

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA
(NUEVA SERIE)

INDERBORITA, $\text{CaO MgO } 3 \text{ B}_2\text{O}_3 \text{ 11 H}_2\text{O}$, DEL DISTRITO DE SIJES, SALTA, ARGENTINA

LORENZO F. ARISTARAIN ⁽¹⁾

RESUMEN

Para este estudio se utilizaron cristales idiomorfos de inderborita recogida en la mina Santa Rosa del distrito de Sijes, Salta, Argentina. El mineral es monoclinico, clase Prismática, $2/m$, grupo espacial $A 2/a$, $a = 19,212 \text{ \AA}$, $b = 7,445 \text{ \AA}$, $c = 12,140 \text{ \AA}$, $\beta = 90^\circ 32'$, $a : b : c = 2,5711 : 1 : 1,6306$, volumen de la celda $1736,3 \text{ \AA}^3$, $Z = 4$, contenido de la celda $4 \text{ Ca Mg } [\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5]_2 6 \text{ H}_2\text{O}$ o bien $4 \text{ CaO MgO } 3 \text{ B}_2\text{O}_3 \text{ 11 H}_2\text{O}$. Los cristales son transparentes e incoloros o gris blanquecinos y traslúcidos, tienen brillo vítreo y forma de diamante, $\{100\}$ y $\{011\}$ son predominantes, también aparece $\{001\}$ poco desarrollada; los individuos miden hasta 4 mm de largo, 2 mm de ancho y 1 mm de espesor. Los valores más intensos del diagrama de polvo con rayos X, en Å son: 6,07 (100), 6,35 (50), 3,204 (47), 3,287 (46), 4,51 (27), 3,012 (27), 2,428 (20), 9,60 (18), 3,127 (13) y 2,251 (13). Inderborita es biáxica positiva, $\alpha = 1,485$, $\beta = 1,514$, $\gamma = 1,531 \pm 0,001$ luz de Na, $2V = 78^\circ$, $Y = b$, $X \wedge a = 2^\circ$, $r > v$ débil; tiene un clivaje paralelo a $\{001\}$ muy bueno, es frágil, su dureza es 3 1/2, la densidad medida es $1,932 \text{ gr cm}^{-3}$ y la calculada $1,9325 \text{ gr cm}^{-3}$. Un análisis químico da en peso: CaO 10,92 %, MgO 7,89 %, B_2O_3 40,96 %, H_2O 38,80 %, insoluble 1,62 %, total 100,19. Se presentan datos de absorción infrarroja.

Palabras clave: Mineralogía - Boratos - Inderborita - Sijes.

ABSTRACT

INDERBORITE, $\text{CaO MgO } 3 \text{ B}_2\text{O}_3 \text{ 11 H}_2\text{O}$, FROM SIJES DISTRICT, SALTA, ARGENTINA. Idiomorphic crystals of inderborite from Santa Rosa mine, Sijes district, Salta, Argentina, were used for this study. The mineral is monoclinic, class Prismatic, $2/m$, space group $A 2/a$ $a = 19.212 \text{ \AA}$, $b = 7.445 \text{ \AA}$, $c = 12.140 \text{ \AA}$, $\beta = 90^\circ 32'$, $a : b : c = 2.5711 : 1 : 1.6306$, cell volume 1736.3 \AA^3 , $Z = 4$, cell content $4 \text{ Ca Mg } [\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5]_2 6 \text{ H}_2\text{O}$ or $4 \text{ CaO MgO } 3 \text{ B}_2\text{O}_3 \text{ 11 H}_2\text{O}$. The crystals are colorless, transparent, also

(1) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

whitish gray and translucent, with vitreous luster and diamond shape; they are formed by {100} and {011} predominant and {001} minor, measuring up to 4 mm in length, 2 mm in width and a thickness of 1 mm. The strongest peaks in the x-ray powder diagram are in Å: 6.07 (100), 6.35 (50), 3.204 (47), 3.287 (46), 4.51 (27), 3.012 (27), 2.428 (20), 9.60 (18), 3.127 (13) and 2.251 (13). Inderborite is biaxial (+), $\alpha = 1.485$, $\beta = 1.514$, $\gamma = 1.531 \pm 0.001$ Na light, $2V = 78^\circ$, $Y = b$, $X \wedge a = 2^\circ$, $r > v$ weak; cleavage {001} very good, fragile, hardness 3 1/2, density 1.932 (meas.) and 1.9325 (calc.) gr cm^{-3} . A chemical analysis gives wt %: CaO 10.92, MgO 7.89, B_2O_3 40.96, H_2O 38.80, insoluble 1.62, total 100.19. Infrared absorption data are presented.

Key words: Mineralogy - Borates - Inderborite - Sijes.

INTRODUCCION

El mineral inderborita fue descrito y nombrado por Gorshkov en 1941 a partir de especímenes que habían coleccionado el año anterior E. E. Vashman y V. I. Semenova, ambos del Museo Mineralógico de la Academia de Ciencias de la URSS, en la región situada al norte del lago Inder en el área conocida como Guriev de la República Socialista Soviética de Kazakstan, URSS. El nombre del mineral fue dado considerando la región donde fue hallado y su composición química.

El estudio de Gorshkov (1941) fue publicado en el Comptes Rendues de l'Académie des Sciences de l'URSS en el volumen 33 (3), páginas 254 a 256, habiendo sido presentado el 27 de mayo de 1941.

Ikornikova y Godlevsky (1941) habían investigado simultáneamente el mismo mineral, y el trabajo fue presentado a la misma revista dos meses más tarde que el otro de Gorshkov, el 26 de julio. Este estudio se publicó también en el volumen 33(3), en las páginas 257 y 258; sus autores propusieron el nombre de metahidroboracita.

En un llamado al pie de la página inicial del informe de Gorshkov (1941), el editor señaló que debido a las fechas de presentación la prioridad corresponde al nombre inderborita. En ese llamado también se subrayó que la comparación entre ambos artículos "indicó la necesidad de verificar los datos analíticos de Gorshkov resultando la necesidad de corregir sus cálculos".

Gorshkov (1941) describió las propiedades físicas y químicas del mineral y presentó un análisis químico que condujo a la fórmula $\text{CaO MgO } 3 \text{ B}_2\text{O}_3 11 \text{ H}_2\text{O}$, comparó sus características con las de hidroboracita que tiene una composición similar pero sólo seis moléculas de agua y señaló que está asociado con colemanita, inyoita y ulexita.

Ese autor presentó la tabla de ángulos donde se indican las formas cristalinas presentes y sus respectivas coordenadas esféricas; con esos valores dedujo la relación axial $a : b : c = 1,6346 : 1 : 1,3173$, estos datos fueron tomados por Palache, Berman y Frondel (1958).

Ikornikova y Godlevsky (1941) no presentaron la tabla de ángulos pero dieron la relación axial $a : b : c = 1,6395 : 1 : 2,6346$ que resulta de asignar los índices {111} a la forma o que corresponde a la p con índices {221} de Gorshkov (1941).

Con posterioridad Sotnikova (1964) determinó que el grupo espacial era $C2/c$ o Cc y que los parámetros de la celda unitaria eran $a = 12,22 \text{ Å}$, $b = 7,46 \text{ Å}$, $c = 19,11 \text{ Å}$, $\beta = 90^\circ 44'$. Es decir Sotnikova tomó $c > a$, resultando $a : b : c = 1,6395 : 1 : 2,5616$, con lo cual se modifican los índices de las formas cristalinas dados por Gorshkov (1941). Kurkutova, Rumanova y Belov (1965) tomaron esta orientación para describir la estructura del mineral.

Sin embargo, Kondrateva (1964) y Erd (1976) orientaron la celda tomando $a > c$, de acuerdo a la convención internacional (Tabla 2). Con esta nueva disposición se cambian otra vez la relación axial, los índices de las formas y las coordenadas de las mismas. En este trabajo el mineral se describe adoptando la celda de estos dos últimos autores.

Inderborita también fue hallada por J. F. McAllister en Greenwater Range, Death Valley, California, USA (Erd, 1968).

Asimismo este raro mineral fue encontrado por Baysal (1973) en los depósitos de boratos de Sarikaya, Kirka County, Eskisehir, Turquía, asociado con inderita, kurnakovita, bórax, ulexita, colemanita, inyoita, meyerhofferita y tunellita.

Finalmente, durante un viaje de estudios realizado al distrito boratífero de Sijes, situado en el área de Pastos Grandes, de la provincia de Salta, Argentina, se descubrió la presencia de este mineral en la mina Santa Rosa, intercalado en los sedimentos continentales de la formación Sijes (Mioceno superior - Plioceno inferior) que contienen depósitos singenéticos de hidroboracita, colemanita, inyoita y yeso; en estos sedimentos también se encontró inderita (Galliski, 1989).

Esta es la cuarta aparición de inderborita en el mundo. Para conocer la geología del distrito el lector debe referirse a Turner (1964), Rusansky (1985), Alonso (1986) y Aristarain (1989).

MODO DE PRESENTARSE

El mineral inderborita aparece en el distrito de Sijes como nódulos que miden 2,5 a 3,5 cm de diámetro (Fig. 1) formados por cristales idiomorfos con hábito prismático, que miden de 2 a 4 mm de longitud, 1 a 2 mm de ancho y 0,5 a 1 mm de espesor; en la superficie de los nódulos se destacan las caras {100} con aspecto de rombos.

En algunos casos los nódulos presentan pequeñas cavidades tapizadas con cristales perfectos que fueron utilizados para los estudios morfológicos y con rayos X.

El mineral es monoclínico, clase Prismática, $2/m$, la forma de los cristales es simple, sólo se observan el pinacoide frontal {100} que es predominante, el pinacoide basal {001} de limitado desarrollo y el prisma de primer orden {011} bien desarrollado.

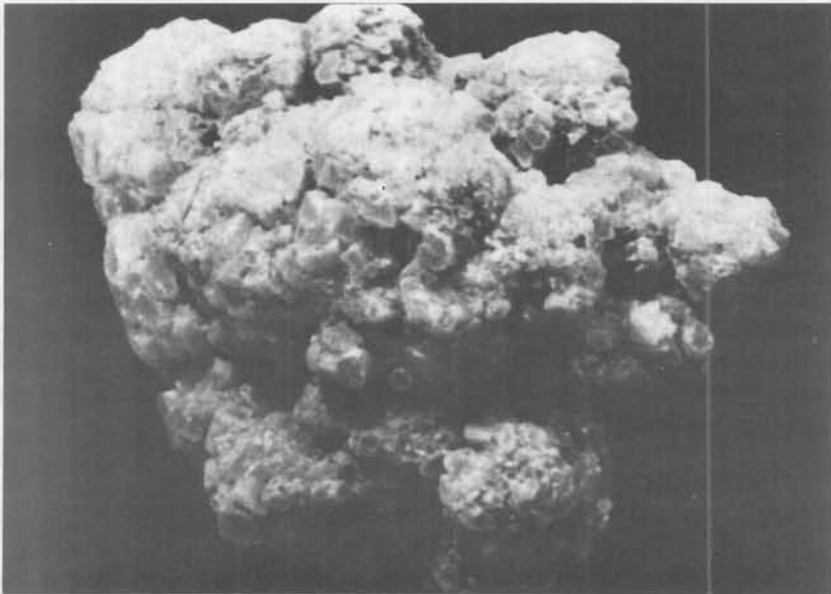


FIG. 1 - Nódulo de inderborita compuesto por cristales idiomorfos, mina Santa Rosa, Sijes, Salta, Argentina. x 2,5.



FIG. 2 - Cristales de inderborita mostrando la forma {001} con aspecto romboidal, mina Santa Rosa, Sijes, Salta, Argentina. x 5.

Los cristales incluyen pequeñas cantidades de montmorillonita y laminitas de biotita, el análisis químico indica 1,62% en peso de insoluble (Tabla 4). El mineral está asociado con yeso, el cual forma parte de los nódulos.

PROPIEDADES FISICAS Y OPTICAS

La inderborita de Sijes es incolora y transparente y tiene brillo vítreo, cuando la cantidad de arcilla incluida aumenta se torna gris blanquecina y traslúcida y en este caso el brillo está algo empañado.

La dureza es 3 1/2 y la densidad medida según el método de inmersión es 1,932 gr . cm⁻³ y la calculada 1,9325 gr. cm⁻³; estos valores son semejantes a los obtenidos por otros autores (Tabla 3).

El mineral es frágil y tiene fractura concooidal y un clivaje muy bueno paralelo a {001} de la nueva orientación y {100} de la antigua; ópticamente se biáxico negativo y los índices de refracción son: $\alpha=1,485$, $\beta=1,514$, $\gamma=1,531 \pm 0,001$ luz de Na; la relación entre los ejes cristalinos y los ópticos es la siguiente: $Y=b$, $X \wedge a = 2^\circ$, $2V = 78^\circ$, $r > v$ débil. Estos valores concuerdan con los indicados en la literatura que son resumidos en la Tabla 1.

ESTUDIOS CON RAYOS X

El mineral fue estudiado mediante rayos X con cartas de difracción, cámaras de polvo y de cristal único, método de precesión, usando radiación de cobre y filtro de níquel para las primeras y molibdeno y circonio para la última.

TABLA 1 - Características ópticas de inderborita de diversas localidades.

	Gorshkov (1941) 1	Ikonnikova y Godlevsky (1941) 2	Baysal (1973) 3	Erd (1976) 4	Este estudio 5
α	1,496	1,483(2)	1,490(2)	1,483-1,485	1,485(1)
β	1,521	1,512(2)	1,516(2)	1,512	1,514(1)
γ	1,538-1544	1,530(2)	1,536(2)	1,529-1,530	1,531(1)
Signo	-	-	-	-	-
$2V$	80°-86°	77° ± 3°	80°-85°	77°	78°
Birrefringencia	0,042-0,048	0,047	0,046	0,046-0,045	0,046
Orientación					
X	$\wedge c$ 0°-1°	$\wedge c$ 2,5°		$\wedge c$ 2,5°	$\wedge a$ 2°
Y=		b		b	b
Dispersión					r > v débil

1 y 2. Inder, Kazakstan, URSS.

3. Sarikaya, Kirka, Eskisehir, Turquía.

4. Sin localidad.

5. Mina Santa Rosa, Sijes, Salta, Argentina.

Las características de la celda unitaria pueden verse en la Tabla 2, donde se las compara con las obtenidas por otros investigadores.

En la Tabla 3 se presentan los espaciados d de la red cristalina y las intensidades correspondientes; en la misma también se agregan los publicados por otros dos autores.

TABLA 2. Datos de las celdas unitarias de inderboritas de diversas localidades.

	Sotnikova (1964) 1	Kondrateva (1964) 2	Kurkutova, Ruma- nova y Belov (1965) 3	Erd (1976) 4	Este estudio 5
Sistema	Monoclínico	Monoclínico	Monoclínico	Monoclínico	Monoclínico
a Å	12,22(1)	18,97(4)	12,15	19,197(3)	19,212(2)
b Å	7,46(3)	7,55(1)	7,46	7,426(1)	7,445(2)
c Å	19,11(3)	12,11(2)	19,05	12,131(1)	12,140(2)
β	90°44'	90° 57'(10)	90° 45'	90°20'(1)	90° 32'(10')
Volumen celda Å ³	1741,95*	1734,20*	1726,52*	1729,2(0,3)	1736,3
Grupo espacial	C 2/c ó Cc	A 2/a ó Aa	C 2/c	A 2/a	A 2/a
Densidad gr cm ⁻³					
medida	1,934 y 2,000**	1,934	1,934**	1,928-1,934	1,932
calculada	1,919	1,935	-	1,934	1,9325
Z	4	4	4	4	4
a : b : c	1,6381:1:2,5616*	2,5126:1:1,6040	1,6287:1:2,5536*	2,5851:1:1,6336*	2,5711:1:1,6306

* calculado con los datos del autor ** tomado de la literatura por el autor.

1. Inder, Kazakstan, URSS.

2. y 3. Probablemente de Inder, Kazakstan, URSS.

4. No se indica localidad.

5. Mina Santa Rosa, Sijes, Salta, Argentina.

TABLA 3 - Datos de diagramas de polvo con rayos X de inderboritas de tres localidades.

Ikornikova-Lemmler (1944)		Baysal (1973)		Este estudio	
1		2		3	
<i>d</i> observado	I/Io	<i>d</i> observado	I/Io	<i>d</i> observado	I/Io
		9,560?	9	9,60	18
7,14	10				
6,41	30	6,370	40	6,35	50
6,13	50	6,108	100	6,07	100
				5,31	3
4,60	30	4,540	11	4,51	27
		3,785	3	3,76	3
		3,662	4	3,665	5
		3,493	10	3,495	5
3,35	100	3,357	19	3,334	11
3,26	80	3,290	25	3,287	46
		3,219?	15	3,204	47
		3,131?	12	3,127	13
3,07	80	3,040	35	3,012	27
2,91	50	2,898	3	2,901	3
		2,852	8	2,849	10
		2,655	6	2,647	7
2,61	30	2,629	13	2,630	10
		2,563?	9	2,561	10
		2,514	3	2,510	3
2,45	80	2,429	10	2,428	20
		2,410	12	2,402	3
		2,338?	9	2,334	10
2,29	80	2,294	11	2,292	11
2,24	50	2,253	30	2,251	13
2,21	50	2,211	12	2,206	8
		2,173?	13	2,165	13
2,12	50	2,103	12	2,101	8
		2,092	5	2,092	3
		2,057	34	2,056	5
2,02	30	2,023	6	2,022	3
1,970	50	1,987	13	1,989	7
		1,935	11	1,937	10
1,907	50	1,893	6	1,887	3
1,860	10	1,886	9	1,886	10
1,801	80	1,829	2	1,830	3
1,780	30	1,774	13	1,772	10
		1,763	11	1,764	7
1,735	10	1,730	2	1,729	2
1,708	10	1,709	4	1,710	2
1,660	10	1,683	6	1,684	3
1,626	10	1,630	5	1,632	2
1,604	10	1,604	2	1,606	3
Siguen 10 líneas con I/Io = 10		Siguen 14 líneas con I/Io < 3		Siguen 15 líneas con I/Io < 2	

1. Región norte del lago Inder, Kazakstan, URSS, radiación Fe, sin filtro, líneas b omitidas, I/Io estimación visual, tomados de la ficha 12-70 del Joint Committee on Powder Diffraction Standards, Penn., USA.

2. Sarikaya, Kirka, Eskisehir, Turquía, Cu/Ni, I/Io estimadas de la carta de difracción presentada por Baysal (1973); los signos de interrogación son el autor e indican que podrían ser de kurnakovita, pero se inclina a pensar que son de la inderborita.

3. Mina Santa Rosa, Sijes, Salta, Argentina, Cu/Ni.

ANÁLISIS QUÍMICO

La fórmula de inderborita es CaO MgO 3 B₂O₃ 11 H₂O (Gorshkov, 1941; Ikornikova y Godlevsky, 1941).

En la Tabla 4 se indican los resultados del análisis químico efectuado sobre una muestra obtenida triturando cristales y seleccionando los fragmentos más puros y transparentes bajo el binocular.

TABLA 4 - Análisis químico y proporciones atómicas de inderborita, mina Santa Rosa, Sijes, Salta, Argentina.

Componente	Peso %	Peso recalculado a 100 %	Proporciones moleculares	Proporciones atómicas con B = 6
	1	2	3	4
CaO	10,92	11,078	0,1975	Ca = 0,9993 Mg = 0,9979
MgO	7,89	8,004	0,1986	B = 6,0000
B ₂ O ₃	40,96	41,554	0,5970	H = 21,9593
H ₂ O	38,80	39,363	2,1850	O = 21,9702
Insoluble	1,62			
Totales	100,19	99,999		

1. Por H. Ichihara, analista, Toshiba Central Research Laboratory, Tokyo Shibaura E. C., Japón.

4. Las proporciones atómicas dan la fórmula:
0,993 CaO 0,998 MgO 3 B₂O₃ 10,980 H₂O

En esa tabla se indican las proporciones moleculares y atómicas, considerando al boro igual a seis unidades, con las cuales se determinó la siguiente fórmula empírica: 0,993 CaO 0,998 MgO 3 B₂O₃ 10,980 H₂O que se compara bien con la fórmula teórica indicada arriba.

En la Tabla 5 se dan los resultados de otros cuatro análisis químicos de especímenes del mineral provenientes de otras dos localidades, a los que se agrega el obtenido en este estudio y los contenidos teóricos para comparación.

La fórmula estructural del mineral es Ca Mg [B₃O₃ (OH)₅]₂ 6 H₂O, la cual fue determinada por Kurkutova, Rumanova y Belov (1965), ver también Belov (1966).

Estos autores adoptaron la celda de Sotnikova (1964) con $c > a$ y en base a los datos estadísticos de F_{h01}^2 y F_{h21}^2 determinaron que el grupo espacial era $C 2/c$. Sin embargo con la orientación $a > c$ de Kondrateva (1964) y Erd (1976) el grupo espacial es $A 2/a$ (Tabla 2).

La estructura se caracteriza por átomos de magnesio que ocupan el centro de octaedros formados por cuatro OH⁻ y dos moléculas de H₂O, y por átomos de calcio que se ubican en el centro de poliedros con ocho vértices y doce caras triangulares (cubos de Thomson ligeramente distorsionados con bases pseudocuaadradas curvas); en cuatro de los vértices se encuentran OH⁻, en otros dos átomos de oxígeno y en los restantes moléculas de agua.

Los átomos de boro se disponen en el centro de dos tetraedros y de un triángulo que se unen entre sí por oxígenos compartidos localizados en dos vértices de cada uno de ellos, los cinco vértices restantes tienen OH⁻; el conjunto constituye un polianión con forma de anillo cuya fórmula es [B₃O₃ (OH)₅]⁻².

Esos elementos estructurales forman cadenas paralelas al eje a de Kondrateva (1964) o al eje c de Sotnikova (1964) en la cuales se disponen en el siguiente orden un octaedro, un anillo, un cubo y un anillo que se repiten continuamente.

TABLA 5 - Análisis químicos de inderboritas de diversas localidades, en peso por ciento.

Componentes	Composición teórica	Gorshkov (1941)	Ikomikova y Godlevsky (1941)	Karazhanov y Gabdzhanov (1966)	Baysal (1973)	Este estudio
	1	2	3	4	5	6
CaO	11,14	11,27	11,16	11,78	10,62	10,92
MgO	8,01	8,00	8,01	7,35	8,60	7,89
B ₂ O ₃	41,49	41,70	40,90	42,54	41,34	40,96
H ₂ O	39,36	39,48	39,54	39,08	39,61	38,80
Insoluble			0,01			1,62
R ₂ O ₃			0,02			
Totales	100,00	100,45	99,64	100,75	100,17	100,19

2. Inder, Kazakstan, URSS.
3. Inder, Kazakstan, URSS, H₂O pérdida por calentamiento, analista M. Tikhomirova.
4. Inder, Kazakstan, URSS ?, analistas Z. A. Kiseleva y N. Mantebalievá.
5. Sakiraya, Kirka, Eskisehir, Turquía.
6. Mina Santa Rosa, Sijes, Salta, Argentina, analista H. Ichihara.

El valor de a ($= 19,21 \text{ \AA}$) implica que en esa unidad hay 2 Mg, 2 Ca y 4 anillos de boro, la mitad superior se relaciona con la inferior mediante un plano de deslizamiento a .

Las cadenas tienen una disposición de tipo estructura compacta para cilindros, es decir cuatro cadenas son coincidentes con las aristas a de la celda unitaria y una quinta paralela a las anteriores en el eje central de la misma, ya que $c : b = 1,63 \cong \sqrt{3}$.

Las cadenas se unen entre sí formando capas paralelas a $\{001\}$ de la nueva orientación mediante los OH⁻ de los triángulos de B que se proyectan en este plano a ambos lados de su cadena para formar parte de los poliedros de Ca de las cadenas adyacentes.

A su vez las capas se unen entre sí formando una red tridimensional mediante uniones débiles de hidrógeno, lo cual produce el clivaje paralelo a $\{001\}$ (anteriormente $\{100\}$).

La inderborita se disuelve muy lentamente en agua fría pero es fácilmente soluble en HCl caliente; a la llama funde formando un glóbulo blanco y vítreo y al calentarla en un tubo cerrado desprende abundante agua.

El análisis térmico gravimétrico se caracteriza por una meseta que se extiende de 20° C hasta 100° C donde se inicia un fuerte escalón de gran pendiente que se extiende hasta los 200° C, con pérdida de nueve moléculas de H₂O, a partir de este punto la inclinación disminuye marcadamente y se prolonga hasta los 410° C, perdiendo las dos restantes moléculas de H₂O, para continuar luego horizontalmente hasta el fin del calentamiento a 675° C (Karazhanov y Gabdzhanov, 1966).

El análisis térmico diferencial presentado por los dos últimos autores citados, también hasta 675° C, se caracteriza por tener una banda endotérmica muy fuerte entre 110° C y 230° C en la que se destacan dos picos agudos con máximos a los 160° C y 183° C; existe otro pico endotérmico menor a los 565° C y otro exotérmico, mediano con el máximo a los 650° C.

En la Tabla 6 se dan los datos del espectro de absorción infrarroja del mineral, cuyos valores son similares a los indicados por Weir (1966).

TABLA 6 - Espectros de absorción infrarroja de inderboritas.

Wier (1966) 1		Este estudio 2	
Número de onda cm ⁻¹		Número de onda cm ⁻¹	
		3770	w
		3658	m
		3556	w
		3370	vsvb
		3270	w
		2935	w
		2860	w
		2600	mb
		2430	sb
		2230	wb
1660	mvb	1660	sb
1460	msh	1465	w
1410	sb	1420	sb
1340	sb	1345	s
1290	msh	1292	m
1200	sb	1205	sb
1150	wsh		
1065	s	1060	vsvb
1020	msh		
960	sb	962	m
860	sb	865	s
810	m	815	w
755	m	760	w
715	mvb	725	mb
650	mbsh	635	wb
530	mvb	525	sb
435	m	435	w
		350	w
		335	w
		320	m
		300	w
		290	w
		278	w

1. Inder, Kazakstan, URSS.

2. Mina Santa Rosa, Sijes, Salta, Argentina.

s = fuerte; m = mediano; w = débil; v = muy; b = ancho; sh = hombro.

REFERENCIAS

- ALONSO, R. N., 1986. *Ocurrencia, posición estratigráfica y génesis de los depósitos de boratos de la Puna Argentina*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales, Univ. Nac. Salta, pp. 196, inédita.
- ARISTARAIN, L. F., 1989. Hidroboracita, $\text{CaO MgO } 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, del distrito de Sijes, Salta, Argentina, *Revista del Museo Argentino de Cs. Ns. B. Rivadavia*, Buenos Aires. En prensa.
- BAYSAL, O., 1973. New hydrous magnesium borate minerals in Turkey; kurnakovite, inderite, inderborite. *Bulletin Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, Ankara, 80, 93-103.
- BELOV, N. V., 1966. XVII Essays in structural mineralogy, 112 inderborite, $\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$, *Mineral. Sbornik* (L'vov. Gos. Univ.), 20(1), 6-8, en ruso, resumen en inglés.
- ERD, R. C., 1968. Comunicación personal.
- ERD, R. C., 1976. *The minerals of boron*, Supplement to Mellor's Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry Vol. V, Boron, Part A: Boron-Oxygen Compounds, Section A 1, Longman, London y New York, pp. 71.
- GALLISKI, M. A., 1989. Comunicación personal.
- GORSHKOV, G. S., 1941. A new mineral from the region of lake Inder, *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de l'URSS*, 33(3), 254-256.
- IKORNIKOVA, N. J. y GODLEVSKY, M. N., 1941. The new borate metahydroboracite, *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de l'URSS*, 33(3), 257-258.
- IKORNIKOVA-LEMMLEII, N. Y., 1944. Zapiski Vsesoyuz. Mineral. Obshchestva, 73. 193-200 en v. I. Mikheev, X-ray determination of minerals, 1957, Moscú, pp. 559, en ruso. Tomado de ficha 12-70 del *Joint Committee on Powder Diffraction Standards*, Penn., USA.
- KARAZHANOV, N. A. y GABDZHANOV, Z. G., 1966. The dehydration of natural borates. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 11(6), 747-751, versión en inglés.
- KONDRATEVA, V. V., 1964. New X-ray data regarding halurgite and inderborite, *Soviet Physics-Crystallography*, 1965, 9(5), 616-617, versión en inglés de *Kristallografiya*, 1964, 9(5), 735-736.
- KURKUTOVA, E. N.; RUMANOVA, I. M. y BELOV, N. V., 1965. Crystal structure of inderborite, *Soviet Physics Doklady*, 1966, 10(9), 808-810, versión en inglés de *Doklady Akademii Nauk, URSS*, 1965, 164(1), 90-93.
- PALACHE, C.; BERMAN, H. y FRONDEL, C., 1951. *The System of Mineralogy* 7th. edition, Vol. II, John Wiley and Sons, Chapman and Hall, New York y London, pp. 355.
- RUSANSKY, J. E., 1985. *Estudio geológico-económico de la mina de boratos Santa Rosa (I y II)*, Departamento Los Andes, Provincia de Salta, Argentina, Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Univ. Nac. La Plata, pp. 318, inédita.
- SOTNIKOVA, M. N., 1964. Cell parameters and diffraction group of inderborite, *Soviet Physics-Crystallography*, 1965, 9(5), 618, versión en inglés de *Kristallografiya*, 1964, 9(5), 736-737.
- TURNER, J. C., 1964. Descripción geológica de la Hoja 7c, Nevado de Cachi, Provincia de Salta, *Dir. Nac. Geol. Min., Buenos Aires, Boletín* 99, pp. 78 + mapa y perfiles.
- WEIR, C. E., 1966. Infrared spectra of the hydrated borates, *Journal of Research*, National Bureau of Standards, USA, 70A (2), 153-164.

Manuscrito recibido el 20 de noviembre de 1991.