

## RECOMENDACIONES

La búsqueda y explotación de petróleo debe encaminarse hacia las zonas de fallas y el borde frontal del sobreempuje eugeosinclinal (siendo de gran importancia el distinguir la secuencia serpentinitica como tal), por lo que deben evaluarse métodos geofísicos de superficie que detecten tales condiciones.

En caso de encontrarse cuerpos serpentiniticos de gran espesor, deben ubicarse los pozos de exploración al noreste.

Los ensayos con el fin de obtener buenas producciones, deben realizarse en las partes con colectores fracturados, los que coinciden en la mayoría de los casos con las zonas de pérdidas de circulación.

Con el fin de obtener una óptima evaluación de algunos litotipos y continuar la caracterización de los tipos de colectores, es necesario cortar algunos núcleos en dicho horizonte y aumentar la cantidad de análisis con resinas colorantes y sustancias lumiscentes.

## REFERENCIAS

1. DIXON, W. y F. Masev: **Introducción al análisis estadístico**. 2d. ed. Ed. Revolucionarias, La Habana, 1965.
2. ECHEVARRIA, G. y otros: "Informe sobre los cuerpos serpentiniticos. Resumen de las ideas, hipótesis y planteamientos principales de su origen y relación dentro de la historia y evolución geológica de Cuba y áreas adyacentes" (inédito), 1982.
3. FURRAZOLA, G. y otros: **Geología de Cuba**. Ed. Revolucionarias, La Habana, 1964.
4. SHEIN, V. y otros: Informe del tema "Tectónica de Cuba y su plataforma litoral en relación con la evaluación de las perspectivas petrogasíferas". Tema nº 4. Centro Nacional de Fondo Geológico, La Habana, 1975.
5. TULBOVICH, B. L.: **Métodos de estudio de los colectores porosos de petróleo y gas**. Ed. Nedra, Moscú, 1979.

CDU : 549.02 : 541.7 : 535.65 : 552.1 (729.1)

## ESTUDIO DE LA COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS LATERITAS DE MOA POR EL METODO DE DIFRACCION DE RAYOS X

Ingeniero Mijail N. Ostroumov, Candidato en Ciencias Geólogo-Mineralógicas, Instituto de Minas de Leningrado

Ingeniero Luis Rojas Purón, Instructor del Departamento de Ciencias-Geológicas Básicas del ISMMMoA

Licenciado Carlos Sánchez Delgado, Instructor del Departamento de Física-Matemática del ISMMMoA

### RESUMEN

En el trabajo se presentan los resultados del estudio de la composición mineralógica de las menas lateríticas primarias del yacimiento Moa, obtenidos por el análisis roentgenográfico, que fue realizado en los laboratorios del Instituto de Minas de Leningrado y el Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa. Fueron investigados dos cortes primarios del yacimiento de varias zonas de las cuales fueron tomadas aproximadamente 40 muestras.

Se establecen las particularidades principales, índices comunes y diferencias en la composición mineralógica de los horizontes productivos y no productivos de los cortes investigados. Al final se discuten algunos problemas de la génesis y las dificultades del análisis difractométrico de las menas lateríticas.

### ABSTRACT

This paper presents the results of the study of the mineralogical composition of the primary lateritic ores of Moa.

They were obtained through the roentgenographic analyses made in the MIL (Mining Institute of Leningrad), and the ISMM (Mining Metallurgical Higher Institute) in Moa. Two of the main profiles of the deposit were analyzed, and approximately 40 samples were taken from different areas.

The essential peculiarities, common indicators, and differences in the mineralogical composition of the productive and non-productive horizons in the investigated profiles were all established.

Finally, some problems of genesis, as well as the difficulties of the diffractometric of lateritic ores are discussed.

### INTRODUCCION

Entre las actuales direcciones de investigación de los yacimientos de lateritas, posee gran importancia el estudio de la composición mineralógica de los minerales útiles. La poca valoración de la importancia de las investigaciones mineralógicas en el transcurso de todo el período de exploración y explotación de estos yacimientos ha producido toda una serie de dificultades imprevistas en los trabajos de la industria minera.

A pesar de que los yacimientos de níquel empezaron a explorarse hace ya 70 años, ha sido en los últimos años en que han aparecido algunos estudios sobre la mineralogía de la corteza de intemperismo en Cuba. [ 4 , 6 , 8 ].

Diferentes investigadores han hecho algunos intentos en esta dirección, pero hasta hoy día no han realizado un trabajo completo del estudio de los minerales lateríticos. Las tareas más acuciantes en la actualidad son:

1 Valoración de la composición mineralógica general de los yacimientos lateríticos.

2 Establecimiento de todas las fases de los minerales útiles en estos yacimientos.

Laterita es un término que se utiliza para designar las mezclas minerales de óxidos e hidróxidos de hierro y del aluminio con los minerales arcillosos. Su composición varía ampliamente: de las lateritas de hierro, que no contienen prácticamente aluminio, hasta las lateritas de aluminio que casi no contienen hierro (bauxitas).

Los minerales de la corteza de intemperismo de las rocas ultrabásicas están formados por dos grupos genéticos principales [ 3, 7 ]: minerales relictos endógenos de las rocas primarias y minerales secundarios de las formaciones nuevas, surgidas en las zonas de la corteza de intemperismo. En la corteza de intemperismo están fundamentalmente dos tipos de minerales: óxidos e hidróxidos y sales oxigenadas.

Hasta hoy día en las lateritas han sido descubiertas las siguientes especies y variedades minerales:

- Óxidos: cuarzo (calcedonia, crisoprasa), ópalo, goethita (hidrogoethita), hematita (hidrohematita), magnetita, maghemita, pirolusita, crompocita, alumocromita.

- Hidróxidos: manganita, psilomelano (asbolana, niquelamelana, criptomelana), rancaíta, brucita, hidrargilita.

- Silicatos: serpentina (antigorita, lizardita, crisotilo), kerolita, talco halloysita (ferrihalloysita), hidrobiotita, vermiculita, montmorillonita, beidellita, nontronita, hidrocloritas (chujardita y djefersita), sepiolita.

- Carbonatos: calcita, dolomita, ankerita, magnetita (bremerita), siderita, rodocrosita.

- Sulfatos: yeso.

Además en algunos yacimientos fueron descritos los hidrosilicatos de níquel: nepouita, garnierita, revdinskita. Según los nuevos datos [ 1 ] estos minerales y la kerolita son las mezclas minerales: nepouita (Ni-lizardita + Ni-clorita), garnierita y revdinskita (Ni-serpentina + Ni-mineral con la estructura de talco), kerolita (Ni-serpentina + Ni-nontronita o Ni-mineral del tipo de talco con las capas mezcladas). Teniendo en cuenta este hecho podemos decir que en las cortezas de intemperismo de las rocas ultrabásicas fueron establecidas 32 especies minerales y 12 variedades minerales.

En la Tabla 1 están los datos sobre el contenido de los elementos útiles (Ni y Co) que son los minerales principales de la corteza de intemperismo, según las fuentes bibliográficas [ 3, 7 ], y también la distribución de estos minerales en diferentes zonas del perfil de meteorización. Considerando estos resultados se puede decir que en el caso general el contenido de los elementos útiles en la zona depende de la cantidad de los minerales meneferosos y del contenido medio en ellos de los componentes útiles.

Los minerales que componen las lateritas están estrechamente enlazados y las dimensiones de sus individuos son muy pequeñas (0, 1-10 $\mu$ ); por eso su composición no se puede determinar prácticamente por los métodos ópticos y químicos comunes. Uno de los métodos de análisis más efectivo es la difracción de rayos X.

## MATERIALES Y METODOS

En este trabajo fueron estudiados dos sectores principales del yacimiento Moa: Atlantic y Yamanigüey. Las muestras para la investigación fueron tomadas en dos perfiles de diferentes zonas: serpentinitas frescas y lixiviadas, ocre inferiores y superiores. En total fueron investigadas un promedio de 40 muestras.

Antes del análisis difractométrico fue hecho el análisis granulométrico, con la ayuda del cual hemos separado las muestras iniciales en tres fracciones < 20 $\mu$ ; + 20 - 80 $\mu$ ; > 80 $\mu$ .

Los resultados del análisis granulométrico están en la Tabla 2. Además en algunas muestras fue hecha la separación magnética.

Para el análisis difractométrico en el laboratorio roentgenoestructural del Instituto de Minas de Leningrado fue utilizado el equipo DRON-20 soviético con tubo BSV-8 (Co), portamuestras GP-4, detector escintilador y filtro de Fe; se tomó como voltaje de operación 35 y corriente de 6 mA.

En el laboratorio del ISMMMoa el difractor TMR-62M alemán, con tubo F Co-3-1 portamuestra HZG-4, detector y filtro, fueron iguales voltaje - 40 kV y corriente de 20 mA.

Se determinó que la utilización de la radiación de Co en las sustancias ricas en hierro como las lateritas, no se deben utilizar las radiaciones de Cu o Ni, porque las longitudes de onda de estas radiaciones se encuentran más abajo del borde de la banda de absorción  $K\alpha$ ,  $\beta$  para el hierro, y por tanto en el hierro y sus mezclas surge una radiación de fluorescencia secundaria que influye en la relación fondo-pico del difractograma.

## RESULTADOS Y DISCUSION

De los análisis micro-granulométricos (Tabla 2) se deduce que en los horizontes de ocre inferiores la granulometría predominante es la porción más fina ( < 20 micras), y que a medida que ascendemos hacia las partes superiores, hacia el horizonte de ocre superior las lateritas se componen en un por ciento en peso mayor de porciones granulométricas más gruesas, y predomina entonces la porción + 80 micras.

Los resultados obtenidos mediante difracción de rayos X están en las Tablas 3 y 4. Analizando estos datos tenemos que en las zonas de las serpentinitas frescas y lixiviadas el mineral principal por sus características estructurales está entre dos variedades estructurales del grupo de la serpentina: antigorita y lizardita (7, 29 - 7,34 Å; 4,59 Å - 4,62 Å; 3,63 - 3,66 Å). Es posible que las muestras naturales sean las mezclas de estas fases. A resolver este problema, debe ayudar el análisis infrarrojo.

Además, en diferentes fracciones como componente constante se encuentra el mineral de la familia de cloritas (14, 24 Å; 7, 14 Å; 3,57 Å), el cual según nuestra opinión pertenece al grupo clinocloropenina. Los reflejos más intensos de este mineral se observan para las serpentinitas lixiviadas.

En cantidades pequeñas (se observan solamente los reflejos principales) fueron establecidos el talco, anfíbol (tremolita) y cuarzo. Todas las fracciones magnéticas dan los difractogramas típicos para la magnetita.

En algunas muestras se puede notar la presencia de los minerales del grupo de la montmorillonita (los reflejos en el intervalo 12 - 15 Å), que son típicos en los dos cortes estudiados. Al mismo tiempo, la nontronita se encuentra solamente en el sector Atlantic.

Existen una serie de señales que suponen la presencia de las hidromicas, cuyos reflejos basales (10, 6 - 11, 8 Å) son característicos de los minerales con capas mezcladas (biotita-vermiculita) [ 2 ].

En las partes inferiores de las ocre los minerales principales son los hidróxidos de hierro, que por sus cuadros difractométricos corresponden a los minerales estados entre la goethita e hidrogoethita [ 1, 5 ].

Dentro de los minerales arcillosos se encuentran en el sector Atlantic, la montmorillonita, la nontronita y la halloysita.

Unos reflejos pertenecen a los hidróxidos de manganeso (asbolana, niquelamelana), que son más típicos en el sector Yamanigüey.

En la fracción magnética está presente la magnetita y el producto de su oxidación: la maghemita. En el caso de la presencia simultánea de ambos minerales magnéticos, la maghemita se determina según el desdoblamiento parcial de los reflejos en el intervalo  $d = 1,474 - 1,482$  Å, y también según los reflejos más débiles con las distancias interplanares 6,94 Å; 5,90 Å, 5,33 Å y por los reflejos en el intervalo 3,20 - 3,73 Å [ 1 ].

Dentro de los minerales que presentan cantidades menores, se pueden encontrar las hidrocloritas (chujardita) y las hidromicas de capas mezcladas. La última conclusión se basa en la aparición de los reflejos, que en la región 10 - 11 Å tienen el desplazamiento en la dirección de los ángulos pequeños, que es característico en las formaciones del tipo biotita-vermiculita. Estas formaciones son más abundantes en el sector Yamanigüey.

En las partes superiores de las ocre también predominan los óxidos e hidróxidos de Fe: goethita-hidrogoethita, magnetita, maghemita, hematita y posiblemente lepidocrocita. En esta zona aparece en cantidad suficiente el hidróxido de Al: hidrargilita (4,85 Å; 4,37 Å; 4,31 Å), y también la boehmita (6,07 Å; 3,16 Å; 2,35 Å). En las ocre inferiores estos minerales prácticamente no se encuentran. Los hidróxidos de Al son más abundantes en el sector Yamanigüey. De los minerales arcillosos por aquí predomina la halloysita. A veces, en diferentes partes y zonas de las ocre se establecen las hidromicas, montmorillonita, cuarzo, hidróxidos de Mn, relictos de la serpentina y talco. En la fracción magnética, como en la zona precedente, están la magnetita y la maghemita.

Según el análisis roentgenofásico existe la diferencia en la composición mineralógica de las diferentes fracciones. Así, en las serpentinitas lixiviadas en las fracciones finas (< 20 $\mu$ ) predominan las cloritas e hidromicas; las ocre de partes inferiores se caracterizan en sus fracciones finas por la concentración de minerales arcillosos; En las fracciones de las ocre superiores existe gran cantidad de hidrargilita. Los hidróxidos de Fe en diferentes zonas de los perfiles se concentran en la fracción 20 - 80 $\mu$ .

Sobre la base de los resultados obtenidos se puede llegar a algunas conclusiones acerca de la génesis de los minerales descritos. Como se sabe, la masa principal de los filosilicatos es el producto de la descomposición hidrotermal de los neso- e inosilicatos. En dependencia del tipo del silicato inicial, el mecanismo de hidrólisis puede ser diferente, aunque los productos finales en todos los casos son los hidratos de las bases, anfóteros o débiles (Al, Fe) y el sílice. El grado de desarrollo de los procesos de hidrólisis, y de sales básicas intermedias que se forman y conservan, se determina en primer lugar [ 3 ], por la temperatura, luego por el pH, intensidad del cambio de agua y la actividad de los cationes. En el caso estudiado se pueden presentar los siguientes esquemas de hidrólisis, cuyas partes aisladas pueden excluirse:

1. Neso- e inosilicatos (olivino y anfíboles) - talco, serpentina-cloritas-Mg-cloritas - esmectitas (montmorillonita).
2. Silicatos y alumosilicatos de Mg (serpentina, cloritas)-hidromicas-esmectitas-canditas (caolinita, halloysita)-alofana-hidróxidos de Al (hidrargilita)-sílice.

En esta serie el cambio de los minerales corresponde a la disminución de la temperatura, al aumento del pH y la lixiviación de los cationes. Conjuntamente con los productos finales de hidrólisis puede encontrarse gran cantidad de los compuestos intermedios, pues la hidrólisis puede desarrollarse en direcciones paralelas (series).

Durante este proceso inicialmente se formaron por la unión de varios minerales mezclas complejas y finas de los filosilicatos. Tales mezclas contienen los minerales de Si, hidróxidos de Al, Fe, Mn, óxidos de Fe, Mn y otros minerales secundarios y residuales.

Haremos algunas observaciones sobre las particularidades del análisis realizado. La complejidad del análisis de fases de las lateritas por el método de difracción de rayos X se debe a que las mismas están constituidas por una mezcla de minerales estrechamente enlazados con una simetría en su estructura generalmente baja. Esto produce un gran número de reflejos, en el difractograma, los cuales mutuamente se superponen. Por ejemplo, no pudimos encontrar los reflejos de las cromoespinelas que se observan bajo el binocular, y según el análisis químico tienen que estar en todas las zonas. Eso depende de la superposición de los reflejos de cromoespinelas con los de la magnetita, maghemita y goethita. Por eso hay que buscar las posibilidades de separar los

minerales sobre las fracciones monominerales o con las propiedades iguales, utilizando varios métodos (obtener las fracciones magnéticas, electromagnéticas, no magnéticas o fracciones ligeras y pesadas con la ayuda de los líquidos densos).

También hay que tener en cuenta que los minerales arcillosos, que con frecuencia están presentes en las lateritas, por causa de su coincidencia estructural se dificulta mucho su determinación exacta y la interpretación de los difractogramas. Además la dispersión fina de estos minerales da la amplitud de los reflejos, y por eso disminuye la exactitud de la determinación de las distancias interplanares. Las dimensiones pequeñas de sus individuos y la presencia, a veces, de fases amorfas provocan un aumento del nivel de fondo y la fluctuación del mismo en el difractograma, lo cual dificulta el descubrimiento de los reflejos débiles.

Por último hay que indicar que varios minerales con la estructura laminar (hidromicas, cloritas, arcillas, etcétera, en algunos casos tienen las capas estructurales de diferentes minerales con la alternación regular e irregular. El número de estas capas puede estar en amplios límites sobre los difractogramas de tales minerales, vale decir que presentan los reflejos con los valores intermedios con respecto al de los componentes mezclados. Según nuestros datos en los ocres se encuentran los minerales de capas mezcladas del tipo biotita-vermiculita. Suponemos que en las lateritas pueden encontrarse otras formaciones de este tipo.

Teniendo en cuenta este hecho y los indicios de la presencia en las lateritas de tales minerales es necesario en el futuro realizar una investigación especial. Como se sabe tal investigación de los minerales arcillosos con las capas mezcladas incluye:

1. Preparación de los preparados orientados.
2. Saturación a la glicerina o etilenglicol.
3. Calentamiento hasta 300 ° - 600 ° C y otros intervalos.

Además se utilizan otros ensayos con varios reactivos en los diferentes regímenes de tratamiento [ 2 ].

En el futuro es necesario también realizar el análisis de las fuentes bibliográficas, y elegir de ellas los métodos roentgenográficos cuantitativos que son favorables para las lateritas.

## CONCLUSIONES

Sobre la base de los datos obtenidos de las muestras del yacimiento Moa, podemos concluir:

1. Las fases minerales principales en las zonas de serpentinitas son: antigorita (lizardita), mezclas de las serpentinitas con los minerales arcillosos, hidromicas y cloritas. Como fases minerales secundarias se establecen: magnetita (cromoespineles), montmorillonita (nontronita), hidromicas, talco, tremolita y cuarzo.

2. Las fases minerales principales en los ocres son: goethita e hidrogoethita, minerales arcillosos montmorillonita, nontronita, halloysita), magnetita (cromoespineles), maghemita, hidrargilita. Fases secundarias: cloritas e hidrocloritas, hematita, hidróxidos de manganeso, lepidocrocita, boehmita, cuarzo y relictos de minerales serpentínicos.

3. Se detectaron algunas diferencias en cuanto a la composición mineralógica entre los dos sectores de la mina, como son:

- En Yamanigüey se establece la presencia de montmorillonita; en Atlantic, la nontronita y montmorillonita.

- Se establece que el sector Yamanigüey es más rico en las fases de cloritas, hidromicas, hidrargilita e hidróxidos de manganeso.

4. El horizonte de ocres inferiores mineralógicamente es el más productivo, pues en él se encuentran las mayores cantidades de fases minerales portadoras de Ni y Co (según Tablas 1, 3 y 4).

5. Desde el punto de vista genético, la tendencia del proceso de hidrólisis en ambos sectores del yacimiento ha sido bastante parecida; aunque ha sido más intenso el proceso en el sector Yamanigüey.

## REFERENCIAS

1. BRAUN, G.: **Métodos roentgenográficos de estudio y estructuras de los minerales arcillosos.** Ed. Mundo, 1965 (en ruso).
2. FRANK-Kamenetsky, V. A. y otros: **Roentgenografía de los tipos principales de los minerales componentes de las rocas.** Ed. Nedra, 1983 (en ruso).
3. GINSBURG, I. I. e I. A. Rucavichnicova: **Minerales de la corteza de intemperismo antigua de los Urales.** Ed. Ac. Ciencias de la URSS, 1951 (en ruso).
4. KUDELASEC, V., V. Zamarsky e I. Marxova: "La mineralogía de la corteza de intemperismo de las rocas ultrabásicas de la costa norte de la provincia Oriente, Nicaro Moa". Revista de Geología, 1967, no. 1.
5. MIJEEV, V. I.: **Determinador roentgenométrico de los minerales.** 1957 (en ruso).
6. MILIA, I.: "Contribución al estudio de la mineralogía del yacimiento 'Pinares de Mayarí'" en Revista del CENIC n° 1, 1978.
7. NIKITIN, K. K.: **Corteza de intemperismo antigua de las rocas ultrabásicas del macizo Burik-tal.** Ed. Ac. Ciencias de la URSS, 1962 (en ruso).
8. PONCE, N. y otros: "Características mineralógicas de las menas industriales de los yacimientos lateríticos ferroniquelíferos del macizo Mayarí Baracoa". CIG. **Serie Geológica n° 2,** 1983.

TABLA 1. Contenido del Ni y Co en los minerales de la corteza de intemperismo de las rocas ultrabásicas.

MINERAL	NiO	CoO	DISTRIBUCION PRINCIPAL
Cuarzo	0-0,63		Ocres, serpentinitas de sílice
Calcedonia (crisoprasa)	0,17-0,32	0,0-0,04	Allí mismo serpentinitas lixiviadas y nontronitizadas
Opalo	0-1,21	0,03	Allí mismo
Goethita	0,7-2,21	0,05-0,17	Ocres serpentinitas nontronitizadas de ocres.
Magnetita	1,18	0,23	Ocres
Oxidos e hidróxidos de manganeso	0,56-19,2	0,04-14,45	Allí mismo
Nontronita	0,09-1,96	0,0-0,2	Serpentinitas nontronitizadas y lixiviadas
Hidrocloritas	0,0-2,03	0,0-0,03	Allí mismo zona de hidrocloritas
Chujardita	3,11-7,20	0,0-0,22	Allí mismo
Djersita	0,09-4,67	0,31	Allí mismo
Hidrobriolita	0,05-2,59	0,02	Zona de hidromica
Vermiculita	0,0-11,25	0,013	Allí mismo
Caolinita	0,0-0,24		Zona de caolinita
Montmorillonita	0,0-0,89	0,005-0,018	Serpentinitas
Halloysita	0,0-0,32		Nontronitizadas
Ferrihalloysita	0,0-3,15	0,0-0,02	Allí mismo, ocres
Kerolita	0,25-2,70	0,002	Serpentinitas frescas y lixiviadas
Nepouita	20,64-50,02		Serpentinitas lixiviadas
Garnierita	9,37-45,0	0,0-0,06	Allí mismo
Sepiolita	0,0-7,2	0,0-0,03	Allí mismo

Esta tabla fue hecha con la utilización de los datos bibliográficos de Ginsburg I. I., Rucavichnicova I. A., Nikitin, K. K., Betejtin, A. G., Gruner D. V., Serdyuchenko, D. P. y Edelstein, I. K.

TABLA 2. Resultados de análisis microgranulométrico de lateritas del yacimiento Moa.

Muestra	Por ciento en peso de la fracción - 20 micras		Por ciento en peso de la fracción + 20 - 80 micras		Por ciento en peso de la fracción + 80 micras	
	d	l	d	l	d	l
Ocres inferiores	85,171		13,944		0,885	
Ocres inferiores	83,584		15,819		0,597	
Ocres medios	74,234		24,098		1,668	
Ocres superiores	46,888		21,42		31,692	
Ocres superiores	43,11		35,02		21,86	

TABLA 3. Resultados de análisis roentgenofásicos de las serpentinitas frescas y lixiviables (SL). De los cortes Atlantic (A) y Yamanigüey (Y).

1		2		3		4		5		6		7		Fases Complementarias
d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	
15,5	1			15,8	1									Nt (Mnt)
14,25	1	14,3	1	14,25	2	14,24	2					14,2	6	HBi
				11,8	1			11,15	1					HBi
9,58	1			9,56	1	9,50	1							Ta
8,48	1													Tr
7,34	10	7,34	10	7,38	10	7,29	10	7,30	10	7,36	10	7,10	7	Ta
5,87	1	5,80	1	5,80	1	7,14	3	5,80	1					Ta
5,20	1			5,04	1			5,11	1					HBi
4,77	1	4,77	1	4,74	2	4,79	1					4,72	9	
4,60	2	4,62	1	4,61	1	4,62	1	4,64	1	4,62	7			Q
4,25	1	4,26	3	4,30	1	4,23	1	4,27	1					
3,65	7	3,66	5	3,63	10	3,63	7	3,63	8	3,64	10	3,54	10	
		3,51	1	3,49	1			3,52	2					Q
3,43	9	3,35	8	3,31	1									HBi
						3,04	1							Tr
2,93	2			2,95	1									
2,86	1	2,87	1	2,83	1	2,88	1	2,88	1			2,87	6	
2,70	4			2,70	2	2,74	1							
2,65	1	2,66	1	2,65	1	2,64	1	2,66	3	2,65	4			HBi
2,58	1	2,59	1	2,57	2	2,60	1	2,60	1					
2,53	3	2,52	2	2,52	5	2,51	1	2,53	6	2,50	8	2,59	1	
2,45	3	2,45	1	2,45	3	2,47	1	2,46	1			2,55	2	
2,40	2	2,41	1	2,42	3	2,42	1	2,42	3			2,45	2	HBi
2,30	1	2,31	1							2,30	2	2,39	2	
2,28	1	2,28	1									2,27	2	
2,24	1	2,31	1	2,21	1			2,24	1					
2,17	1	2,17	1	2,17	1	2,17	1	2,17	1					
2,15	1	2,15	1	2,14	1	2,14	1	2,15	1	2,15	6			
1,98	1	1,98	1	2,00	1							2,0	5	
1,81	1	1,81	1	1,81	1	1,81	1	1,81	2	1,79	4	1,833	1	
1,54	2	1,54	1	1,54	1	1,54	1	1,54	6	1,53	7	1,54	2	
1,50	1	1,50	1	1,50	1	1,50	1	1,50	6	1,50	6	1,50	1	

Observaciones:

- 1. - SA
- 2. - SY
- 3. - SLA
- 4. - SLY
- 5. - Antogorita (Brawn, 1965)
- 6. - Lizardita (Brawn, 1965)
- 7. - Clorita (Shirozi, 1958)
- Nt - Nontronita
- Mnt - Montmorillonita
- Ta - Talco
- Tr - Tremolita
- HBi - Hidrobiotita
- Q - Cuarzo

TABLA 4. Resultados de análisis roentgenofásicos de los ocres inferiores (OI) y superiores (OS).

1		2		3		4		5		6		7		8		Fases Complementarias
d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	d	l	
15,5				15,8												Nt
14,25	1	14,24	3									14,2	6			Ch
13,2	1	13,5	2													Mnt
12,52	1	12,84	2	12,51	1	12,25	5									HBi
11,54	1					11,11	3									Ch
11,16	1	10,8	2			10,7	3									Hal
10,48	1	10,48	1	10,38	1											Hal
				9,60	2											Mn
9,39	5	9,42	5													HBi
8,46	1			8,50	2											MH
7,90	1	7,96	2													Ant. Hal
7,30	5			7,29	4											Ch
7,14	4	7,13	10			7,04	2					7,10	7			MH
6,92	1	6,93	1	6,93	1											Mn
6,73	1	6,68	2	6,66	2											Mnt
6,42	1					6,47	1									Mn; Lep
6,31	1	6,27	2	6,31	1	6,31	3									Be
6,05	1	6,05	2	6,05	1	6,07	4									MH
5,96	2			5,91	1											Mnt
5,71	2	5,72	2	5,75	1	5,77	2									MH; Ch
5,28	1	5,30	2			5,25	1									HBi; Mnt
5,05	2	5,0	3													
4,98	2	4,98	1	4,98	2	4,98		4,98	2							
4,84	1			4,85	3	4,86	10			4,85						MH
4,77	1	4,75	8									4,72	9	4,85	10	Ch
4,73	3			4,73	2											MH
4,54	1	4,58	2	4,54	1	4,54	1									Mn; Mnt; Ch
4,41	1	4,41	1	4,45	2	4,39	5					4,37	4			Hal
4,18	10	4,18	10	4,18	10	4,18	7	4,18	10							
3,86	1			3,90	1	3,88	1									Hal
3,71	1			3,68	2											MH; He
3,65	1	3,62	1	3,63	2	3,61	1									Ant; Hal
		3,57	8									3,54	10			Ch
3,44	1	3,44	2													MH
3,38	2			3,38	2	3,38	2	3,38	1							Hal; MH
3,26	1			3,25	1											Lep.
3,16	1			3,17	1	3,19	1									MH; Be
3,12	2	3,12	5	3,09	1	3,12	1									Mn; MH
3,02	1			3,03	1	3,12	1									MBi
2,97	4	2,97	3	2,97	2	2,97	2			2,97	3					
2,95	2	2,95	1	2,95	2	2,94	2									MH
		2,84	3			2,88	1					2,87	6			Ch
2,69	4	2,70	4	2,69	6	2,68	3	2,69	3							He; Ch
2,58	3	2,58	2	2,58	4	2,57	2	2,58	1			2,59	1			Hal
2,53	6	2,51	8	2,52	5	2,51	1	2,52	1	2,53	10					Mn; He
2,49	5	2,77	3	2,79	2	2,79	2	2,49	2							Lep
2,45	7	2,44	7	2,44	8	2,44	6	2,45	3	2,43	1	2,45	2	2,45	2	
2,35	2					2,35	6					2,39	2	2,38	3	Mn
2,25	3	2,25	3	2,24	4	2,23	1	2,25	1			2,27	2	2,24	1	Hal
2,18	3	2,18	2	2,19	4	2,19	2	2,19	2					2,16	1	He
2,10	2	2,08	2	2,10	2					2,10	2	2,07	0,5			MH
2,03	1					2,04	2					2,02	1	2,04	2	HBi; Ch
		1,96	2	1,99	2	1,99	2					2,0	5	1,99	1	
1,91	2			1,91	1	1,91	1	1,92	0,5					1,91	1	
				1,83	2	1,83	1					1,83	1			He
		1,817	3											1,80	1	
1,79	2			1,79	2	1,78	1	1,80	1							
1,72	3	1,72	2	1,72	4	1,71	1	1,72	2	1,71	2	1,73	1			Lep
1,69	3	1,69	1	1,69	3	1,69	3	1,69	1					1,69	1	He; MH; Hal
1,69	2	1,61	2	1,61	2	1,60	1	1,60	1	1,61	2			1,59	1	He; MH
1,56	2	1,56	1	1,56	2	1,56	1	1,56	1			1,54	2	1,55	1	
1,50	2	1,50	2	1,50	2	1,50	1	1,50	1			1,50	1			Ch
1,485	2	1,49	2	1,49	3	1,49	1			1,485	3			1,4785	1	He; Hal
1,47	1	1,47	2	1,47	2	1,47	1	1,47	0,5							MH
1,45	3	1,45	2	1,45	3	1,46	1							1,457	1	He

Observaciones:

1-OIA ; 2-OIY ; 3-OSA ; 4-OSY ; 5-Goethita (Brawn, 1965) ; 6-Magnetita (Brawn, 1965) ; 7-Clorita (Shirozi, 1958) ; 8-Hidrotalita (Brawn, 1965). Los datos sobre otros minerales fueron tomados de los trabajos de Brawn, 1965; Mijev, 1957; Nikitin, 1962; Frank-Kamenevskiy, 1983. Las indicaciones son iguales a la Tabla 2 y además Ch-clorita; Hal-halloysita; Mn-asbolana y niquelmelana-antigorita; Lep-lepidocrosita; Bo-boehmita; He-hematita.

CDU : 549.02 : 551.251 : 552.122 (729.16)

CARACTERISTICAS GEOLOGO-MINERALOGICAS DE LAS TOBAS ALTERADAS DE PALENQUE DE YATERAS, GUANTANAMO

Ing. Gerardo Orozco Melgar. Asistente del Departamento de Ciencias Geológicas Básicas del ISMMMoa

Ing. Jorge Carralero Castro. Asistente del Departamento de Ciencias Geológicas Básicas del ISMMMoa

Ing. Luis Rojas Purón. Instructor del Departamento de Ciencias Geológicas Básicas del ISMMMoa

RESUMEN

En este trabajo se presentan las características geológicas y el estudio mineralógico de las tobas alteradas de Palenque de Yateras. Se hace una valoración de la composición mineralógica de estas rocas sobre la base de los resultados obtenidos mediante el análisis por difracción de rayos-X, ensayos térmicos, análisis granulométrico y mediante el microscopio electrónico. Finalmente, se exponen algunas consideraciones sobre la génesis del proceso de zeolitización de este depósito de tobas vítreas presente en Palenque.

ABSTRACT

This work shows us the geological features and a mineralogical study of the altered tuffs from Palenque de Yateras. An assessment is made of the mineralogical composition of these rocks based on the results obtained from different analyses and techniques: i.e., X-ray diffraction, thermal tests, granulometric analysis and the electronic microscope.

Finally some criteria are given on the genesis of the zeolitization process of this vitreous tuffs deposit in Palenque.

El área objeto de estudio se encuentra ubicada al sur del macizo Mayarí-Baracoa. En ella tienen un amplio desarrollo las rocas terciarias de origen sedimentario y vulcanógeno-sedimentario constituidas por sedimentos de diferentes génesis. Los materiales del Cuaternario son escasos y por ello tienen poco valor.

Fm. San Luis. (P<sub>2</sub><sup>2</sup> - P<sub>2</sub><sup>1</sup>). Al igual que la anterior mantiene sus características principales en las zonas de trabajos.

El corte estratigráfico está constituido por cuatro formaciones bien delimitadas que alcanzan en conjunto un espesor aproximado de 3 000 m.

Tectónicamente la zona de Palenque es sencilla sólo de forma muy local y en las rocas menos competentes aparecen algunos pliegues de pequeña amplitud. El agrietamiento es sin embargo intenso, destacándose dos direcciones predominantes al NE y NW, respectivamente. Las fallas son escasas y parecen bastante jóvenes.

Estas formaciones de la más vieja a la más joven son:

Señalados estos aspectos generales consideremos en particular a la Fm. El Cobre en la zona de trabajo.

Fm. Raisú. (P<sub>2</sub><sup>1</sup> ? - P<sub>2</sub><sup>2</sup>), descrita por M. Ortiz en 1976 [4], para designar una secuencia de calizas

En Palenque de Yateras la Fm. El Cobre está constituida por un potente espesor, alrededor de 900 m de tobas vítreas con un mayor o menor grado de alteración del vidrio volcánico.

Fm. El Cobre. (P<sub>2</sub><sup>2</sup>). En esta área la unidad presenta características diferentes al corte de esta formación en otras localidades. En particular está constituida por un potente espesor de tobas claramente diferenciables en dos secuencias. A estas rocas haremos referencias posteriormente ya que constituyen el objeto principal del trabajo.

En las condiciones de campo se pueden distinguir con toda facilidad dos secuencias claramente diferenciables. La inferior constituida por tobas masivas, de color blanco cremoso a verde muy tenue, ligeras y blandas con característica de meteorización esferoidal. La parte más alta de la secuencia está formada por tobas estratificadas en capas de hasta 1 m de potencia, de color verde intenso, muy duras y densas.

Fm. Charco Redondo. (P<sub>2</sub><sup>2</sup>). En Palenque de Yateras la unidad presenta características muy similares en relación con las áreas de exposición de la misma. Aparecen calizas blanco-cremosas microcristalinas o pelitomórficas.