

05.62.04

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1962

A N A L E S

D E L A S

PRIMERAS JORNADAS GEOLOGICAS

A R G E N T I N A S

TOMO III

YACIMIENTOS MINERALES

LOS MINERALES RADIATIVOS

DE LA

REPUBLICA ARGENTINA

POR

ENRIQUE LINARES
ROBERTO O. TOUBES

1 9 6 0

LOS MINERALES RADIATIVOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA

Por ENRIQUE LINARES y ROBERTO O. TOUBES *

I. INTRODUCCION

El estudio de los minerales radiactivos se ha visto incrementado en los últimos 15 años, como consecuencia de la importancia adquirida por los mismos, como materia principal en el desarrollo de la energía atómica. Ello ha incidido en el mejor conocimiento de los minerales de uranio y/o torio y en la identificación de nuevas especies, las que, en la actualidad, alcanzan un número cercano a 150.

Desde el primer descubrimiento de minerales de uranio en la República Argentina (efectuado por Avé Lallement en 1874, quien citó la presencia de zippeíta en vetas de cuarzo aurífero de Las Peñas, Saladillo, en San Luis) y hasta 1953, se conocían unas 10 especies radiactivas. Con el desarrollo de los estudios sobre los yacimientos, realizados por la Comisión Nacional de Energía Atómica desde la última fecha hasta el presente, el número de minerales radiactivos determinados para nuestro país ha aumentado en forma notoria, conociéndose actualmente 37 especies, la mayoría de las cuales ha sido identificada en los tres últimos años.

En este trabajo se dan a conocer, previa clasificación sistemática y en breve reseña, las características más salientes de cada uno de ellos, así como también los espacidos de los más comunes (apéndice), análisis químicos y yacimientos donde han sido identificados. Dada la finalidad del mismo --su presentación a las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas-- y teniendo en cuenta la extensión que demandaría la descripción completa de cada mineral, no se incluyen las propiedades físicas y ópticas comunes, las que pueden encontrarse en la abundante literatura existente sobre el tema.

Esta reseña es, por lo tanto, una compilación de los principales datos obtenidos por los autores, así como también por los demás integrantes

* De la Comisión Nacional de Energía Atómica.

del Laboratorio de Investigaciones del Departamento de Materias Primas de la C.N.E.A. y es parte de un trabajo más completo sobre los minerales radiactivos de nuestro país, que ha encarado la citada división.

II. CLASIFICACION DE LOS MINERALES RADIATIVOS

La clasificación sistemática de los minerales radiactivos — que figura en el cuadro nº 1 — se ha efectuado en base a los datos conocidos hasta la fecha, figurando subrayadas aquellas especies determinadas para nuestro país.

Se ha distribuido a aquéllos teniendo en cuenta si llevan uranio tetravalente, torio o uranio hexavalente, agrupados de acuerdo con los diferentes compuestos que forman.

III. MINERALES RADIATIVOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA

A) Minerales con U^{4+} y o Th

I. OXIDOS SIMPLES:

URANINITA. — Es uno de los principales minerales de uranio. Su fórmula química ideal es UO_2 , aunque en la naturaleza sólo se lo conoce como una mezcla de los óxidos UO_2 y UO_3 , en proporciones variables.

Cristaliza dentro del sistema cúbico y forma con thorianita ThO_2 (no identificada aún en la Argentina) una serie isomorfa. Dentro del mineral uraninita se incluye la variedad microcristalina pechblenda, común en algunos tipos de yacimientos (8).

Aparece como cristales cúbicos o en masas botrioidales y reniformes de color negro a negro grisáceo, con peso específico variable entre 6,5 y 9,7, de acuerdo al grado de alteración y dureza $5\frac{1}{2}$ - 6.

Es muy común en la República Argentina, donde ha sido identificada en 40 localidades correspondientes a yacimientos de distinto origen geológico, los que se indican a continuación, citando las asociaciones minerales más típicas.

Pegmatitas: Generalmente se encuentra en estos tipos de depósito, asociada con berilo, mica, granate, triplita, magnetita, pirita y/o columbato-tantalato, en ganga de cuarzo y feldespatos. Se conoce en el país un cierto número de pegmatitas portadoras de uraninita: "Cº Blanco" (Los Guardias), "Cº Blanco" (Qda. del Tigre), "La Elsa", "Angel", "La Chiquita", "Al Fin Hallada", "Beatriz", etc. en la Sierra

de Comecchingones; "Las Tapias"; "El Criollo", "El Gaucho" y "Co. Blanco" en Tanti, todos los nombrados en la provincia de Córdoba; "Santa Ana", "El Zapallar", etc., en San Luis y "El Quemado" y "San Miguel Abad" en Salta.

Vetas: Es bastante común en este tipo de yacimientos, donde se presenta en diferentes tipos de asociaciones. Con minerales de cobre y selenio y/o fluorita se la ha identificado en "San Sebastián" (Saño-

CUADRO N° 2
Análisis químicos de algunas uraninitas argentinas
(Según Gordillo, Linares y Poljak (7))

Análisis	1	2	3	4 [*]	5 [*]	6	7
PbO.....	5,12	5,02	4,86	0,14	2,26	0,65	1,39
UO ₂	51,80	16,38	22,70	25,07	14,83	53,46	45,40
UO ₃	35,87	62,90	64,35	55,80	53,06	19,79	21,52
ThO ₂	0,51	7,50	0,15	—	0,02	tr.	tr.
T. Raras.....	0,21	0,42	0,68	0,57	0,70	0,91	0,73
(CeO ₂).....	no det.	(0,07)	(0,02)	(0,06)	(0,10)	(0,21)	(0,05)
ZrO ₂	0,60	0,00	0,00	0,00	0,13	0,50	0,95
CaO.....	0,20	0,74	0,43	5,21	4,88	5,20	1,40
MgO.....	0,00	0,00	tr.	—	—	0,23	no det.
SiO ₂	2,69	0,55	0,71	2,54	5,58	4,05	3,06
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,57	0,12
Fe ₂ O ₃	0,70	0,13	0,17	1,28	2,63	3,06	8,90
MnO.....	0,12	no det.	0,00	—	—	no det.	no det.
P ₂ O ₅	0,14	0,00	no det.	0,25	0,26	no det.	no det.
V ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,04	0,20	0,00	0,00
SO ₂	0,00	0,00	0,02	1,21	1,62	1,01	10,40
H ₂ O.....	1,61	5,21	5,20	5,79	7,10	2,94	2,72
Total.....	99,57	98,85	99,27	—	—	99,55	100,78
Peso específico....	—	5,69	6,30	—	—	—	—

1. « C° Blanco », Los Guardias, Córdoba.
2. « Las Tapias », San Javier, Córdoba.
3. « La Elsa », San Javier, Córdoba.
4. « La Estela », Villa Larea, San Luis.
5. « San Victorio », Sañogasta, La Rioja.
6. « San Santiago », Jagüé, La Rioja.
7. « La Niquelina », Salta.

* Promedio de dos análisis. * Promedio de tres análisis.

gasta) y "Don Michel"; asociada a baritina en la mina "Aurelia"; con calcita, baritina, fluorita y minerales de cobre en "Rincón de los Páez" y con calcita y minerales de hierro y manganeso en "San Roque", todas en la provincia de La Rioja. Con minerales de plomo, zinc, cobre y hierro en "La Esperanza", Salta. Junto a minerales de níquel en "La Niquelina", Salta y "San Santiago", La Rioja. Con fluorita en "La Estela" y "Bella Vista", en la provincia de San Luis. Junto a calcita, minerales de cobre y hierro en "Papagayos", "Soberanía", "Independencia" y "Los Chañares", en Mendoza.

Depósitos en sedimentos: En los yacimientos de uranio de este tipo también es común y se la reconoció en "Sonia", "La Marthita" y "El Pedregal", en la zona de Guandacol, La Rioja. Asociada a minerales de cobre, hierro y material asfáltico en "Huemul", "Agua Botada", "Arroyo Los Leones", al sur de Malargüe en Mendoza, y junta a materia carbonosa y minerales de cobre en "La Primera", Rahuc-Co, Neuquén.

II. OXIDOS MÚLTIPLES

Dentro de este grupo se incluyen aquellos minerales que están constituidos por combinaciones de óxidos de columbio, tantalio y titanio principalmente y, en menor proporción, de circonio y estaño. Los mismos llevan uranio y/o torio, siendo estos elementos constituyentes mayores o sólo accesorios de las especies que pertenecen a este grupo.

1. *Columbo-tantalatos.*

Columbita-Tantalita $(\text{Fe}, \text{Mu})\text{O} \cdot (\text{Cb}, \text{Ta})_2\text{O}_7$. Estas dos especies que forman entre sí una serie isomorfa, cristalizan dentro del sistema rómbico.

En la Argentina se conoce la existencia de columbitas y tantalitas radiactivas, las que no han sido bien estudiadas hasta el presente. Proviene de depósitos pegmatíticos especialmente de las sierras de Córdoba y San Luis y de la zona de Cachi, en Salta (1).

III. SILICATOS

Dentro de los silicatos se incluyen aquellos minerales donde el anión está representado por uno de los radicales de silicio, hallándose el uranio y/o torio como constituyente mayor o sólo accesorio de los mismos.

Thorita. ThSiO_4 y *Thorogummita.* $\text{Th}(\text{SiO}_4)_{1-x}(\text{OH})_{4x}$: Estas dos especies portadoras de torio y que cristalizan dentro del sistema tetragonal, han sido identificadas en las vetas cuarzosas portadoras de minerales de torio de la zona de la Serranía de Rangel, en la provincia de Salta.

Zircón. ZrSiO_4 : Este mineral, que cristaliza en el sistema tetragonal, si bien no es de uranio, puede llevar este elemento, así como también torio, en su estructura, sustituyendo al circonio. En nuestro país no se han realizado estudios exhaustivos sobre las especies radiactivas de zircón, pero se conoce su existencia en pegmatitas de las provincias de Córdoba y San Luis.

IV. FOSFATOS

Monacita. $(\text{Ce,La,Nd})(\text{PO}_4)$: La monacita, que cristaliza en el sistema monoclinico, se presenta formando cristales, algunos de tamaño apreciable, en las pegmatitas de la zona de Valle Fértil, San Juan, y en una pegmatita ubicada en las cercanías de Cosquín, Córdoba. También se conoce su existencia, asociada a thorita y thorogummita, en Rangel, Salta. Además, en diversos placeres de las provincias de Jujuy (ríos Orosmayo y Cineel), Córdoba (río Tercero) y San Luis (río Quinto y La Carolina).

Un análisis químico efectuado sobre una muestra procedente de la zona de Valle Fértil, San Juan, arrojó el siguiente resultado:

	%		%
Oxidos de T. R.	56,91	PbO.....	0,04
P_2O_5	31,10	U_2O_5	0,44
SiO_2	4,83	ThO_2	8,84

Analista: Ana W. de D'Alessio

Hidroxilapatita uranífera. — En varios fragmentos de huesos (?) fósiles provenientes de las Cumbres Calchaquies, Salta, se determinó (9) que la parte ósea ha sido totalmente reemplazada por hidroxilapatita. Esta presenta la particularidad de ser radiactiva debido a la presencia de uranio en su estructura (acusó un porcentaje de 0,14% de U_2O_5), donde se supone reemplaza al Ca dada su semejanza de radios iónicos.

B) Minerales con U^{6+}

I. OXIDOS:

Los óxidos hidratados de uranio hexavalente constituyen un grupo importante, siendo sus integrantes bastante comunes.

Dada la forma en que se presentan generalmente —mezcla de varias especies en un agregado pulverulento—, es difícil diferenciarlos, por lo que, hasta no hace mucho tiempo, se los englobaba bajo el término genérico de “gummita”. Con el avance de las técnicas de estudio y la intensificación notable de la investigación de los minerales radiactivos, se pudo determinar que la “gummita” no era monomineral, sino que estaba constituida esencialmente por una mezcla de óxidos hidratados, cayendo el término en desuso. Actualmente se lo utiliza sólo como nombre general, comparable al de limonita o wad.

Se forman estos óxidos en el primer paso de la alteración de uraninita y se presentan rodeando, generalmente, a núcleos de aquélla en pegmatitas, siendo menos comunes en depósitos vetiformes y en sedimentos. Sus colores, por lo general, son rojo naranja, naranja o amarillo, que puede llegar a castaño y en diversos tonos intermedios, siendo su aspecto vítreo hasta mate y terroso. Algunos llevan en su estructura, aparte de uranio, otros elementos como Ca, Ba, Cu, Bi y Pb, siendo este último, en la mayoría de los casos, plomo radiogénico.

En nuestro país se han identificado, hasta el momento, los siguientes minerales de este grupo:

Becquerelita. $7UO_3 \cdot 11H_2O$. — En los yacimientos “Sonia”, “La Marthita”, zona de Guandacol, y “San Santiago”, Jagüé, todos ellos en la provincia de La Rioja.

Masuyita. $UO_3 \cdot 2H_2O$. — En “Sonia” y “El Pedregal”, Guandacol, provincia de La Rioja, y en “Los Chañares”, San Rafael, Mendoza.

Vandendriesscheita. $PbO \cdot 7UO_3 \cdot 12H_2O$. — Muy similar a masuyita y localizada en “Angel”, “Cerro Blanco”, quebrada del Tigre, y “La Elsa”, todos en la sierra de Comechingones, Córdoba.

Fourmarierita. $PbO \cdot 4UO_3 \cdot 5H_2O$. — En “Cerro Blanco”, Los Guardias, Córdoba, y en “San Rubén” y “El Pedregal”, en La Rioja.

Curita. $PbO \cdot 8UO_3 \cdot 4H_2O$. — Solamente se ha determinado este mineral, con ciertas reservas, en el yacimiento “El Pedregal”, zona de Guandacol, provincia de La Rioja.

Clarkeíta. (Na,K,Ca,Pb)U₂O₇ · nH₂O. — Identificado en “San Sebastián” (ex “San Victorio”), Sañogasta, provincia de La Rioja.

De todas las especies halladas en nuestro país, sólo se ha efectuado análisis químico sobre la Vandendriesscheíta de la mina “Angel”, Córdoba, el que dio el siguiente resultado:

	%		%
U ₂ O ₇	59,92	Sílice, R ₂ O ₃	32,97
PbO	4,94	Agua de crist.	3,47

Analista: Ana W. de D'Alessio

II. SILICATOS:

Los silicatos hidratados de uranio constituyen un grupo de minerales que contienen, además, otros cationes como: Ca, K, Mg, Cu y Pb. En general se presentan asociados a los óxidos hidratados, con hábito fibroso radiado o pulverulento, de colores amarillo, amarillo verdoso o verde, todos siempre en tonos claros.

En la República Argentina se han identificado hasta el presente las siguientes especies de este grupo:

Uranofano. Co(UO₂)₂(SiO₃)₂(OH)₂ · 5H₂O. — Es uno de los minerales supergénicos de uranio más difundidos en nuestro país, siendo, en muchos yacimientos, uno de los más importantes minerales radiactivos. Se lo conoce en: “San Alfredo” y “Burrucacu II”, Catamarca; “San Sebastián”, “Santa Brígida”, “Don Michel”, “La Porota”, “Tristán”, “Rincón de los Páez”, “Santa Teresita”, “San Roque”, “Las Peñas” y “El Pedregal”, en La Rioja; “La Elsa”, “Cerro Blanco” (quebrada del Tigre), “Angel”, “Cerro Blanco” (Los Guardias), “Lourdes”, “Don Rodolfo”, “Río Yatán”, “Las Tapias” y “El Criollo”, en Córdoba. Junto a uraninita, meta-autunita y “gummita” y asociado a fluorita fétida, en “La Estela”, San Luis. En “Bauchaceta”, “Agua Hedionda” y “Arroyo Médano Rico”, en San Juan. “Soberanía”, “Papa-gayos” e “Independencia”, donde se encuentra junto a schroekinggerita y fosfuranilita, “Huemul” y “Agua Botada”, todos en Mendoza. También aparece en “La Primera”, Rahue-Co, Neuquén.

A continuación se indican los análisis químicos efectuados sobre el mineral de los yacimientos 1, San Sebastián, La Rioja, y 2, La Estela, San Luis:

1		2			
SiO ₂	13,25 %	PbO.....	3,00 %	UO ₂	57,30 %
UO ₂	56,01 »	CuO.....	0,58 »	CaO.....	8,96 »
H ₂ O.....	13,85 »	ThO ₂ y T. R.	3,20 »	F.....	8,67 »
CaO.....	5,00 »	Otros elem.	3,96 »	SiO ₂	15,02 »
MgO.....	0,08 »	Total.....	98,83 %	H ₂ O.....	7,10 »
				Total...	97,23 %

Analizó: C. Alonso
C. N. E. A.

Analizó: C. E. Gordillo (2)

Beta-uranofano. — De fórmula química similar a la del uranofano, con el que es dimorfo. No es muy común y se lo ha hallado en “Patricia” y “San Ramón”, Calamuchita, Córdoba, asociado a vetas de fluorita fétida; “La Porota”, La Rioja, y “Arroyo Médano Chico”, en San Juan.

Cuproskudowskita. Cu (UO₂)₂ (SiO₃)₂ (OH)₂ · 5H₂O. — Sólo se lo ha encontrado en “Huemul”, Mendoza.

Boltwoodita. K₂ (UO₂)₂ (SiO₃)₂ (OH)₂ · 5H₂O. — Se la reconoció por primera vez en “Sonia”, La Rioja, y con posterioridad en “Arroyo Médano Rico”, San Juan.

Kasolita. Pb (UO₂)₂ (SiO₃) (OH)₂. — Esta especie ha sido determinada en “San Rubén” y “El Pedregal”, La Rioja.

Soddyita. (UO₂)₆ (SiO₄)₂ (OH)₂ · 5H₂O. — Se la ha identificado, con ciertas reservas, en “Providencia”, Cuesta del Obispo, Salta.

Ranquilita. 1,5CaO · 2UO₃ · 5SiO₂ · 12H₂O. Este mineral, que recientemente ha sido descrito como una nueva especie mineral uranífera, posee su localidad tipo en “Ranquil-Co”, Mendoza, habiéndoselo identificado posteriormente en “San Sebastián”, La Rioja.

III. VANADATOS:

De los ocho vanadatos de uranio conocidos actualmente, los cuatro más importantes han sido determinados en nuestro país, siendo los más abundantes los pertenecientes a las variedades cálcica y potásica.

Carnotita. K₂ (UO₂)₂ (VO₄)₂ · nH₂O. — Este mineral es muy común en los yacimientos argentinos y constituye, en algunos de ellos, la especie uranífera de mayor importancia. Ha sido identificado en: “Don Bosco”, Salta; “Quebrada Agua Amarga”, “La Agüita” y “La Cien-

guita", Catamarca; "Don Michel" y "El Pedregal", en La Rioja; "El Ingenio", San Juan; "Cerro Blanco", Tanti, y "Don Rodolfo", Cosquín, en Córdoba, constituyendo en el último la especie radiactiva casi absoluta; "Huemul", "Agua Botada", "Pampa Amarilla", Malargüe, Mendoza, donde es el principal mineral de uranio de la zona de alteración; "La Primera", Rahue-Co, y "Palo Quemado", Chihuido, en Neuquén; "Sierra Cuadrada", Chubut, y en "Laguna Sirven", en Santa Cruz.

Análisis químico efectuado sobre carnotita de "Huemul", Mendoza:

UO ₂	63,75 %	MgO.....	vestigios
V ₂ O ₅	18,48 »	PbO.....	vestigios
K ₂ O.....	8,73 »	CuO.....	vestigios
CaO.....	1,43 »	Pérdida al rojo ..	7,16 %
Na ₂ O.....	0,35 »	Total.....	<u>99,90 %</u>

Analista: C. E. Gordillo

Tyuyamunita. Ca(UO₂)₂(VO₄)₂ · 5-8H₂O. — Identificado en muestras de "Don Bosco" y "M. M. de Güemes", Salta; "San Sebastián" y "Santa Brígida", La Rioja; "Rodolfo", en Córdoba; "Huemul", "Agua Botada", "Cerro Mirano", "Pampa Amarilla" y "Casa de Piedra", en Mendoza; "Sierra Cuadrada", en Chubut.

Análisis químico de Tyuyamunita de Huemul, Mendoza:

UO ₂	57,30 %	H ₂ O.....	17,70 %
V ₂ O ₅	18,90 »	Na ₂ O.....	0,20 »
CaO.....	5,20 »	Total...	<u>100,00 %</u>
K ₂ O.....	0,70 »		

Analista: C. E. Gordillo

Meta-tyuyamunita. Ca(UO₂)₂(VO₄)₂ · 3-5H₂O. — Se ha determinado este mineral en "Don Bosco", Salta, y en "Rodolfo", Cosquín, Córdoba.

Sengierita. Cu(UO₂)₂(VO₄)₂ · 8-10H₂O. — Aparece, en forma relativamente abundante, en "Huemul", Mendoza.

IV. SULFATOS:

Se conocen en nuestro país los tres sulfatos de uranio bien definidos: zippeíta, johannita y uranopilita. Además se ha constatado la presencia del mineral llamado por Frondel (5) "zippeíta like".

Zippeita. $2\text{UO}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. — Se lo determinó en “El Pedregal”, La Rioja, y en “Huemul”, Mendoza.

“*Zippeita like*”. — Sulfato básico hidratado de uranilo, de fórmula no bien determinada. Ha sido identificado en “La Marthita”, La Rioja, y en “Huemul”, Mendoza, donde es relativamente abundante.

Uranopilita. $(\text{UO}_2)_6 \cdot \text{SO}_4(\text{OH})_{10} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. — Se lo halla en “Don Bosco”, Salta, y con relativa abundancia en “Huemul”, Mendoza.

Johannita. $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. — Este mineral aparece, con cierta abundancia y junto a los sulfatos mencionados precedentemente, en “Huemul”, provincia de Mendoza.

V. FOSFATOS:

Este grupo, el más numeroso de los de uranio hexavalente, está representado hasta el momento por seis especies que se indican a continuación:

Autunita. $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{-}12\text{H}_2\text{O}$. — Aparece en: “El Quemado”, “M. M. de Güemes”, “Los Berthos”, “San Miguel Abad” y “Providencia”, en Salta; “Tristán”, “San Sebastián”, “San Santiago” y “La Marthita”, en La Rioja; “Angel”, “Cerro Blanco” (Los Guardias), “Al Fin Hallada”, “La Elsa”, “El Bordo”, “La Morenita” y “Cristo” en Córdoba; “Beatriz” y “La Estela”, en San Luis; “Huemul”, “Agua Botada” y zona de “Ranquil-Co”, en Mendoza.

En algunas de estas localidades no han sido debidamente confirmadas, pudiendo tratarse, en ciertos casos, de meta-autunita.

Meta-autunita. $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{-}6\text{H}_2\text{O}$. — Esta especie ha sido identificada en: “Providencia”, “El Pelado” y “Don Otto”, en Salta; “Cerro Blanco” (Quebrada del Tigre), “Cerro Blanco” (Los Guardias) y “El Bordo”, en Córdoba; “El Zapallar”, en San Luis; “Papagayos” y “Los Chañares”, en Mendoza; “Cañadón Gato” y “Cañadón Kruger”, en Chubut; “Laguna Sirven”, en Santa Cruz.

Meta-torbernita. $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. — Se la ha identificado en “Providencia” y “El Pelado”, en Salta; “Casa de Piedra”, en Mendoza; “La Primera”, Neuquén, muy bien cristalizado; “Cañadón Gato”, en Chubut.

Fosfuranilita. $\text{Ca}(\text{UO}_2)_4(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_1 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. — Este mineral aparece en los yacimientos “Providencia” y “Don Otto”, en Salta; “Soberanía”, “Independencia”, “Papagayos” y “Huemul”, en Mendoza.

Renardita. $\text{Pb}(\text{UO}_2)_4(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. — Ha sido identificado en “Huemul”, Mendoza, donde aparece con cierta abundancia. Asimismo está indicado con reservas para “Providencia”, Salta.

VI. ARSENIATOS:

De este grupo se indican sólo tres especies para nuestro país, correspondientes a las variedades con Cu. y con Ca.

Zeunerita. $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 10\text{-}16\text{H}_2\text{O}$. — Este arseniato ha sido determinado en “San Santiago”, La Rioja.

Meta-zeunerita. $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ — Se lo ha identificado en íntima mezcla con meta-torbernita, en el yacimiento “La Primera”, Neuquén.

Uranospinita. $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. — Identificado solamente en el yacimiento “Los Chañares”, en Mendoza.

VII. CARBONATOS:

De los carbonatos hidratados de uranio sólo schroeckingerita y bayleyita se conocen en nuestro país.

Schroeckingerita. $\text{NaCa}_3(\text{CO}_2)(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{F} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. — Se halla formando agrupaciones en rosetas de cristales bien conformados, fluorescentes, de color verde esmeralda, en las vetas de cuarzo uranífero de “Soberanía”, “Papagayos” e “Independencia”, Mendoza. Además se la ha identificado en “Don Bosco” y “Don Otto”, en Salta; “Sonia”, en La Rioja; “Bella Vista”, en San Luis; “Sierra Cuadrada” y “Laguna Palacios”, en Chubut.

Bayleyita. $\text{Mg}(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. — Está descrita para el yacimiento “Huemul”, Mendoza, donde forma eflorescencias constituidas por glóbulos de reducido tamaño, sobre la mena uranífera de los niveles superficiales.

VIII. MOLIBDATOS:

Hasta el momento no ha sido reconocido ningún molibdato de uranio en la República Argentina.

APENDICE. Espaciados de rayos-X de algunos minerales de uranio y torio argentinos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
10,40 MF	10,30 MF	13,00 F	7,83 MF	6,80 F	6,46 F	6,51 F	8,15 F	7,73 MF	6,60 M
8,75 d		7,43 MF	6,65 d	6,41 M	5,09 d	5,10 d	6,07 M	6,15 F	6,19 d
6,65 d	6,70 M	6,51 d	6,11 d	5,47 M	4,24 M	4,21 M	4,80 M	5,37 M	5,30 d
4,97 M	4,98 F	5,71 d	5,02 d	4,74 M	3,49 M	3,50 F	4,25 md	4,84 d	4,70 d
4,50 M	4,50 M	4,90 d	4,82 d	4,31 d	3,24 d	3,26 d	4,07 F	4,39 F	4,19 M
3,59 F	3,60 M	4,25 d	4,51 d	4,13 md	3,09 F	3,11 F	3,50 M	4,19 d	3,52 M
3,33 MF	3,34 F	3,75 M	4,05 d	3,53 F	2,70 md	2,70 d	3,29 md	3,88 F	3,37 d
2,86 d	2,93 d	3,23 d	3,90 F	3,38 F	2,57 d	2,57 M	3,19 md	3,73 d	3,23 F
2,73 d	2,76 d	3,12 d	3,48 M	3,14 F	2,44 d	2,47 d	2,95 F	3,54 d	3,05 M
2,46 d	2,44 d	3,03 d	3,32 d	2,96 F	2,14 d	2,15 M	2,71 d	3,41 M	2,92 F
2,41 d		2,86 d	3,10 M	2,89 F	2,01 d	2,03 d	2,62 d	3,35 md	2,71 d
2,22 M	2,26 M	2,67 d	3,03 M		1,96 md	1,92 d	2,27 md	3,13 d	2,46 md
2,16 d	2,18 d	2,19 d	2,99 d		1,83 d	1,82 d	2,20 M	3,04 d	2,30 d
2,04 d	2,05 d	2,11 d	2,90 d				2,17 d	2,94 d	2,18 md
			2,81 M				2,10 md	2,83 d	2,11 d
			2,77 d				2,07 md	2,73 d	2,03 d
			2,69 d				2,04 d	2,68 d	1,88 d
			2,62 d				1,96 md	2,59 d	
			2,57 d				1,92 md	2,14 d	
			2,19 d						
			2,07 d						

1. Antmita, Providencia, Salta
2. Antmita, San Santiago, La Rioja
3. Bayleyita, Huemul, Mendoza
4. Beta uranofoano, Patricia, Córdoba
5. Bollwoodita, Médano Rico, San Juan
6. Carnotita, Huemul, Mendoza
7. Cardotita, Rodolfo, Córdoba
8. Cuprosklotowskita, Huemul, Mendoza
9. Johannita, Huemul, Mendoza
10. Kasolita, San Rubén, La Rioja

MF: muy fuerte; F: fuerte; M: mediano; d: débil; md: muy débil.

11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
8,52 MF	8,50 MF	8,65 MF	9,93 d	5,24 d	9,26 MF	14,25 M	12,2 d	9,76 MF	4,64 10
5,38 F	5,85 M	6,56 d	8,43 F	4,69 d	8,12 F	8,50 F	8,50 M	5,71 M	3,55 10
4,87 M	4,87 M	5,48 M	6,47 d	4,17 M	6,62 md	7,22 MF	7,25 MF	4,89 F	3,28 1
4,25 M	4,25 M	4,98 F	5,12 d	3,49 M	5,10 d	5,40 d	5,41 d	4,17 M	3,085 2
3,64 F	3,62 F	4,34 M	4,27 M	3,27 F	4,63 M	4,77 F	4,78 F	4,02 M	2,839 5
3,46 F	3,48 M	3,69 MF	3,77 d	3,12 MF	4,47 MF	4,19 d	4,18 d	3,71 F	2,655 7
3,27 d	3,23 M	3,53 M	3,50 d	2,98 d	3,68 md	4,05 d		3,20 F	2,515 1
2,92 d	2,92 M	3,26 M	3,26 M	2,86 F	3,58 M	3,59 d	3,60 d	3,10 F	2,214 3
2,05 d	2,62 d		3,09 d	2,60 d	3,54 M	3,36 d	3,40 M	2,96 d	2,011 2
2,53 d			2,95 d	2,44 d	3,21 M	3,27 d		2,83 d	1,964 1
2,46 d	2,47 d	2,96 M	2,72 d	2,38 d	3,93 MF	3,11 d	3,12 d	2,72 d	1,873 1
2,36 d	2,34 d	2,76 md	2,58 d	2,19 M	2,81 d	2,87 M	2,85 d	2,54 M	1,831 9
2,23 d		2,68 d	2,38 d	2,13 M	2,63 d	2,72 d		2,42 M	1,760 1
2,19 d	2,19 d	2,57 d	2,11 d	1,96 M	2,50 md	2,65 d		2,11 M	1,741 1
2,12 d	2,11 d	2,50 d		1,94 d	2,40 md	2,41 d	2,39 d	2,07 d	1,693 2
2,04 d	2,03 d	2,43 d		1,90 d	2,33 md	2,31 d		1,99 M	1,602 1
		2,38 md		1,86 M	2,28 md			1,84 d	1,486 1
		2,26 d		1,76 d	2,22 d				1,437 1
				1,69 d	2,18 M				1,394 1
				1,64 d	2,07 md				1,336 3
				1,61 d	1,98 d				1,281 3
									1,235 2

11. Meta autnunita, Cañadón Gato, Chubut
12. Meta autnunita, Providencia, Salta
13. Meta torbernita, La Primera, Neuquén
14. Meta tyuyamunita, Rodolfo, Córdoba
15. Monacita, Valle fértil, San Juan
16. Ranquilita, Ranquil-Co, Mendoza
17. Schroeckingerita, Soberanía, Mendoza
18. Schroeckingerita, Sierra Cuadrada, Chubut
19. Siengierita, Huenul, Mendoza
20. Thorita, Chinchillar, Salta

MF: muy fuerte; F: fuerte; M: mediano; d: débil; md: muy débil.

21		22		23		24		25		26		27		28		29		30	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
4,69	M	10,18	F	10,10	F	3,13	MF	3,10	MF	3,10	MF	7,86	MF	7,76	MF	7,06	MF	8,63	d
3,537	F	6,60	d	6,60	d	2,73	M	2,19	M	2,69	M	6,55	M	6,60	M	6,28	d	7,31	MF
2,821	M	3,02	F	4,99	F	1,918	F	1,902	F	1,903	F	5,37	M	3,37	M	5,31	d	5,57	d
2,632	M	4,04	d	4,02	d	1,639	F	1,628	F	1,623	F	4,75	M	4,74	M	4,27	d	4,77	M
2,198	M	3,37	d	3,36	d	1,554	M	1,553	M	1,556	M	4,27	d	4,25	d	4,02	M	4,10	md
1,098	M	3,19	M	3,17	F	1,352	d	1,348	d	1,343	d	3,93	F	3,91	F	3,71	F	3,99	md
1,881	d	2,65	d	2,70	d	1,246	M	1,236	M	1,235	M	3,58	d	3,56	d	3,20	F	3,66	F
1,818	F	2,54	d	2,55	d	1,211	M	1,203	M	1,202	M	3,50	d	3,48	d	3,10	F	3,51	F
1,740	d	2,49	d	2,47	d	1,114	M	1,101	M	1,100	M	3,35	d	3,37	d	2,96	d	3,22	md
1,653	d	2,13	md	2,11	d	1,051	M	1,043	M	1,043	M	3,19	M	3,20	M	2,83	d	3,15	F
1,580	d					0,965	d	0,958	d			2,98	F	2,99	F	2,72	d	2,86	M
1,473	M					0,924	M	0,917	M	0,916	M	2,90	F	2,90	F	2,54	M	2,66	M
1,441	d					0,912	d	0,903	d	0,900	d	2,69	M	2,68	d	2,42	d	2,53	M
1,336	M					0,864	d	0,859	d	0,856	d	2,62	M	2,60	d	2,11	M	2,15	md
												2,56	d	2,50	d	2,07	d	2,22	d
												2,52	d	2,50	d	1,99	M	2,12	M
												2,41	d	2,41	d	1,84	d	2,06	md
												2,26	d	2,25	d			2,01	md
												2,19	M	2,20	M				
												2,09	M	2,10	d				
												2,04	d	2,04	d				
												1,96	M	1,96	M				
												1,91	d	1,90	d				

21. Thorogummita, Estrella de Oriente, Salta
22. Tyuyamunita, Rodolfo, Córdoba
23. Tyuyamunita, Huemul, Mendoza
24. Uraninita, Co Blanco, Tauti
25. Uraninita, La Esperanza, Salta
26. Uraninita, El Ingenio, La Rioja
27. Uranofano, La Estela, San Luis
28. Uranofano, San Victorio, La Rioja
29. Zippelta, El Pedregal, La Rioja
30. Zippelta like, Huemul, Mendoza

MF: muy fuerte; F: fuerte; M: mediano; d: débil; md: muy débil.

BIBLIOGRAFIA

1. ANGELELLI, V. 1950. *Recursos minerales de la República Argentina. I. Yacimientos Metalíferos.*—Instituto de Invest. de las Cs. Naturales. Revista (Cs. Geológicas), II, Buenos Aires.
2. — 1958. *Los minerales de Uranio, sus yacimientos y prospección.*—C.N.E.A. Buenos Aires. NJ
3. BETSCHKOWSKYJ, M. 1958. *Minerales radiactivos.*—Museo Argentino de Cs. Naturales "Bernardino Rivadavia", Revista (Cs. Geológicas) IV, 3, Bs. Aires.
4. FERNÁNDEZ, G. A. 1957. *Características mineralógicas-petrográficas de los principales minerales radiactivos.*—Univ. Nacional de Cuyo, Acta Cuyana de Ingeniería, I, 8, San Juan.
5. FRONDEL, C. 1958. *Systematic mineralogy of uranium and thorium.*—Geological Survey Bulletin 1061, Washington, U.S.A.
6. GEORGE, D. 1949. *Mineralogy of uranium and thorium bearing minerals.*—U. S. Atomic Energy Commission, RMO-563, Tennessee, U. S. A.
7. GORDILLO, C. E., LINARES, E. y POLJAK, R. J. 1957. *Contribución al conocimiento de algunas uraninitas y pechblendas de la República Argentina.*—Publicaciones de la C.N.E.A., Serie Geología, I, 1, Buenos Aires.
8. LINARES, E. y TOUBES, R. O. 1960. *Sobre algunas uraninitas argentinas: sus celdas elementales y ubicación geológica.*—Presentado al Segundo Congreso Cristalográfico Argentino, Córdoba.
9. VILLAR FABRE, J. F. 1960. *Hidroxilapatita.*—C.N.E.A., Informe inédito, Buenos Aires.