

ANALCIMA EN RESTOS FOSILES DE DINOSAURIOS Y TRONCOS DEL GRUPO CHUBUT, PROVINCIA DE CHUBUT, ARGENTINA

por
ALEJANDRO J. TOSELLI,
JUANA N. ROSSI DE TOSELLI,
DOMINGO E. ANGONOA y
OLGA F. CORONEL*

ABSTRACT

Chemical and physical characteristics of Analcite that occurs as a constituent in fossils of the Chubut Group, in the province of Chubut, are described. Chemical composition determined is: SiO_2 - 57,54, Al_2O_3 - 20,90, Na_2O - 10,00, K_2O - 0,33, H_2O - 8,52, MgO - 0,80, CaO - 0,30, Fe_2O_3 - 1,00, and TiO_2 - 0,60. Fusibility is 4 to 5. Hardness is 5,5. Specific gravity is 2,19. Unit cell determined by X-Ray diffraction is 13,696 Å. All these physical properties are different to Analcites that occurs as a primary constituent of some igneous rocks.

Introducción

El objeto del presente trabajo es dar a conocer la presencia de analcima en restos fósiles de vertebrados y troncos, contenidos en las areniscas de la Formación Gorro Frigio, del Grupo Chubut, de edad Cretácico inferior, en la provincia de Chubut. Este nombre formacional fue propuesto por Nakayama (1972, in Chebli et al. 1976), en el cual reconocen tres miembros de los cuales el superior, denominado Miembro Cerro Barcino, es el que aporta el mejor contenido fosilífero y el mineral sujeto a estudio.

El hallazgo fue realizado por el Dr. José F. Bonaparte y colaboradores a 40 km al este de Paso de Indios.

El Miembro Cerro Barcino de la Formación Gorro Frigio, está constituido esencialmen-

te, según Chebli et al. (op. cit.), por psefitas y psamitas con intercalaciones piroclásticas y pelíticas de coloración generalmente verdosa a rojo amarillenta.

Las rocas portadoras de analcima, son areniscas volcanoclásticas epiclásticas, según la clasificación de Wentworth y Williams (1932), constituidas por clastos bien seleccionados de fragmentos líticos y cuarzo-feldespáticos. Los clastos líticos son dominantes, están bien redondeados y consisten generalmente en matrices de vulcanitas. El feldespato está representado esencialmente por sanidina y por plagioclasa muy zoneada. El cuarzo es menos frecuente y se presenta en clastos subredondeados a subangulosos.

El cemento dominante es la calcita que en muchos casos corroe a los clastos y en segundo término se presenta la analcima, en porcentajes mucho menores, con hábito masivo que, a veces, se resuelve en cristales hacia el contacto con la calcita. Pero los cristales más notables y abundantes se presentan en un

* Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán, Fundación Miguel Lillo.

material pulverulento que se desarrolla en cavidades con aspecto de amígdalas y en íntima relación con los restos fósiles de vertebrados. Asimismo se desarrollan siguiendo grietas longitudinales en la corteza fosilizada de los troncos.

Las relaciones mencionadas y el excelente desarrollo de los cristales, nos motivaron a realizar el presente estudio.

Propiedades físicas

Macroscópicamente la analcima se presenta en icositetraedros deltoides, con tamaños que oscilan desde décimas de milímetro a tres milímetros. Los cristales son generalmente de brillo vítreo y de colores blancos o negros, según su contenido de impurezas.

Otras propiedades físicas son:

Peso específico	2,19
Fusibilidad	4 a 5
Dureza	5,5

En las muestras trituradas no se observa clivaje, sino sólo partición.

Las propiedades ópticas determinadas son: índices de refracción variables, con valores

determinados de 1,482 y 1,487; generalmente es isótropa, pero en algunos cristales se presenta levemente birrefringente. Los índices de refracción fueron determinados utilizando luz de sodio y líquidos de inmersión, medidos con microrrefractómetro Leitz-Jelley.

Las secciones delgadas muestran que los cristales blancos son totalmente carentes de inclusiones, mientras que los negros presentan numerosas inclusiones opacas finas, que se concentran de preferencia en aristas y vértices de los cristales.

La cantidad de agua perdida a distintas temperaturas, determinada en la mufla, es la siguiente:

Pérdida de agua:

entre 110°C y 380°C	8,26%
entre 380°C y 800°C	0,92%
entre 800°C	0,36%
Total	9,54%

Los difractogramas de Rayos X, obtenidos con radiación de cátodo de cobalto, muestran los siguientes valores, que son comparados con los expresados por Coombs (1955), que los obtuvo en cámara de 19 cm de diámetro, con radiación de Cu-K α .

Analcima-Flinders		Analcima-Laven			Analcima-Gorro Frigio		
hkl	I/I ₁	d A	I/I ₁	d A	hkl	I/I ₁	d A
(200)	< 10	6,87	20	6,88			
211	80	5,61	80	5,61	60	5,59	
220	40	4,86	40B	4,85	24	4,88	
321	20	3,67	30B	3,6493,67	16	3,68	
400	100	3,43	100	3,43	100	3,42	
332	80	2,925	70	2,929	52	2,91	
431(510)	50	2,693	--	--	24	2,68	
521	50	2,505	50	2,506	20	2,49	
640	50	1,903	--	--	--	--	
633-721-552	40	1,867	40B	1,869	--	--	
732-651	60	1,743	50B	1,744-1,734	--	--	
800	30	1,716	40	1,713			
					411-330	12	3,35
					422	12	2,78
					440	12	2,419
					600-441	8	2,270
					611-532	16	2,229
					620	9	2,160

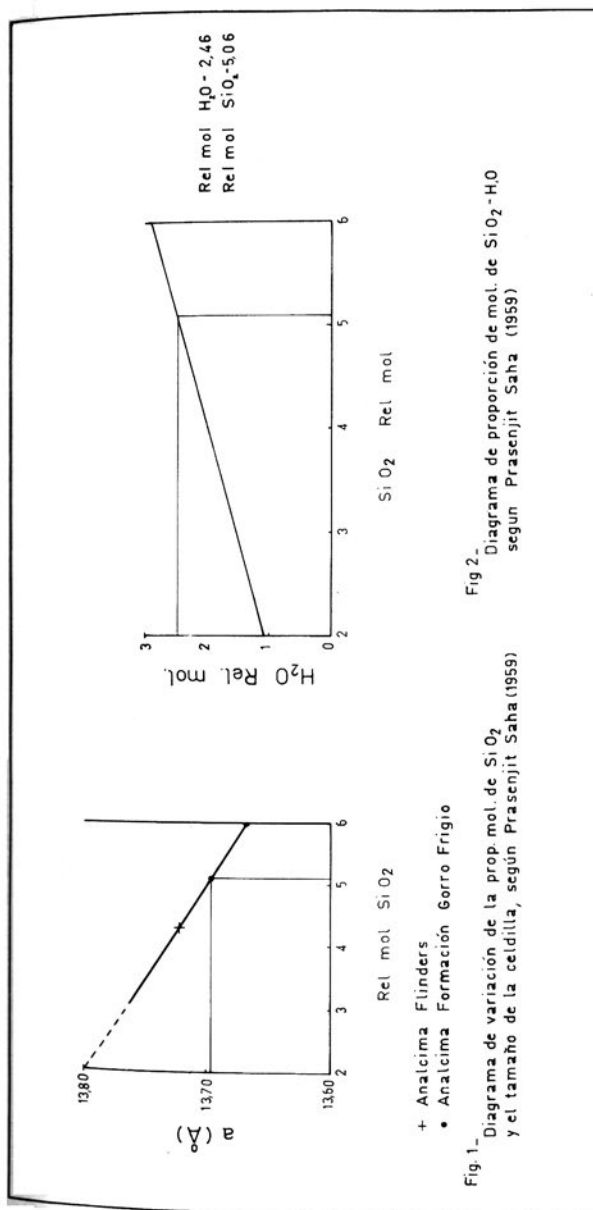
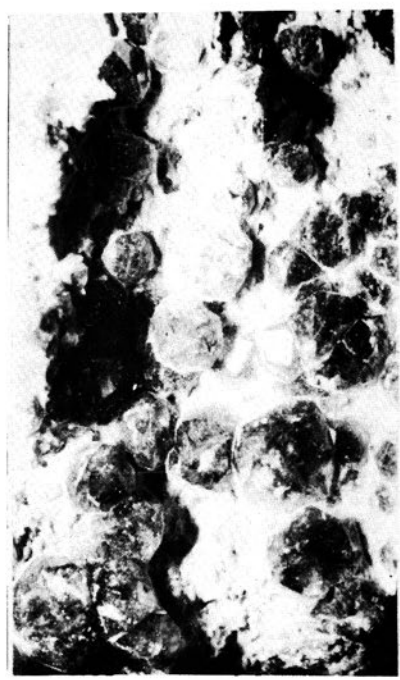


Fig. 1.- Diagrama de variación de la prop. mol. de SiO₂ y el tamaño de la celdilla, según Prasenjit Saha (1959)

Fig. 2.- Diagrama de proporción de mol. de SiO₂-H₂O según Prasenjit Saha (1959)



El tamaño de la celdilla, calculado a partir de los valores de las reflexiones obtenidas utilizando la ecuación de espaciado interplanar correspondientes al sistema cúbico, dado por Brown (1961)

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{a^2 h^2 + k^2 + l^2}}$$

tiene un valor promedio de 13,696 Å, muy próximo al valor teórico de "a = 13,70 Å", dado por Deer et al. (1971).

Propiedades químicas

Entre los caracteres diagnósticos de la analcima se cita la gelatinización cuando se la ataca con ácido clorhídrico concentrado y este fenómeno se hace más notable cuando se lleva a cabo en caliente. En nuestro caso la analcima "no gelatiniza", ni en frío ni en caliente.

El análisis químico fue realizado por vía húmeda, con los métodos clásicos de la química analítica.

El silicio fue determinado, previa disgregación con carbonato de sodio y potasio, disolución con ácido clorhídrico y doble evaporación. Con posterior calcinación a 900° C y evaporación con ácido fluorhídrico. Los líquidos filtrados fueron llevados a 500 cm³.

El residuo de la evaporación de la sílice se disgregó con piro-sulfato de potasio y se agregó al líquido principal.

El R₂O₃ fue determinado a partir de una porción alícuota (200 cc = 0,2 gr), por precipitación con amoníaco y calcinación e incluye Fe₂O₃, Al₂O₃, TiO₂, V₂O₅, P₂O₅ y Cr₂O₃.

En el líquido filtrado se determinó calcio por oxalato y magnesio como pirofosfato de magnesio, el hierro total, como óxido férrico, se obtuvo a partir del precipitado con amoníaco que se disgregó con bisulfato de sodio, separándose del aluminio con hidróxido de sodio y peróxido de sodio. De este precipitado se separó el titanio con sulfuro de amonio y ácido tartárico. El titanio se resol-

vió con cupferrón y el hierro gravimétrico como Fe₂O₃, después de calcinado.

El P₂O₅ se determinó sobre muestra aparte por el método del molibdato y valoración alcalinimétrica. Por su parte el sodio y el potasio por espectrofotómetro de llama, con ataque de ácidos nítrico-fluorhídrico.

El FeO se obtuvo por medio de vanadato de amonio y titulación con bicromato de potasio. El manganeso se realizó sobre muestra aparte con persulfato de amonio y determinación colorimétrica y el aluminio se determinó por diferencia de la suma del R₂O₃.

Las muestras fueron seleccionadas con lupa binocular y luego molida en mortero de Abich y porfirizada en el de ágata. Se realizaron cuatro análisis químicos (por D. Angonoa y O. Coronel), representando el 1 y el 4, muestras blancas y transparentes; mientras que las 2 y 3 corresponden a cristales negros y opacos, con inclusiones de minerales opacos y pulverulentos. Los resultados de los mismos se comparan con algunas analcimas 8 pertenecientes a rocas volcánicas en cavidades de basalto, Table Mountain, Golden, Colorado, Anal. E. H. Osmond, dados por Deer et al. (op. cit.):

ANÁLISIS QUÍMICOS

	1	2	3	4
SiO ₂	58,10	57,24	58,09	57,24
Al ₂ O ₃	20,75	12,59	18,20	20,90
Na ₂ O	11,02	10,00	10,00	10,00
K ₂ O	0,30	0,43	0,43	0,33
H ₂ O	8,80	9,54	9,54	8,52
MgO	n.d.	1,02	0,72	0,80
CaO	n.d.	2,75	1,30	0,30
Fe ₂ O ₃	n.d.	3,90	1,05	1,00
P ₂ O ₅	n.d.	0,113	tr.	tr.
MnO	n.d.	0,0025	tr.	-.
TiO ₂	n.d.	2,7	2,7	1,00
Total	98,97	100,28	100,03	99,99

n.de.: no determinado.

tr.: trazas.

RELACION MOLECULAR

	1	2	3	4	8
Si	2,10	2,08	2,08	2,08	2,04
Al	0,89	0,63	0,77	0,89	0,96
Na	0,77	0,71	0,69	0,70	0,95
K	0,01	0,02	0,02	0,01	---
OH	2,13	2,32	2,28	2,05	1,98
Ca	--	0,11	0,05	0,01	--

La comparación de los análisis químicos, muestra que la analcima de la Formación Gorro Frigio es en general alta en SiO_2 y K_2O mientras que los valores de Al_2O_3 y Na_2O son menores a los esperados. Finalmente el contenido de CaO se considera normal.

Los contenidos de MgO , Fe_2O_3 , P_2O_5 , MnO y TiO_2 pertenecen a inclusiones mecánicas dentro de los cristales de analcima.

NUMERO DE ATOMOS

	1	2	3	4	8
Si	967	952	967	957	933
Al	203	145	178	205	219
H_2O	488	530	529	473	452
Ca	--	49	23	5	--
Na	178	161	161	161	217
K	3	4	5	3	--
2CaKNa	181	263	212	174	217
Δ	22	118	34	31	2

Rel. mol. _____ 5,06 : 2,46 _____ n.d.
 $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

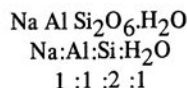
En esta tabla los valores correspondientes a Si, Al, Ca, Na, K y H_2O , son las proporciones moleculares de cada uno de ellos.

El valor Δ se determina según la fórmula propuesta por Saha (1959) $\Delta = [\text{Al} - (2\text{Ca} + \text{Na} + \text{K})]$.

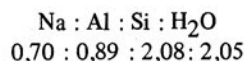
Para la determinación de la relación molecular $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O}$, se entra en la ordenada de la figura 1, con el valor de la celdilla elemental expresado en A con los que se determina la relación molecular de la sílice y con este valor se va a la abscisa de la figura 2, con lo cual se obtiene el valor correspondiente al H_2O . La relación obtenida 5,06:2,46, es su-

perior al valor considerado como normal que es 4,0:2,1.

La analcima ideal tiene una relación composicional, según Saha (op. cit.) de:



La analcima de la Formación Gorro Frigio del Grupo Chubut, tiene una relación promedio de:

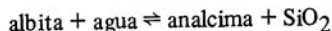


En que la diferencia más notable que puede apreciarse es en el contenido de agua.

Origen

Dado que el desarrollo de analcima se produce en areniscas volcánicas epiclásticas, con cemento calcáreo, Ross (1928, 1941 in Deer. et al. op. cit.) y Keller (1952) consideran que en este tipo de rocas, el mineral es producto de la acción de aguas conteniendo sales de sodio, sobre arcillas derivadas de tobas volcánicas.

Milton et al. (1960) considera que la temperatura debió ser tal que permitiera la reacción:



que por las características petrográficas no debió ser muy superior a la temperatura ambiente.

La analcima, representa según Keller (1952) un silicato de aluminio y sodio hidratado, estable en medio salino. Considerando la obtención de analcimas sintéticas realizadas por Saha (op. cit.) en las cuales el índice de refracción decrece con el incremento de sílice, desde 1,493 para la analcima obtenida de la natrolita; a 1,488 para la analcima de composición ideal y 1,482 para la obtenida de la albi-

ta, podríamos considerar un doble origen para la analcima de la Formación Gorro Frigio, unas derivadas de arcillas y otras derivadas de la plagioclasa, en razón de los índices medidos, 1,482 y 1,487.

Con respecto al zoneamiento observado en los cristales, debido a la inclusión de impurezas, debemos considerar condiciones físico-químicas cambiantes en el medio de formación, que reflejarían períodos de cristalización lenta, que desplazarían los materiales extraños y períodos de crecimiento rápido durante los cuales serían englobados. Asimismo, y probablemente debido a la estructura cristalina, el material foráneo es concentrado en las aristas y vértices, nunca se lo ha observado en las caras.

Agradecimientos

Los autores dejan expresa constancia de su agradecimiento al Dr. José F. Bonaparte, por habernos facilitado el material de estudio y su valioso asesoramiento.

BIBLIOGRAFIA

- BROWN, G. 1961. The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society, London.
- CHEBLI, C. A., NAKAYAMA, C., SCIUTTO, J. C. y SERRAIOTTO, A. A. 1976. Estratigrafía del Grupo Chubut en la región central de la provincia homónima. Actas del sexto Congreso Geológico Argentino. I. Bahía Blanca, págs. 375-392.
- COOMBS, D. S. 1955. X-ray observations on Wairakite and non-cubic analcime.- *Mineralogical Magazine* 30, 231: 699-708.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. and ZUSSMAN, M. 1971. *Rock Forming Minerals. IV. Framework Silicates.* Longman.
- KELLER, W. D. 1952. Analcime in the Popo Agüero Member of the Chugwater Formation.- *Science* 115, 2938: 241.
- SAHA, P. 1959. Geochemical and X-ray investigation of natural and synthetic analcites.- *Journal of Geology* 67, 300-313.
- WENTWORTH, C. K. and WILLIAMS, H. 1932. The classification and terminology of the pyroclastic rocks. *Bull. natn. Res. Coun.* 89, 19-53.

A. J. TOSELLI

J. N. ROSSI de TOSELLI

D. E. ANGONOA

O. F. CORONEL

Facultad de Ciencias Naturales, U.N.T.

Miguel Lillo 205

4000 San Miguel de Tucumán

República Argentina