

Hallazgo de thomsonita en vetillas asociadas a tobas básicas palagonitizadas de la región de Farallones (Cuba oriental)

Gerardo A. OROZCO-MELGAR¹ gorozco@ismm.edu.cu

Resumen

Se reporta por primera vez la presencia de thomsonita, la cual se determinó junto a otras zeolitas, en vetillas que cortan a tobas carmelitas palagonitizadas que yacen interestratificadas con tobas verdes zeolitizadas, ricas en clinoptilolita, de la formación Sabaneta (Paleoceno-Eoceno Medio). Las tobas carmelitas contienen analcima y phillipsita y afloran principalmente en la localidad de Farallones, a unos 30 km al suroeste de la ciudad de Moa; constituyen posiblemente un miembro de composición más básica que las tobas verdes zeolitizadas. El empleo de técnicas de difracción de rayos X, microscopía de polarización, microsonda electrónica y fluorescencia de rayos X permitió establecer la presencia de thomsonita de alta sílice y moderado desorden estructural. En las vetillas, junto a la thomsonita se encontró analcima, posiblemente como relicto de la roca de caja, y natrolita.

Palabras clave

Thomsonita, vetillas, tobas básicas palagonitizadas, Formación Sabaneta, Moa, Cuba.

Thomsonite findings in veinlets associated to basic palagonite tuffs in Farallones region, eastern part of Cuba

Abstract

The existence of the zeolite mineral, thomsonite, is reported for the first time in this paper. Thomsonite was found with other zeolites in veinlets that cut brown palagonite tuffs interbedded with green tuffs of Sabaneta Formation (Paleocen-Middle Eocen). The brown tuffs contain analcime and phillipsite and they appear mainly in Farallones locality at about 30 km to the Southwest part of Moa city. These tuffs may constitute a more basic composition member than the zeolitic green tuffs rich in clinoptilolite. The presence of high silica thomsonite of a moderate structural disorder was established, using X rays fluorescence analysis and X rays diffractions, a polarization microscopy and electron microprobe methods. Besides thomsonite, it was found analcime in the veinlets, possibly as a bedrock relic, and natrolite.

Key words

Thomsonite, veinlets, palagonite basic tuffs, Sabaneta Formation, Moa, Cuba.

INTRODUCCIÓN

En Moa, es conocida la presencia de tobas verdes zeolitizadas, pertenecientes a la formación Sabaneta (Paleoceno–Eoceno Medio) en la zona de Caimanes. El vidrio volcánico en las tobas verdes está alterado principalmente a clinoptilolita y aparece en ellas, subordinadamente, mordenita, vinculada principalmente con zonas de grietas que cortan las tobas verdes zeolitizadas. En el corte, hacia la profundidad, disminuye el contenido de clinoptilolita y se incrementa el de montmorillonita (Orozco, 1996; Orozco y Rizo, 1998). Hacia el este de Caimanes se encuentra la zona de Farallones (Figura 1), donde afloran tobas carmelitas que yacen interestratificadas (Figura 2) con las tobas verdes zeolitizadas que predominan en la región (Sánchez, 2005).

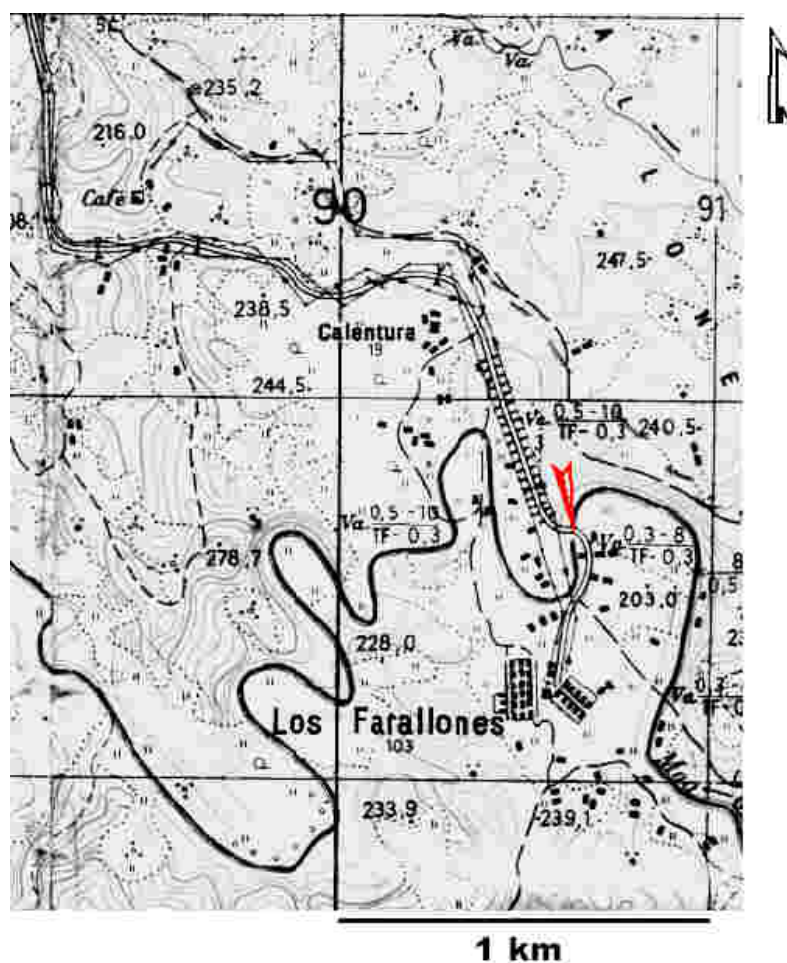


Figura 1. Punto de muestreo. Confluencia del camino a Farallones con el río Moa (señalado por la flecha).

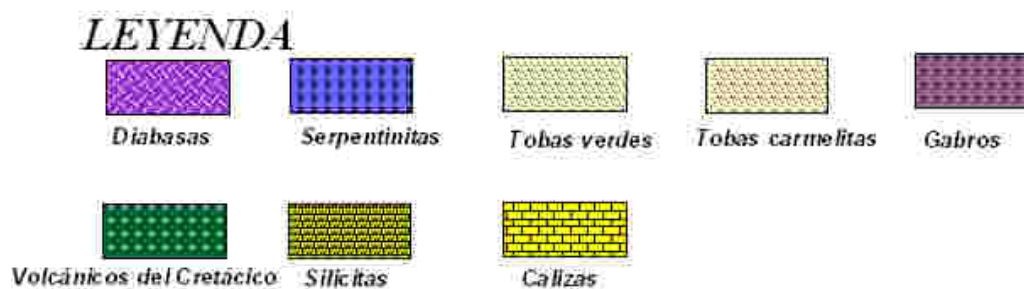
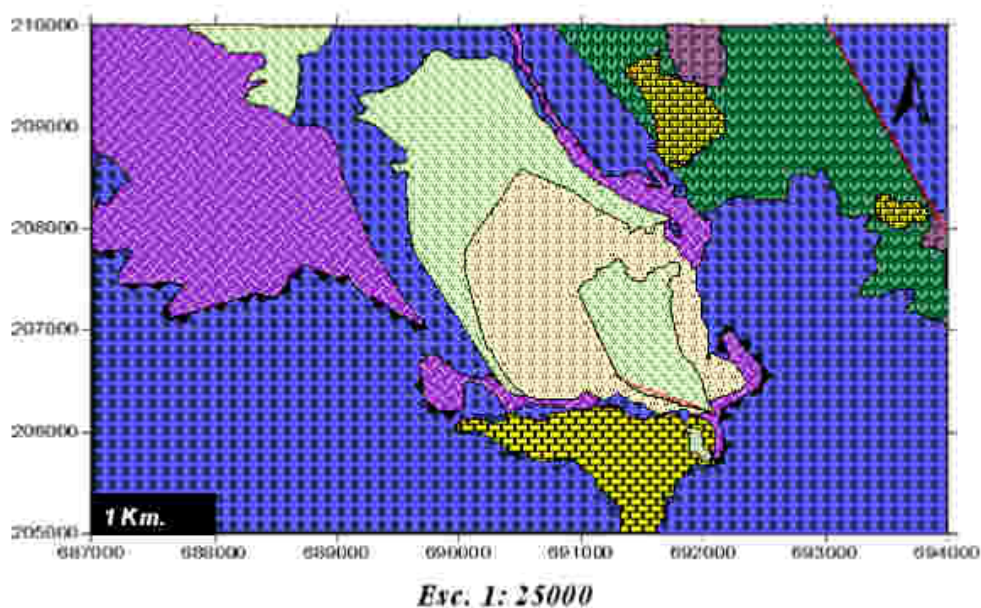


Figura 2. Mapa geológico de Farallones según Sánchez (2005), modificado por el autor.

En la zona de Farallones ha sido reportada la existencia de analcima y phillipsita, producto del proceso de palagonitización de las tobas carmelitas (Orozco, 2007). Estas tobas presentan gran número de grietas (Figura 3), de más de un centímetro de espesor y rellenas por un material de color blanco a crema que constituye el objeto de estudio del presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODO

La muestra, denominada FG, se tomó en las grietas de un afloramiento de tobas carmelitas (Figura 3), cerca del poblado de Farallones, específicamente en el punto de coordenadas: X=690 600; Y=207 630, de la hoja cartográfica 5177-I-d Los Farallones, escala 1: 25 000, de la República de Cuba.



Figura 3. Material de color blanco-crema que rellena vetillas en las tobas carmelitas.

La preparación de la muestra tuvo lugar en los laboratorios de la Universidad Técnica de Clausthal, Alemania. Para la determinación de los minerales se realizó análisis de difracción de rayos X (DRX) en un difractómetro Philips, utilizando radiación CuK α . Se empleó el software Analyze, de la firma alemana Seifert, para el tratamiento computarizado de los resultados del análisis de difracción. El quimismo general de la muestra se obtuvo por análisis de fluorescencia de rayos X (FRX), previo al cual la muestra fue calcinada durante dos días en un horno a 1000 °C. Para determinar la composición química precisa de las fases minerales se preparó una sección delgada especial y se analizó en una microsonda electrónica tipo Cameca SX 100. La caracterización óptica de los minerales se realizó mediante un microscopio de polarización Novel tipo NP-107B, de fabricación china, con cámara digital Canon acoplada.

RESULTADOS

Fluorescencia de rayos X

Los resultados del análisis químico por FRX revelan la composición básica de la muestra, resaltando el elevado contenido de Na₂O y los altos valores de los microelementos Cr y Cu (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química general del material presente en las vetillas

Óxidos	%	Elementos	µg/g
SiO ₂	51,96	Ba	< LD
TiO ₂	0,06	Ce	< LD
Al ₂ O ₃	32,23	Co	10
Fe ₂ O ₃	0,86	Cr	1977
MnO	0,04	Cu	486
MgO	0,52	La	< LD
CaO	5,21	Nb	5
Na ₂ O	10,31	Ni	43
K ₂ O	0,67	Ga	18
P ₂ O ₅	0	Pb	22
		Pr	< LD
		Rb	19
		Sr	489
		Th	< LD
		V	58
		Y	< LD
		Zr	42
		Zn	24
Total	102,2		

LD- límite de detección

La muestra perdió por ignición más del 11 % de la masa inicial (Tabla 2), lo que está relacionado con el contenido de agua de los minerales que la componen.

Tabla 2. Resultado del tratamiento térmico de la muestra

	Masa Inicial (g)	Después de 2 días 110 °C	Pérdida (%)	Después de 2 días 1000 °C	Pérdida (%)
Muestra	2,20	2,18	0,90	1,95	11,36

Difracción de rayos X

Los resultados de DRX (Tabla 3, Figura 4) muestran el pico principal, con $d=0,286$ nm, correspondiente al mineral thomsonita.

El procesamiento automatizado del difractograma indicó la presencia de la thomsonita, de acuerdo con los datos de las tarjetas 35-498 y 46-1448 de la base de datos del *Power Diffraction File* (PDF-2). Como fases adicionales (Figura 5) aparecen natrolita (tarjeta 75-931), tetranatrolita (tarjeta 33-1205) y analcima-O (tarjeta 19-1180).

Tabla 3. Datos reducidos de la muestra. Tho-Thomsonita, Ana-Analcima, Nat-Natrolita.

No	d (nm)	Ángulo 2 ϕ	I relativa	Fase
1	0,656	13,47	51,57	Tho
2	0,649	13,63	53,05	Nat
3	0,585	15,11	16,94	Tho, Nat
4	0,564	15,67	10,84	Ana
5	0,463	19,13	42,28	Tho, Nat
6	0,438	20,25	28,75	Tho, Nat
7	0,414	21,44	46,12	Tho, Nat
8	0,367	24,20	2,17	
9	0,351	25,32	17,06	Tho
10	0,345	25,75	22,67	Tho
11	0,344	25,82	21,63	
12	0,343	25,92	25,68	Ana
13	0,342	25,99	25,97	
14	0,327	27,24	11,73	Tho
15	0,318	28,01	38,32	Tho
16	0,310	28,69	11,44	Nat
17	0,294	30,33	40,66	Tho
18	0,286	31,21	100	Tho
19	0,279	31,97	9,62	Tho
20	0,267	33,41	28,30	Tho
21	0,257	34,78	21,11	Tho
22	0,244	36,72	22,68	Tho
23	0,233	38,61	6,66	Nat
24	0,225	39,97	18,46	Tho
25	0,218	41,35	48,22	Tho
26	0,206	43,78	13,50	Tho
27	0,196	46,22	11,18	Tho
28	0,190	47,77	7,81	
29	0,187	48,41	13,51	Tho
30	0,182	49,96	19,24	Tho
31	0,180	50,43	27,05	Tho
32	0,174	52,47	18,84	Tho
33	0,172	53,02	23,92	
34	0,163	56,33	18,03	Tho
35	0,162	56,75	20,33	Tho
36	0,157	58,56	17,02	Tho
37	0,153	60,35	12,76	Tho
38	0,146	63,48	31,52	Tho, Nat
39	0,141	65,81	13,15	Nat
40	0,138	67,33	15,75	Nat

Los minerales del grupo de la natrolita, donde se encuentra también la tetranatrolita, tienen patrones de difracción bastante semejantes (Gottardi & Galli, 1985) pero sólo la tetranatrolita tiene, al igual que la thomsonita, el pico de 0,286 nm como principal. La analcima está representada en el difractograma por los picos 0,343 nm y 0,559 nm, fundamentalmente.

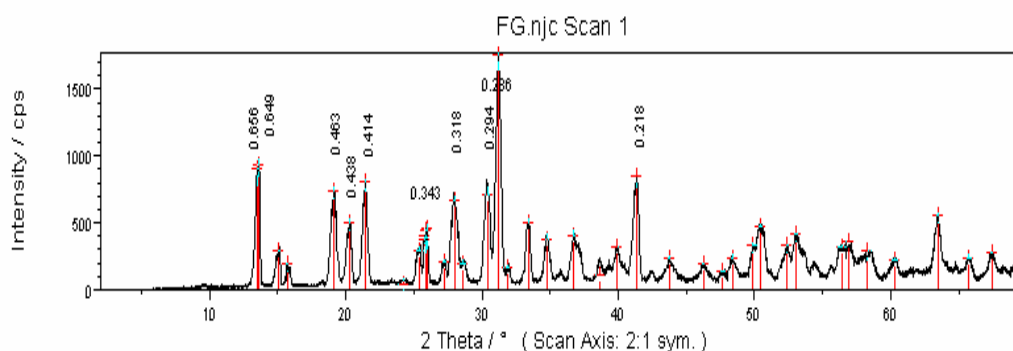


Figura 4. Difractograma de la muestra FG. El pico principal tiene un valor de $d=0,286$ nm, correspondiente al mineral thomsonita. Radiación CuK α .

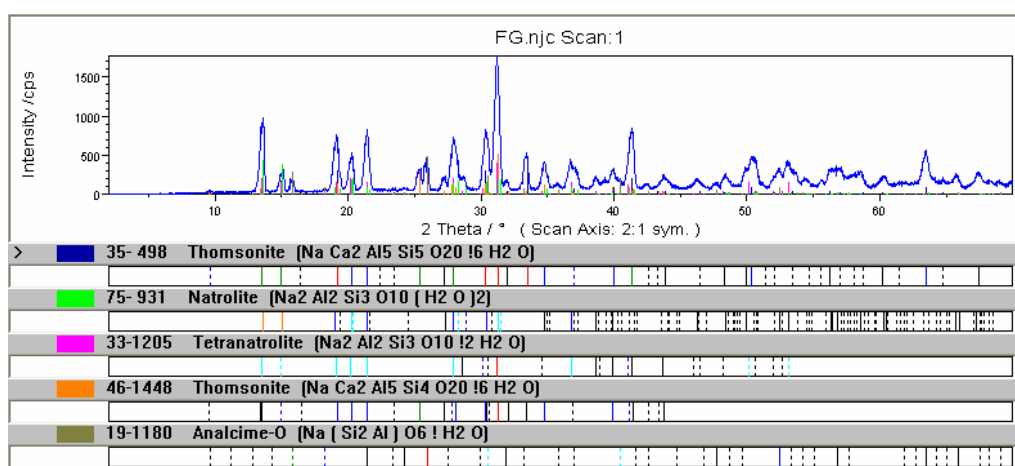


Figura 5. Resultados del procesamiento automático de los datos reducidos por difracción de rayos X con el empleo del software Analyze. La fase principal es la zeolita thomsonita.

Microsonda electrónica

La Tabla 4 muestra los resultados del análisis químico puntual por microsonda electrónica, y del recálculo de los cationes sobre la base de 96 oxígenos (puntos 1 y 2) y 80 oxígenos (puntos 3 al 9).

La Figura 6, sobre la cual se han ubicado los puntos de medición, muestra tres zonas con diferentes características morfológicas. Hacia la derecha aparece un mineral de hábito fibroso y en parte lamelar que se corresponde con la thomsonita (puntos 5, 6 y 7). El punto 9 también se asocia con este mineral atendiendo a su quimismo.

La thomsonita se caracteriza por ser una zeolita de bajo contenido de sílice, sin embargo, la reportada en esta investigación es de alta sílice (alrededor del 40 %), su contenido de Si excede al de Al, siendo la relación $Si/Al = 1,13$ con excepción del punto 9 donde ésta alcanza el valor de 1,10. Tschernich (1992) plantea que la relación Si/Al en la thomsonita puede variar desde 0,89 hasta 1,30, siendo la relación ideal igual a uno para estructuras muy ordenadas. Esto apunta a que la thomsonita reportada en Farallones presenta una estructura moderadamente desordenada por exceso de Si. La relación M/D varía entre 0,68 y 0,77 lo que está en correspondencia con el hábito fibroso de este mineral (Gottardi & Galli, 1985).

En la Figura 6, el área de un gris más oscuro (puntos 1 y 2), indica la presencia de analcima, lo cual es confirmado por el valor de la relación estequiométrica Si/Al igual a 2, coincidente con el reportado para este mineral en la literatura (Gottardi & Galli, 1985; Tschernich, 1992). La analcima al parecer está vinculada a un relicto de la toba carmelita que constituye la roca de caja de las vetillas.

El punto 4 revela un mineral de hábito prismático con un quimismo bastante cercano a una natrolita cálcica, pero con bajo contenido de Na y una relación $Si:(Si + Al)$ de 0,58 muy cercana a 0,6 que es la reportada para este mineral (Gottardi & Galli, 1985).

La composición química obtenida en los puntos de medición 3 y 8 es similar entre sí y responde a un mineral cuyas características morfológicas son muy semejantes al hábito prismático de la

natrolita (punto 4), sin embargo, el contenido de sílice es menor y el contenido de Na y la relación Na/Ca son mucho más bajos que los reportados (Robinson et al., 2002), aún para natrolitas cálcicas. Este resultado no permite confirmar la presencia de la tetranatrolita como sugiere la DRX.

Tabla 4. Resultados del análisis por microsonda electrónica y del recálculo. Los cationes de los puntos de medición 1 y 2 se calcularon sobre la base de 96 oxígenos y el resto sobre la base de 80 oxígenos. Tho- thomsonita. Nat- natrolita, Ana- analcima M = suma de cationes monovalentes, D = suma de cationes divalentes.

Óxido	Puntos de Análisis									Datos Literatura		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tho ¹	Nat ²	Ana ³
SiO ₂	55,4	54,9	43,7	48,4	40,5	40,6	40,7	42,8	40,1	37,17	49,21	58,62
Al ₂ O ₃	24,4	23,5	30,4	29,9	30,4	30,3	30,4	31,9	30,7	31,93	29,07	19,37
FeO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,95
MgO	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,23
CaO	0,0	0,0	5,8	5,0	11,7	11,7	11,6	5,8	12,0	13,98	2,41	0,15
BaO	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	11,9	12,8	3,7	3,5	5,0	4,4	4,9	4,9	4,9	4,00	5,19	11,00
K ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,03	0,38
Total	91,8	91,3	83,6	86,9	87,7	87,0	87,6	85,4	87,6	87,08	85,88	90,80
H ₂ O*	8,2	8,7	16,4	13,1	12,3	13,0	12,4	14,6	12,4	13,35	14,12	8,22
Si	32,1	32,1	23,2	24,4	21,3	21,4	21,4	22,4	21,1	19,88	25,00	34,32
Al	16,7	16,2	19,0	17,8	18,8	18,9	18,8	19,7	19,1	20,12	17,41	13,37
Fe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,42
Mg	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,20
Ca	0,0	0,0	3,3	2,7	6,6	6,6	6,5	3,3	6,8	8,00	1,31	0,09
Ba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Na	13,4	14,6	3,8	3,4	5,1	4,5	5,0	5,0	5,0	4,14	5,11	12,49
K	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,02	0,28
H ₂ O	15,9	17,0	28,9	22,1	21,6	23,0	21,7	25,4	21,8	23,80	23,90	16,05
Relación M/D			1,15	1,26	0,77	0,68	0,76	1,51	0,73	0,52	3,90	

H₂O* El agua porcentual se calculó como la diferencia entre 100 y la suma total de óxidos (Rezende y Simoes, 1999).

Tho¹ Y Ana³ – valores reportados por Gottardi & Galli, 1985.

Nat² – valores reportados por Robinson *et al.*, 2002.

Tabla 5. Fórmulas cristal químicas deducidas para la thomsonita

Fórmula	Punto de medición
$\text{Ca}_{6,6}\text{Na}_{5,13}(\text{Al}_{18,81}\text{Si}_{21,30}) \cdot 21,63 \text{ H}_2\text{O}$	5
$\text{Ca}_{6,6}\text{Na}_{4,51}(\text{Al}_{18,85}\text{Si}_{21,42}) \cdot 22,98 \text{ H}_2\text{O}$	6
$\text{Ca}_{6,5}\text{Na}_{4,99}(\text{Al}_{18,80}\text{Si}_{21,38}) \cdot 22,66 \text{ H}_2\text{O}$	7
$\text{Ca}_{6,7}\text{Na}_{4,97}(\text{Al}_{19,04}\text{Si}_{21,14}) \cdot 21,78 \text{ H}_2\text{O}$	9

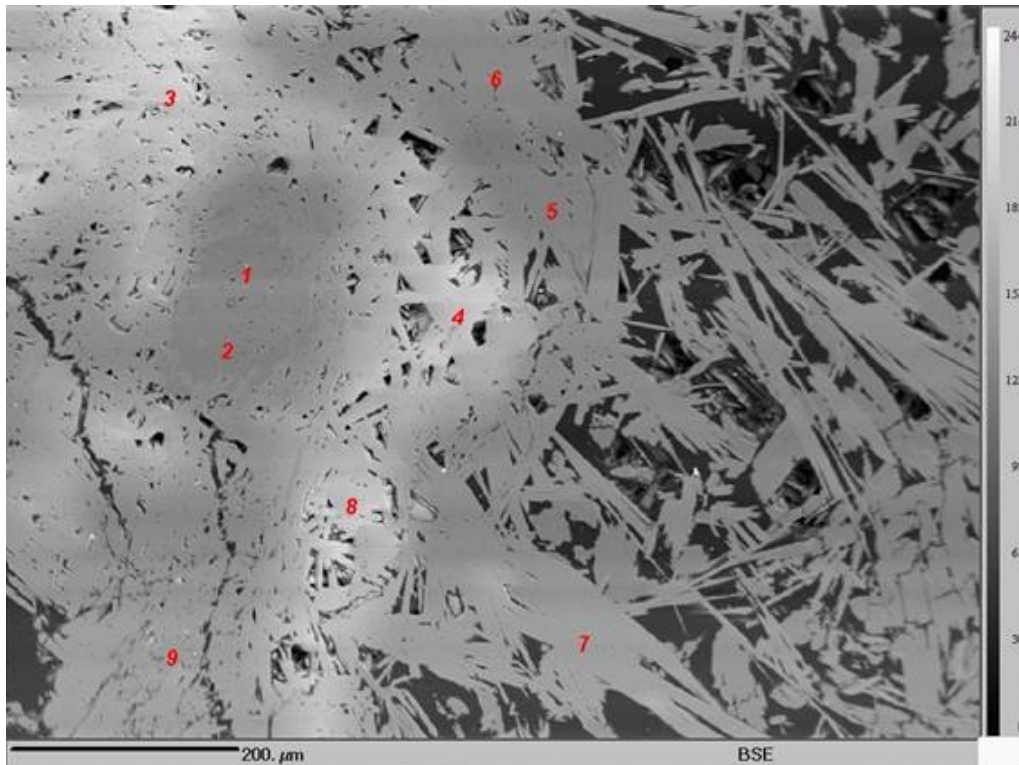


Figura 6. Imagen de electrones retrodispersados de la muestra. En rojo, los puntos de medición con la microsonda Cameca SX 100. Hacia la derecha se observa el hábito fibroso y lamelar de la thomsonita.

En la microfotografía obtenida de la muestra FG con el microscopio de polarización (Figura 7) se aprecia el predominio de un mineral de hábito fibroso, alargado y clivaje en una dirección, con baja birrefringencia y extinción recta que por sus características se corresponde con la thomsonita.

En la sección delgada aparece otro mineral menos distribuido que el anterior, de aspecto fibroso, cristales menos alargados, con baja birrefringencia y extinción recta, que pudiera corresponder con el mineral natrolita (Figura 8).

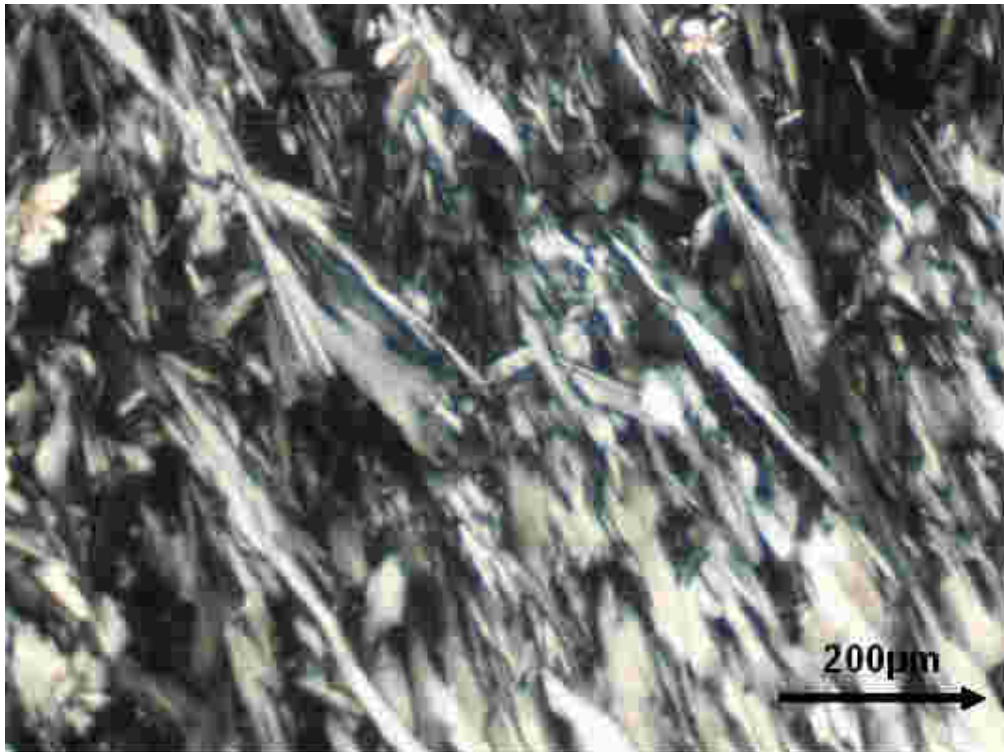


Figura 7. Cristales fibrosos alargados de thomsonita que forman haces. Nícoles cruzados.

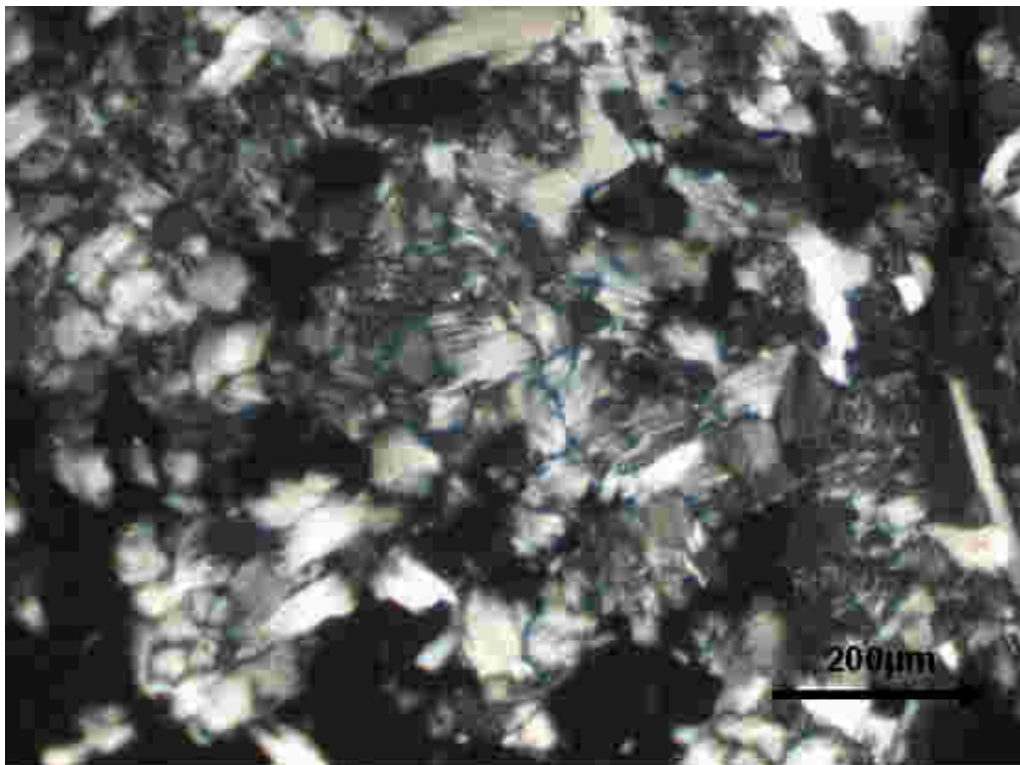


Figura 8. Cristales prismáticos cortos, fibrosos con clivaje en una dirección que presentan baja birrefringencia. Posible natrolita. Nícoles cruzados

Génesis

Gottardi & Galli (1985) plantean que las thomsonitas son de origen hidrotermal, con un solo reporte de este mineral en tobas alteradas por percolación en Japón, mientras que Tschernich (1992) plantea que la thomsonita es común en basaltos de baja sílice y menos común en zonas de metamorfismo de contacto y pegmatitas; más raramente se encuentra en basaltos toleíticos ricos en sílice. Atendiendo al hecho de que la thomsonita reportada en Moa está vinculada a vetillas que cortan las tobas básicas palagonitizadas, así como a los altos contenidos en ella de los microelementos Cu y Cr, se estima su origen es hidrotermal.

CONCLUSIONES

La thomsonita no figura entre las zeolitas más abundantes, por lo que su presencia en las grietas que cortan las tobas carmelitas de Farallones es un reporte de especial interés desde el punto de vista mineralógico. Se demostró la presencia de este mineral por medio de su patrón de difracción de rayos X, de sus propiedades ópticas y de su composición química puntual, resultando una thomsonita de alta sílice y un moderado desorden estructural. En las vetillas, junto a la thomsonita están presentes analcima, posiblemente como relicto de la roca de caja, y natrolita. No se pudo confirmar la presencia de la tetranatrolita por medio de la microsonda. Se recomienda la realización de análisis térmicos para una mejor caracterización de las zeolitas aquí estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor H.J. Gursky, de la Universidad Técnica de Clausthal, Alemania, por el apoyo dado para el empleo de la base de laboratorios utilizada en esta investigación y al DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico) por el apoyo financiero brindado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOTTARDI, G. & GALLI, E. 1985. *Natural Zeolites*. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 409 p.
- OROZCO, G. 1996. Caracterización geólogo-mineralógica del yacimiento de tobas zeolitizadas Caimanes, Moa, Holguín. *Minería y Geología*, 13 (3):27-35.
- 2007. Sobre la presencia de phillipsita y analcima en tobas de la región de Farallones, Moa. II Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. La Habana, Cuba, 20-23 marzo. (Resúmenes) GEO3-P19.
- OROZCO, G. & RIZO, R. 1998. Depósitos de zeolitas naturales de Cuba. *Acta Geológica Hispánica*, 33 (1-4) :335-349.
- REZENDE, N. & SIMOES-ANGÉLICA, R. 1999. Sedimentary zeolites in Brazil. *Miner. Petrogr. Acta*, XLII :71-82.
- ROBINSON, P.; ERZINGER, J. & EMMERMANN, R. 2002. The composition and Origin of Igneous and Hidrothermal Veins in the Coger Ocean Crust-ODP Hole 735B, Southwest Indian Ridge. Web publication: 31 may 2002. Ms 176SR-019. doi:10.2973/odp.proc.sr.176.019.2002
http://www-odp.tamu.edu/publications/176_SR/Volume/Chapters/SR176_09.PDF.
- SÁNCHEZ, Y. 2005. Constitución geológica del área de Farallones sobre la base de la cartografía geológica a escala 1: 25 000. I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. La Habana, Cuba, 5-8 abril. (Resúmenes) GEO7-P4.
- TSCHERNICH, R.W. 1992. *Zeolites of the World*. Geoscience Press, Inc. 563 p.