

Sobre el descubrimiento en Cuba de rocas zeolíticas de importancia industrial

BOYAN ALEXIEV, de la Universidad de Kliment Ojridski, de Sofía, Bulgaria,

AMELIA BRITO ROJAS y DONIS P. COUTIN, del Instituto de Geología de la Academia de Ciencias de Cuba y

GONZALO TELLEZ ACUÑA, del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC).

Los estudios petrográficos de las rocas vulcanógenas de la provincia de Las Villas, realizados por Boyan Alexiev, permitieron conocer la presencia en esas rocas de un interesante mineral del grupo de las zeolitas (posiblemente la clinoptilolita), el cual por sus singulares propiedades podría tener útiles aplicaciones.

Posteriormente se formó un grupo de trabajo para las investigaciones sobre las rocas zeolíticas y los minerales que las componen, en el que participaron Amelia Brito y Donis P. Coutín bajo la dirección de Boyan Alexiev. En la preparación de las muestras colaboró además Celso Cárdenas.

Se precisó que ciertos paquetes de rocas piroclásticas alteradas son prácticamente monominerales, compuestas por clinoptilolita y que los mismos están ampliamente distribuidos en el perfil de las rocas vulcanógenas de la provincia de Las Villas.

Nosotros muestreamos varios afloramientos del horizonte, que forman una franja, la cual se interrumpe en algunos lugares, bien tectónicamente, bien por estar cubierta por sedimentos contemporáneos.

Fueron muestreados afloramientos en los siguientes lugares: paso del Río Roble, Tasajera (San Juan de los Yeras); colina alargada a 3 km al SO del Central "10 de Octubre" y cantera por el camino a Santa Rosa; Central "Osvaldo Herrera" en la zona de Porvenir 2.6 km al NE de Roble (N de Monte Oscuro, Central "Osvaldo Herrera"); Chucho Rojas, Quemado de Hilario; Seibabo; Vega Nueva (NE de Seibabo).

Según nuestra opinión, de los lugares mencionados el que mejores perspectivas ofrece por su espesor visible, por su extensión horizontal y por la calidad de la materia prima, es el de Tasajera; en segundo lugar las colinas cerca de Seibabo y las de Porvenir, cerca del camino del Central "Osvaldo Herrera" a Santa Clara.

Estudiando comparativamente materiales recogidos en trabajos anteriores en la provincia de Oriente por Amelia Brito y Donis Coutín y tomando en consideración criterios geológicos establecidos durante esos trabajos, se determinó en las secciones delgadas examinadas la presencia de un mineral semejante al encontrado en Las Villas; por esto, el grupo de trabajo creyó oportuno visitar esa provincia para comprobar en el terreno la posibilidad de concentraciones de dicho mineral. Las regiones más perspectivas desde el punto de vista de las rocas zeolíticas son las de Palenque de Yateras y Palmarito de Cauto. Las muestras fueron tomadas en distintos lugares de estas regiones.

Tanto en Las Villas como en Oriente se visitaron los lugares más interesantes con el fin de relacionarnos con la situación y las características geológicas de los paquetes de rocas zeolíticas y sus vínculos con las demás rocas asociadas a ellas. Algunos lugares fueron muestreados por nosotros y otros simplemente sirvieron de base o de comprobación para confirmar o negar criterios geológicos.

En la actual etapa del estudio de las rocas zeolíticas se realizaron los siguientes trabajos:

- 1.—Se describieron varias decenas de secciones delgadas (petrográficas).
- 2.—Se realizaron 20 análisis de fase por difracción de Rayos X (en los laboratorios del CNIC)
- 3.—16 análisis para obtener fracciones de distintos diámetros de granos.
- 4.—20 separaciones en líquidos pesados.
- 5.—1 análisis espectral (en el Laboratorio José Isaac del Corral).
- 6.—1 análisis químico (en el Laboratorio José Isaac del Corral).

Las investigaciones microscópicas indicaron que las rocas estudiadas están compuestas de una masa microgranular con polarización agregada; solamente en algunas muestras se observan cristales con un tamaño hasta 0.05 mm de diámetro. En estos casos, cuando los cristales son relativamente grandes, tienen colores de interferencia bajos.

El índice de refracción de estos cristales es considerablemente menor que el del bálsamo de Canadá. Las rocas contienen en cantidades insignificantes minerales arcillosos y clorita, los cuales poseen una estructura microescamosa. En algunas muestras se observan cristaloclastos aislados de andesina y augita. Al realizar un examen microscópico más detallado, se ve que tanto el principal mineral formador de la roca, como la clorita y los minerales arcillosos, se formaron por la desvitrificación de fragmentos de vidrio volcánico. En algunas secciones delgadas y muestras se observan con bastante precisión las formas de los cortes de los fragmentos de vidrio volcánico. Estas formas de los cortes son angulosas con bordes curvados. Algunos fragmentos contienen oquedades de formas alargadas y ovaladas, que probablemente estuvieron rellenas de gas o líquido. Precisamente

en estas oquedades y entre fragmentos de vidrio volcánico se formaron los cristales de mayor tamaño del mineral investigado.

Basándonos en los datos de microscopía, este mineral lo incluimos en el grupo de las zeolitas. Teniendo en cuenta algunas conclusiones geológicas más generales, como son: el carácter relativamente ácido del vidrio volcánico (del tipo andesítico), el carácter de la desvitrificación y los datos de la literatura, nos orientamos hacia el mineral **clinoptilolita**. Esta suposición requería de demostraciones más concretas y objetivas para el diagnóstico del mineral. A este respecto, el análisis roentgenométrico y la estabilidad térmica nos darían suficiente certeza.

Las investigaciones roentgenográficas realizadas en el CNIC por Gonzalo Téllez, demostraron que todas las muestras que fueron analizadas están compuestas por clinoptilolita. En la tabla I se muestran los resultados obtenidos y los datos sobre la clinoptilolita del yacimiento Héctor, California, según Mumpton, 1960. Como se ve en esta tabla, nuestros datos coinciden satisfactoriamente con los que publicó Mumpton. Teniendo en cuenta que en ciertos aspectos los roentgenogramas de la clinoptilolita son análogos a los roentgenogramas de la heulandita, le hicimos análisis de fase por difracción de Rayos X a una muestra que sometimos a la temperatura de 450°C. Esto fue necesario para obtener la confirmación final de que esto era realmente **clinoptilolita**, pues la heulandita, al calentarse a 350°C se destruye, convirtiéndose en una sustancia amorfa, mientras que la clinoptilolita permanece estable hasta temperaturas más altas (Deer *et al*; 1963).

En la tabla II se muestran los resultados de los análisis por difracción de Rayos X de la muestra no tratada térmicamente (1) y de la calentada (2) del mineral investigado. En esta tabla se puede ver que dichas dos muestras dan cuadros de difracción completamente semejantes. Así quedó demostrado que este mineral es, sin lugar a dudas, **clinoptilolita**.

TABLA I

Muestra N° 1 L			Clinoptilolita Mumpton 1960		
Cuk Método: Difractométrico			Cuk Método: Difractométrico		
N°	d	I	d	I	
1	9.00	100	9.00	100	
2	7.99	33	7.94	40	
3	6.77	17	6.77	30	
4	6.62	17	6.64	20	
5	5.19	17	5.24	30	
6	5.10	22	5.11	10	
7	4.64	17	4.69	20	
8	4.54	17	4.48	20	
9	4.25	11	4.34	20	
10	3.97	100	3.96	100	
11	3.90	40	3.90	80	
12	3.54	20	3.55	20	
13	3.46	50	3.46	20	
14	3.41	55	3.42	60	
15	3.34	78	—	—	
16	3.17	44	—	—	
17	3.12	22	3.12	30	
18	3.07	17	3.07	20	
19	2.98	50	2.97	50	
20	2.89	11	2.87	10	
21	2.80	28	2.82	30	
22	2.73	17	2.73	10	
23	2.67	11	2.68	10	
24	2.56	10	—	—	
25	2.51	11	—	—	
26	2.43	14	2.44	10	

Es necesario indicar que algunos de los roentgenogramas de las muestras presentan ciertas líneas de cuarzo y otras que coinciden con la mordenita, otro mineral del grupo de las zeolitas.

Para determinar la cantidad de zeolita en rocas investigadas hicimos la separación en líquidos pesados (Thoulet p. e. aprox. 2.2). Separamos las muestras de diámetro de grano comprendido entre 0.05 y 0.01 mm y algunas muestras de diámetro de grano entre 0.25 y 0.05 mm.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla III. En esta tabla podemos observar que la cantidad de la fracción "ligera" (zeolítica-clinoptilolítica) está en el intervalo entre 89.15 y 98.43%. Esto demuestra que las rocas investiga-

das están compuestas casi en su totalidad de zeolita-clinoptilolita; lo cual es importante industrialmente por ser acumulaciones de rocas monominerales. Esto nos sirve de base para nombrar esta roca (según la nomenclatura de Boyan Alexiev) **zeolitita clinoptilolítica** con una estructura microgranular-relictovicroclástica. Para la obtención de una plena seguridad sobre este particular, sometimos a investigación roentgenográfica 3 muestras de la roca completa y muestras de la fracción "ligera" de estas mismas rocas.

Los resultados obtenidos están reflejados en la tabla IV, donde podemos observar que el cuadro de difracción que dan las muestras de las fracciones "ligeras" (1) y el de las rocas completas correspondientes (2) coinciden plenamente.

TABLA II

Cuk Método: difractométrico

1			2		
1 L (sin calentar)			1 L (calentada a 450°C)		
Nº	d	I	d	I	
1	9.00	100	9.00	100	
2	7.99	33	7.88	37	
3	6.77	17	6.90	15	
4	6.62	17	6.58	16	
5	5.19	17	5.25	16	
6	5.10	22	5.10	25	
7	4.64	17	4.64	20	
8	4.54	17	4.52	20	
9	4.25	11	4.25	13	
10	3.97	100	3.97	100	
11	3.90	40	3.92	57	
12	3.54	20	3.53	21	
13	3.46	50	3.46	60	
14	3.41	55	3.41	60	
15	3.34	78	3.34	81	
16	3.17	44	3.22	37	
17	3.12	22	3.11	19	
18	3.07	17	3.06	19	
19	2.98	50	2.97	50	
20	2.89	11	2.89	19	
21	2.80	28	2.79	28	
22	2.73	17	2.73	19	
23	2.56	10	2.55	8	
24	2.51	11	2.52	11	
25	2.43	14	2.45	8	

TABLA III

Resultados de la división en fracciones "LIGERA" y "PESADA"
respecto al p. e. 2.2

Fracción No. muestra	0.05-0.01 mm		0.25-0.05 mm	
	ligera, %	pesada, %	ligera, %	pesada, %
ZLV-1	95.89	4.11	98.66	1.34
ZLV-2	93.25	6.57	—	—
ZLV-3	93.83	6.17	98.64	1.36
ZLV-4	89.86	10.14	—	—
ZLV-5	95.56	4.44	—	—
ZLV-6	96.67	3.33	—	—
ZLV-8	97.53	2.47	—	—
ZLV-11	90.12	9.88	—	—
ZLV-18	96.33	3.67	—	—
ZO-1	97.20	2.80	—	—
ZO-4	89.15	10.85	92.93	7.07
ZO-5	98.43	1.57	92.20	0.80
ZO-11	95.40	4.65	—	—

TABLA IV
CUK Método: difractométrico

Muestra 1 L			Muestra ZLV-1	
Nº	d	I	d	I
1	9.00	100	9.00	96
2	7.99	33	7.99	33
3	6.77	17	6.74	22
4	6.62	17	6.59	22
5	5.19	17	5.27	22
6	5.10	22	5.11	22
7	4.64	17	4.64	22
8	4.54	17	4.52	22
9	4.25	11	4.27	11
10	3.97	100	3.96	100
11	3.90	40	3.90	43
12	3.54	20	3.54	11
13	3.46	50	3.46	44
14	3.41	55	3.39	44
15	3.34	78	3.34	70
16	3.17	44	3.20	44
17	3.12	22	3.11	15
18	3.07	17	3.06	11
19	2.98	50	2.97	39
20	2.89	11	2.89	10
21	2.80	28	2.79	22
22	2.73	17	2.74	22
23	2.67	11	—	—
24	2.56	10	2.55	10
25	2.51	11	2.52	11
26	2.43	14	2.44	10

No realizamos investigaciones para la determinación de la composición mineralógica de la fracción "pesada". Sobre la mineralogía de estas fracciones podemos juzgar partiendo de las investigaciones microscópicas de las secciones delgadas y de los resultados de los análisis roentgenográficos.

En esta fracción están presentes los minerales que poseen un peso específico mayor que 2.2. Hasta el momento, podemos considerar que dicha fracción contiene: plagioclasa (andesina), piroxeno (augita), minerales arcillosos, clorita y cuarzo. Probablemente también se encuentran en dicha

fracción el apatito y otros minerales accesorios que son característicos de las rocas andesíticas.

SOBRE EL DESCUBRIMIENTO DEL MINERAL MORDENITA DEL GRUPO DE LAS ZEOLITAS.

Las investigaciones roentgenográficas de la fracción "ligera" de una roca de la provincia de Oriente, de la región de Palmarito de Cauto, indicaron que está formada totalmente de mordenita, sin otras mezclas. Ver Tabla V.

TABLA V

Muestra N° 237			Mordenita (Harris Briandley 1954)	
Cuk Método: difractométrico			Cuk Método: Cámara Ø 19 y 20 cm.	
N°	d	I	d	I
1	13.50	18	13.70	50
2	9.00	71	9.10	90
3	6.59	60	9.61	90
4	5.78	12	5.79	50
5	4.52	30	4.52	80
6	4.00	60	3.99	100
7	3.47	100	3.48	100
8	3.39	50	3.39	90
9	3.21	66	3.22	100
10	2.96	11	2.94	20
11	2.89	24	3.89	60
12	2.57	10	2.56	40
13	2.52	12	2.52	50

Este mineral pertenece al grupo de las zeolitas. El mismo posee particularidades muy interesantes desde el punto de vista práctico, fundamentalmente como tamiz molecular. Las propiedades de la mordenita como tamiz se supone que están relacionadas con los sistemas de canales de diámetro 6.6 Å. (Deer et al., 1963).

Según los datos de la literatura examinada al respecto, no se conocen grandes concentraciones industriales naturales de dicho mineral.

Las observaciones que poseemos hasta ahora en el campo, nos permite suponer que la mordenita posee amplia distribución y constituye el principal componente de la roca.

Al determinar la cantidad de la fracción "ligera" (zeolítica) se estableció que alcanza el 94.54% de la fracción de diámetro de grano entre 0.05 y 0.01 mm. Esto nos permite afirmar que en Cuba (provincia de Oriente) existen **zeolitas**

mordeníticas (según la nomenclatura de Boyan Alexiev).

Exceptuando la presente información sobre la existencia de estas rocas en Cuba, no tenemos otras noticias acerca de las mismas, ni en las publicaciones periódicas, ni en informes y conferencias a los cuales tuvimos acceso.

En trabajos de búsqueda de tobas hidráulicas, realizados anteriormente en la región de Palmirito, se describen estas rocas, mencionándose, entre los productos secundarios de alteración, junto con clorita (predominantes), biotita (muy rara) e hidromicas, la presencia de zeolita, pero sin identificarla como mordenita y sin establecer que la misma compone un porcentaje considerable de la roca (Pavlov, A., 1968).

De lo anteriormente expuesto, se ve que en el territorio de Cuba están difundidas rocas zeolíticas que son muy interesantes desde el punto de vista práctico por su importancia industrial.

B I B L I O G R A F I A

- DEER, W. A., R. A. HOWIE and J. ZUSSMAN. 1963. *Minerales formadores de roca*. Tomo 4. Edit. Mir, Moscú (traducción rusa de 1966).
- MUMPTON, J. A. 1960. Clinoptilolita redefined. *Am. Mineral*, 45, 351-369.
- PAVLOV, A. 1968. Informe sobre los trabajos de búsqueda de tobas hidráulicas como mezclas activas para la producción del cemento portland puzolánico, realizados en la provincia de Oriente. Geo. 175. Archivo Técnico del MMCM, La Habana.
- SHEPARD, A. O. and H. C. STARKEY. 1964. Effect of cation exchange on the thermal behavior of heulandite and clinoptilolite. *U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 475-D*, 89-92.