51,2	0,8	0,029
0,5	1	2	52,1	0,93	0,029
1	1,5	2	52,7	1,01	0,029
1,5	2	2	52,2	1,09	0,053
2	2,5	2	51,8	1,42	0,126
2,5	3	2	50,3	1,17	0,28
3	3,5	2	51,2	1,36	0,199
3,5	4	2	50,8	1,34	0,228
4	4,5	2	51,1	1,39	0,191
4,5	5	3	49	1,29	0,267
5	5,5	3	52,1	1,46	0,259
5,5	6	3	46,4	1,58	0,184
6	6,5	4	32,6	2,39	0,153
6,5	7	4	35	2,51	0,148
7	7,5	4	39,7	1,87	0,158
7,5	8	4	29,8	1,89	0,117
8	8,5	4	21,4	2,86	0,088
8,5	9	4	32,1	1,98	0,1
9	9,5	4	32,2	1,72	0,093
9,5	10	4	32,9	1,75	0,098
10	10,5	4	20,9	2,56	0,074
10,5	11	4	24,2	2,46	0,093
11	11,5	4	24,5	2,27	0,084
11,5	12	5	15,9	2,39	0,038
12	12,5	4	25,5	2,35	0,079
12,5	13	6	6,7	1,31	0,019
13	13,5	6	5,2	0,29	0,012
13,5	14	6	5,2	0,39	0,012
14	14,5	6	5,1	0,26	0,012
Minerales de la roca madre Olivino 100 % Serpentinización 98 %					

TABLA 4. PATRÓN LITOLÓGICO DE LA CORTEZA DE INTEMPERISMO DE HARZBURGITA SERPENTINIZADA (OLIVINO ALTO) LOCALIDAD: CAMARIOCA NORTE POZO 15321					
Profundidad (m)			Contenido (%)		
Desde	Hasta	Litología	Fe	Ni	Co
0,00	1,00	1	47,30	0,68	0,179
1,00	2,00	2	46,70	0,98	0,121
2,00	3,00	3	47,20	1,14	0,110
3,00	4,00	3	40,30	1,21	0,086
4,00	4,50	4	36,90	1,16	0,072
4,50	5,50	6	5,40	0,26	0,010
5,50	6,50	6	5,10	0,26	0,010
6,50	7,50	6	5,40	0,25	0,012
Minerales de la roca madre Olivino 75 % Ortopiroxeno 25 % Serpentinización 85 %					

TABLA 5. PATRÓN LITOLÓGICO DE LA CORTEZA DE INTEMPERISMO DE SERPENTINITA HARZBURGÍTICA (OLIVINO BAJO) LOCALIDAD: CAMARIOCA NORTE POZO 73416					
Profundidad (m)			Contenido (%)		
Desde	Hasta	Litología	Fe	Ni	Co
0,00	1,00	1	48,90	0,53	0,028
1,00	2,00	2	48,24	0,74	0,051
2,00	3,00	2	48,69	0,85	0,099
3,00	4,00	3	49,75	0,92	0,048
4,00	5,00	3	49,84	1,18	0,068
5,00	6,00	3	48,57	1,43	0,075
6,00	7,00	4	29,30	0,80	0,078
7,00	8,00	6	5,58	0,21	0,007
8,00	9,00	6	6,25	0,20	0,007
9,00	10,00	6	5,27	0,21	0,007
10,00	11,00	6	5,54	0,25	0,010
11,00	11,70	6	5,43	0,21	0,006
Minerales de la roca madre Olivino 40 % Ortopiroxeno 60 % Serpentinización 85 %					

TABLA 6. PATRÓN LITOLÓGICO DE LA CORTEZA DE INTEMPERISMO DE PLAGIOCLASITA LOCALIDAD: LA DELTA POZO 326545					
Profundidad (m)		Litología	Contenido (%)		
Desde	Hasta		Fe	Ni	Co
1,00	2,00	2	29,80	0,27	0,040
2,00	3,00	2	30,80	0,35	0,070
3,00	4,00	2	36,30	0,47	0,110
4,00	5,00	2	39,90	0,67	0,100
5,00	6,00	3	41,50	0,75	0,090
6,00	6,80	3	39,80	0,72	0,070
6,80	7,50	3	38,80	0,84	0,090
7,50	8,50	3	32,20	0,81	0,060
8,50	9,50	4	17,21	1,45	0,030
9,50	10,00	4	15,60	1,51	0,030
10,00	11,00	3	36,61	1,15	0,070
11,00	12,00	3	36,90	1,04	0,080
12,00	12,70	6	3,09	0,83	0,060
12,70	13,80	5	12,40	0,85	0,020
13,80	14,80	6	6,10	0,25	0,010
14,80	16,00	6	5,80	0,25	0,010
Minerales de la roca madre Plagioclasa 10 % Olivino 45 % Piroxeno 45 % Serpentinización 80 %					

TABLA 7. PATRÓN LITOLÓGICO DE LA CORTEZA DE INTEMPERISMO DE PLAGIOCLASITA LOCALIDAD: PUNTA GORDA POZO 5348					
Profundidad (m)		Litología	Contenido (%)		
Desde	Hasta		Fe	Ni	Co
0,00	1,00	2	2,30	0,10	0,010
1,00	2,00	2	8,50	0,49	0,019
2,00	3,00	3	10,30	0,74	0,019
3,00	4,00	4	9,20	0,68	0,017
4,00	5,00	5	7,20	0,58	0,012
5,00	6,10	6	3,00	0,10	0,010
Minerales de la roca madre Plagioclasa 95 % Actinolita 5 %					

TABLA 8. PATRÓN LITOLÓGICO DE LA CORTEZA DE INTEMPERISMO DE WEHLITA PLAGIOCLÁSICA OLIVÍNICA LOCALIDAD : CAMARIOCA ESTE POZO 17478					
Profundidad (m)		Litología	Contenido (%)		
Desde	Hasta		Fe	Ni	Co
0,00	1,00	3	37,86	0,32	0,045
1,00	2,00	3	44,95	0,49	0,056
2,00	3,00	3	38,98	0,32	0,035
3,00	4,00	3	46,80	0,34	0,083
4,00	5,00	4	32,34	0,29	0,043
5,00	6,00	4	30,42	0,31	0,071
6,00	7,00	4	20,46	0,28	0,035
7,00	8,00	5	8,85	0,40	0,009
8,00	9,00	4	20,71	0,41	0,032
9,00	10,00	6	4,61	0,35	0,005
10,00	10,50	6	3,47	0,32	0,000
Minerales de la roca madre Plagioclasa 20 % Olivino 40 % Clinopiroxeno 40 %					

TABLA 9. PATRÓN LITOLÓGICO DE LA CORTEZA DE INTEMPERISMO DE GABRO OLIVÍNICO LOCALIDAD : PUNTA GORDA POZO 10372					
Profundidad (m)		Litología	Contenido (%)		
Desde	Hasta		Fe	Ni	Co
0,00	1,00	1	40,00	0,52	0,017
1,00	2,00	2	46,00	0,82	0,029
2,00	3,00	2	48,60	0,88	0,038
3,00	4,00	2	48,50	0,82	0,150
4,00	5,00	3	48,00	0,78	0,763
5,00	6,00	3	47,00	0,74	0,174
6,00	7,00	3	43,30	0,75	0,717
7,00	8,00	3	45,60	0,82	0,107
8,00	9,00	3	44,40	0,79	0,105
9,00	9,50	4	35,10	0,79	0,072
9,50	10,50	5	5,80	0,25	0,017
10,50	11,50	5	5,70	0,24	0,015
Minerales de la roca madre Plagioclasa 60 % Olivino 15 % Clinopiroxeno 25 %					

TABLA 10. PATRÓN LITOLÓGICO DE LA CORTEZA DE INTERIORISMO DE GABRO LEUCOCRÁTICO LOCALIDAD : CAMARUOCA ESTE POZO 422770					
Profundidad (m)		Litología	Contenidos en (%)		
Desde	Hasta		Fe	Ni	Co
0,00	1,00	2	40,07	0,32	0,048
1,00	2,00	3	40,39	0,61	0,082
2,00	3,00	4	24,03	0,21	0,025
3,00	4,00	5	9,57	0,04	0,007
4,00	5,00	5	9,22	0,11	0,016
5,00	6,00	4	11,71	0,12	0,045
6,00	7,00	5	8,15	0,09	0,016
7,00	8,00	5	7,48	0,09	0,005
8,00	9,00	5	5,76	0,13	0,004
9,00	10,00	5	5,63	0,09	0,000
10,00	11,00	4	18,88	0,19	0,031
11,00	12,00	4	15,80	0,19	0,023
12,00	13,00	5	6,82	0,11	0,004
13,00	14,00	5	7,65	0,10	0,004
14,00	15,00	5	8,95	0,11	0,004
15,00	16,00	5	8,32	0,16	0,009
16,00	17,00	5	5,23	0,06	0,000
17,00	18,00	5	3,82	0,07	0,000
18,00	19,00	5	3,81	0,04	0,000
19,00	20,00	5	4,68	0,02	0,000
20,00	21,00	5	3,88	0,01	0,000
21,00	21,30	5	3,88	0,02	0,000
21,30	22,70	6	2,57	0,01	0,000
22,70	24,00	5	3,42	0,01	0,000
Minerales de la roca madre Plagioclasa 75 % Clinopiroxeno 25 %					

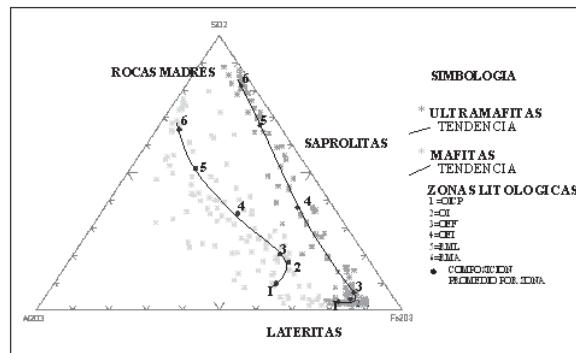


Figura 1. Patrón de meteorización de rocas máficas y ultramáficas ofiolíticas según la corteza de intemperismo en las cuchillas de Moa.

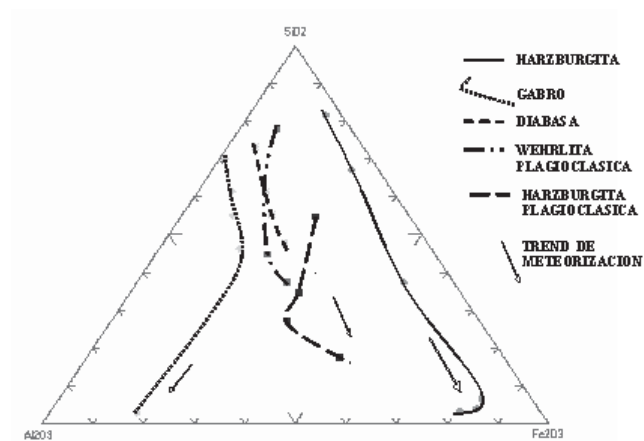


Figura 2. Patrón de meteorización de variedades de rocas ofiolíticas de Cuba Oriental.

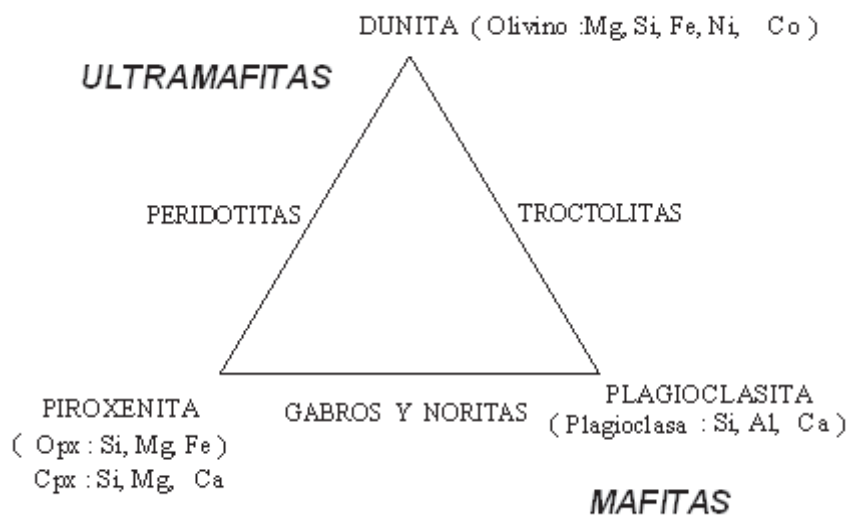


Figura 3. Relación entre las rocas ofiolíticas madre de la corteza.