

TRN: AR 92.000'S

CNEA

D-DP-FQP-307 .

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

DIRECCION INVESTIGACION Y DESARROLLO

GERENCIA DESARROLLO

DEPARTAMENTO DESARROLLO DE PROCESOS

BERILIO. PARTE I - SUS MINERALES

O.A. Lires, C.A. Delfino y J. Botbol

1990

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

GERENCIA DE DESARROLLO

DEPARTAMENTO DESARROLLO DE PROCESOS

DIVISION FISICOQUIMICA DE PROCESOS

BERILIO. PARTE I- SUS MINERALES

O.ALIREZ; CADELFINO; J.BOTBOL

1990

PREFACIO

Con el presente trabajo se inicia una serie de informes, que con el nombre genérico BERILIO tratan sobre distintos aspectos de la tecnología de este metal. En su conjunto tienen como objeto el reunir, con sentido crítico, material bibliográfico disperso para servir de ayuda y guía en el planeamiento o diseño de emprendimientos posteriores.

En este informe, Parte I - SUS MINERALES, se describen algunos de los principales minerales de interés comercial, ubicación de sus yacimientos, datos de producción y reservas, tanto de la República Argentina como del resto del mundo.

En informes posteriores se evaluarán su toxicidad y medidas de prevención y control; métodos extractivos a partir de sus minerales; se compararán plantas industriales para la obtención de berilio metálico o sus óxidos e hidróxidos; se analizarán métodos de purificación; electrólisis a partir de sus sales fundidas etc.

INDICE

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- DESCRIPCION DE LOS MINERALES
- 3.- YACIMIENTOS
 - 3.1.- Mundiales
 - 3.2.- Argentinos
- 4.- EXPLOTACION
- 5.- PRODUCCION
 - 5.1.- Argentina
 - 5.2.- Mundial
- 6.- RESERVAS
- 7.- CONCLUSIONES
- 8.- BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCION.

Una rápida recorrida por la historia del berilio ^(1,2,3,4,5) muestra que fue descubierto en 1798 por Vauquelin como constituyente de la esmeralda. En 1828 Whöhler y Bussy obtuvieron berilio metálico en forma de polvo impuro, por reducción del cloruro de berilio con potasio metálico. En 1899 Lebeau publicó sus trabajos sobre la química del berilio. Se pueden destacar sus logros en la obtención del metal. Obtuvo pequeños cristales hexagonales con una pureza del 99,5 - 99,8 % a partir de la electrólisis de fluoruro de sodio - fluoruro de berilio. Con estos métodos a escala de laboratorio obtuvo una cantidad suficiente como para establecer que se trataba de un metal liviano (densidad específica: 1,85) y alto punto de fusión (1283 °C). Así mismo logró la reducción directa de mezclas de óxidos de berilio y óxido de cobre con carbón produciéndose aleaciones cobre - berilio. En 1926 se encontró que estas aleaciones poseían muy buenas propiedades mecánicas.

En el período comprendido entre ambas guerras mundiales creció la industrialización de este elemento, fundamentalmente en el mercado de las aleaciones cobre - berilio. La producción del metal se incrementó al encontrarse aplicaciones en el campo de la energía nuclear.

La industria del berilio sufrió una grave conmoción cuando a fines de la década del 40 se confirmó que bajo ciertas condiciones este metal y sus compuestos eran altamente tóxicos.

2.- DESCRIPCION DE LOS MINERALES.

El berilio ocupa el lugar 32 en orden de abundancia de los elementos y su contenido en las rocas de superficie es de alrededor de 4 a 6 ppm.

Es constituyente esencial en alrededor de 40 minerales y ocasional en otros 50. Se lo encuentra en forma de silicatos complejos en diversos minerales, siendo los principales, berilo, bertrandita, fenacita, eucladio; como aluminato en el crisoberilo. También se encuentra en la helvita, gadolinita, barilita, etc.

En la Tabla I se indica la composición ^(2,10) química de estos minerales.

TABLA I
MINERALES DE BERILIO

NOMBRE	COMPOSICION	ABUNDANCIA	% BeO
Berilo	$3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	Común	14,0
Bertrandita	$4\text{BeO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Común	42,0
Fenacita	$2\text{BeO} \cdot 2\text{SiO}_2$	Relat. Común	45,5
Crisoberilo	$\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	Poco Común	19,7
Herderita	$\text{BeCaPO}_4(\text{OH}, \text{F})$	Poco Común	
Eucladio	$2\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Poco Común	17,2
Gadolinita	$2\text{BeO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{Y}_2\text{O}_3$	Poco Común	10,7
Barilita	$2\text{BeO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{BaO}$	Escaso	7,7
Helvita	$(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Zn})_8\text{Be}_6\text{Si}_4\text{O}_{24}\text{S}_2$	Escaso	

Actualmente ha crecido la importancia de la bertrandita como fuente de obtención de berilio. Tiene una estructura cristalina ortorrómbica y un contenido estequiométrico del 15 % de Be.

El berilo con un contenido estequiométrico del 14 % de BeO, equivalente al 5 % de Be es el más abundante de estos minerales y fue considerado hasta hace poco como la principal y casi única fuente de obtención de berilio. Variaciones en el contenido del berilio que van del 3 al 5 %, se deben principalmente a sustituciones parciales de éste por sodio, litio o cesio. El berilo natural contiene también entre 1,5 y 2,5 % de agua combinada, la cual se puede eliminar por calentamiento a 800 °C.

Es un mineral accesorio de pegmatitas ⁽⁶⁾ en cuyas masas aparece como individuos prismáticos hexagonales, de muy variado tamaño, aislados o agrupados o en masas compactas a veces de gran volumen. Llegan a encontrarse cristales de hasta 6 ó 7 metros de largo, con pesos entre 25 y 30 toneladas.

Acompañando al berilo, dichas rocas suelen contener espodumeno, ambligonita, columbita-tantalita, minerales de uranio, etc. También es posible encontrar berilo en cantidades comerciales en rocas no pegmatíticas.

Algunas variedades del berilo son consideradas como piedras preciosas: aguamarina, variedad transparente azul-verdosa; heliodoro, de coloración amarillenta dada por el hierro; esmeralda, de coloración verde oscuro por su contenido en cromo.

De acuerdo con las impurezas presentes, el berilo puede ser clasificado como:

a.- berilo libre de álcalis: contenido de álcali menor de 0,5 %. Dentro de esta clasificación se encuentran el aguamarina, esmeralda, heliodoro y berilo común.

b.- berilo con álcalis: contenido de álcali mayor de 0,5 %.

- berilio-sodio:	0,5 - 2,0 % Na_2O
	0,1 - 0,5 % Li_2O
- berilio-sodio-litio	0,3 - 1,5 % Li_2O
	1,0 - 2,5 % Na_2O
- Berilio-sodio-cesio	0,1 - 1,0 % Li_2O
	0,3 - 1,0 % Na_2O
	< 3.0 % Cs_2O

El berilo se fractura fácilmente y tiene una densidad (2,6 - 2,8) cercana a la del cuarzo y feldespato (2,66 y 2,6 respectivamente) que lo acompañan invariablemente. Debido a esto no se lo encuentra en depósitos aluvionales y es difícil por lo tanto preveer su localización a partir de datos geológicos.

A diferencia de otros minerales que pueden separarse por métodos de concentración, ya sean gravitacionales o de flotación, de la ganga que los acompaña, el berilo debe extraerse por selección manual. De esta forma el rendimiento de recuperación no supera al 30 %.

Se han efectuado ensayos para tratar de recuperar cristales pequeños o aislados de berilo, sin obtener resultados satisfactorios ya sea desde el punto de vista técnico o comercial.

3.- YACIMIENTOS.

3.1.- Mundiales.

Existen pegmatitas portadoras en numerosos lugares del mundo aunque su explotación se realiza sólo en algunos países ⁽⁷⁾.

La localización y extensión de los yacimientos berilíferos argentinos serán detallados en 3.2..

Los recursos brasileños de berilo, asociados principalmente a pegmatitas, se encuentran en su mayor parte en el Estado de Ceará (Municipio de Solonopole), siguiendo en orden de importancia los estados de Minas Gerais, Río de Janeiro, Bahía, Goiás, Río Grande del Norte y Paraíba. Las reservas potenciales reales son desconocidas.

En la URSS las pegmatitas están localizadas en Altay, Kazakhstan, Península de Kola, Transbaikal y la zona oeste de Ucrania.

La India tendría localizados sus principales yacimientos en los distritos de Monghy, Sirohi, Raigarh, Balaghad, etc.

Otros yacimientos están ubicados en Madagascar, República Federal Alemana, Checoslovaquia, España, Namibia, Zimbabue, Canadá, etc.

Las esmeraldas son abundantes en Brasil, Australia, etc.. Los principales yacimientos se encuentran ubicados en Colombia en las minas de Muzo, Chivor y Somondoco.

Las mejores aguamarinas proceden de Brasil donde se localizan en los aluviones y pegmatitas de Minas Gerais; de los Urales en la URSS; de Madagascar; India; Namibia e Irlanda.

En los Estados Unidos los recursos berilíferos consisten principalmente en yacimientos de bertrandita localizados en Spor Mountain y Gold Hill en Utah y en la Península de Seaward en Alaska. Se encuentran yacimientos de berilo en pegmatitas de Nueva Inglaterra, Dakota del Sur y Colorado. En los estados de Carolina del Norte y del Sur existen grandes acumulaciones pegmatíticas con espodumeno y estaño, de bajo contenido de berilo (0,2 - 1 %) y por lo tanto de escaso interés económico.

3.2.- Argnetinos.

En la República Argentina el berilo ($3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) constituye el principal mineral de berilio⁽⁸⁾. A parte de este aluminosilicato se ha comprobado la existencia en una pegmatita puntana de fenacita (Be_2SiO_4) y de helvita ($(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Zn})_8\text{Be}_6\text{Si}_4\text{O}_{24}\text{S}_2$) asociadas con fluoritas, calcitas, epidoto, etc. en algunos lugares de las sierras cordobesas. Estos hallazgos sólo revisten interés mineralógico.

Si bien se conoce la existencia de berilo en la República Argentina desde 1853, recién comienza su explotación en la Provincia de San Luis alrededor de 1935, como consecuencia de la demanda del mercado internacional. Su extracción se realiza ya sea como tal o recuperándolo del aprovechamiento de otros minerales, tales como cuarzo, feldespatos, mica, minerales de litio, etc.. Dos años más tarde se suma la Provincia de Córdoba como proveedora de berilio y en 1958 se agrega Catamarca y luego La Rioja. Durante el período 1953 - 1958 se explotaron pequeños yacimientos en Río Negro y San Juan.

Las pegmatitas berilíferas pertenecen al ambiente cristalino de las sierras pampeanas de las que se destacan en primer término la Sierra de San Luis, las de Córdoba y la Sierra de Ancasti en Catamarca. De menor importancia la de Velazco en La Rioja, la

Sierra del Valle Fértil en San Juan, el área de Cañadón Chileno en Río Negro, la Sierra de Ambato en Catamarca, etc.

- Catamarca.

El área berilífera de esta provincia se encuentra ubicada en la Sierra de Ambato y en la Sierra de Ancasti en su vertiente oriental, departamentos de Santa Rosa, Ambato, La Paz, Ancasti y El Alto.

- Córdoba.

Los yacimientos de esta provincia se agrupan: en las Sierras de los Comechingones, en su vertiente oriental, en el tramo comprendido entre San Javier (Córdoba) y Merlo (San Luis) y en la región de Punilla en los departamentos de San Javier, Punilla, Calamuchita, Minas y Cruz del Eje.

- La Rioja.

Los yacimientos se encuentran ubicados en la Sierra de Velazco en los departamentos de Sañagasta y Capital.

- Río Negro.

Se conoce la existencia de berilo en algunas pegmatitas emplazadas en la zona de Cañadón Chileno, Departamento de Pilcaniyeu.

- Salta.

Entre 1968 y 1973 se registró producción proveniente de pegmatitas situadas en la Puna en los departamentos de Los Andes, Cafayate y Molinos.

- San Juan.

Las pegmatitas se encuentran en la Sierra de Valle Fértil, departamentos de Jáchal y Valle Fértil, y son explotados casi exclusivamente por su contenido en mica y vermiculita.

-San Luis.

Se pueden distinguir tres zonas: occidental, central y oriental. Las dos primeras abarcan la Sierra de San Luis. La occidental sobre las poblaciones El Trapiche, Paso del Rey y La Carolina; la central incluye las poblaciones de Quines, Santa Rosa, Tilisarao, Naschel, La Toma, etc.. La zona oriental corresponde a la vertiente occidental de la Sierra de los Comechingones.

Los depósitos denunciados en la República Argentina que han contribuido en un momento o en otro a la producción, pueden estimarse en más de un centenar y medio. Las entregas variaron entre unos pocos kilogramos hasta decenas e incluso, aunque en contadísimos casos, centenares de toneladas.

4.- EXPLOTACION.

La explotación de berilo en nuestro país, como en casi todos los otros lugares del mundo ⁽⁵⁾, se realiza por lo general a cielo abierto, mediante la apertura de cortes de cantera y/o zanjas o trincheras que se inician en los lugares en que se manifiesta la presencia del mineral.

La explotación se realiza en forma manual y el berilo, cuando es el único material de interés, se extrae de las concentraciones o "bolsones" de mineral que se encuentran a la vista. Por lo general estos trabajos se abandonan una vez agotada la existencia del bolsón.

Las tareas de explotación son de dimensiones limitadas y efectuadas, es su gran mayoría, por pequeños grupos de mineros (pirquineros). Se pueden citar como ejemplo los datos publicados por la Secretaría de Minería de la Nación en el año 1982 ⁽⁶⁾ según los cuales, para una producción anual de 5800 kg, el personal ocupado fue de 76 personas y no se registran datos de ningún tipo de fuerza motriz instalada.

Cuando el berilo se obtiene como subproducto de extracciones de feldespato y cuarzo, las explotaciones revisten una mayor envergadura. En este caso las canteras presentan cortes de mayor tamaño, de hasta 150 m de longitud, 10 m de alto y de 8 a 10 m de ancho como fue el caso del corte principal de la mina La Esmeralda en San Luis. La ley media en esta mina es del 1 al 1,5 % de berilo.

Un caso de excepción lo constituye la mina Las Tapias (Córdoba) que representa lo que hasta la fecha se conoce como la acumulación más grande de berilo registrada en la República Argentina y una de las mayores del mundo. Como ejemplo se puede citar un bolsón de berilo que produjo 300 toneladas antes de su agotamiento. Las Tapias fue explotada con intensidad desde el año

1939 hasta 1945 y posteriormente entre 1955 y 1957, en un área de 75 m de ancho por 80 m de largo mediante numerosos trabajos subterráneos y llegó a disponer de una planta de concentración gravitacional para la recuperación de minerales de bismuto (principalmente bismutita) contenidos en algunos sectores de la mina. La concentración media de berilo fue superior al 5 %.

Entre los años 1985 y 1986 la Dirección General de Fabricaciones Militares realizó exploraciones en dicha mina (levantamiento geológico-topográfico y perforaciones, con el objeto de establecer las posibilidades comerciales de la faja berilífera inferior. Los resultados fueron desfavorables puesto que no se encontró suficiente berilo como para justificar su explotación directa, aunque sí como subproducto de una explotación integral de las pegmatitas ⁽⁷⁾.

5.- PRODUCCION.

5.1.- Argentina,

La Estadística Minera de la República Argentina comienza a consignar datos de producción de berilo a partir de 1935. El total acumulado en el período 1935-1987 fue de 22749 toneladas.

El aporte porcentual de las distintas provincias productoras, fue el indicado en la Tabla II.

TABLA II
PRODUCCION HISTORICA POR PROVINCIAS

PROVINCIA	APORTE (%)
Córdoba	49,78
San Luis	42,26
Catamarca	6,00
La Rioja	1,00
San Juan	0,57
Salta	0,36
Río Negro	0,03

En la Tabla III se detalla la producción entre 1935 y 1979 por quinquenio y por provincia.

En esta tabla se observa que en el período indicado sólo Córdoba y San Luis tienen una producción ininterrumpida. Catamarca se encuentra en las mismas condiciones a partir de 1950 mientras que en el resto de las provincias la producción es circunstancial.

PRODUCCION ARGENTINA 1935-1987 PARTICIPACION POR PROVINCIAS

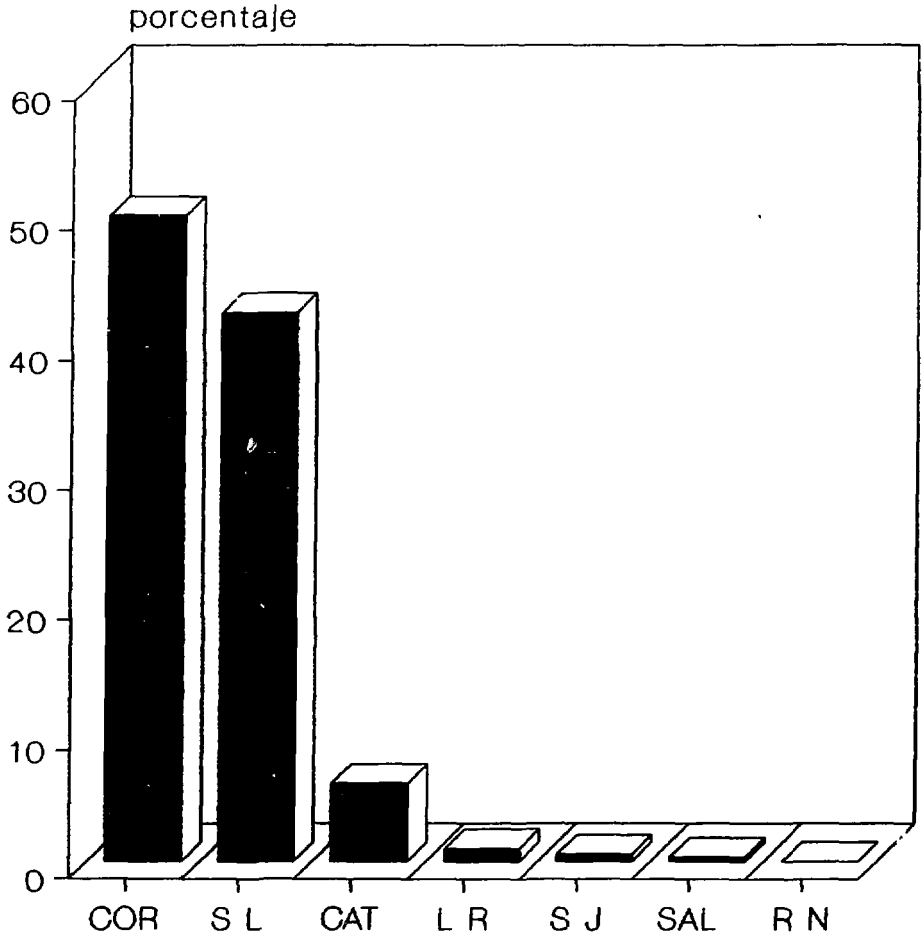


TABLA III
 PRODUCCION DE BERILO POR PROVINCIAS 1935 - 1979
 (en toneladas)

PERIODO	CATAM.	CORDOBA	LA RIOJA	RIO NEGRO	SALTA	SAN JUAN	SAN LUIS
1935-39		522					1269
1940-44		4014					837
1945-49		235					355
1950-54	45 ^a	1610	62 ^b	4 ^b		101 ^b	1950
1955-59	635	2640	164	2 ^c		19 ^c	2605
1960-64	225	835					810
1965-69	255	740					790
1970-74	135	420			27 ^d		595
1975-79	25	90					360

a: producido en 1952-54

c: producido en 1955-56

b: producido en 1953-54

d: producido en 1970

Dadas las características de este tipo de explotación minera y el hecho que prácticamente toda la producción se exporta, el volumen de las exportaciones puede dar una idea más fiel de la producción del país. En la Tabla IV se indican ambos valores en el período comprendido entre 1935 y 1987.

La producción máxima del año 1941, que fue de 2186 toneladas de mineral (con un contenido de 240,4 toneladas de BeO) se debió principalmente a la explotación intensiva del yacimiento Las Tapias. De la misma manera el aumento de la producción, en el período 1953-57, que ascendió a 7659 toneladas de mineral (802,6 toneladas de BeO) fue causado en su mayor parte por la reactivación del citado yacimiento.

TABLA IV

PRODUCCION Y EXPORTACION ARGENTINA ANUALES (1935 - 1987)
(toneladas de mineral)

Año	Prod	Exp	Año	Prod	Exp
1935	189	---	1962	224	907
1936	300	---	1963	377	749
1937	260	246	1964	189	402
1938	753	730	1965	225	158
1939	299	286	1966	225	248
1940	520	395	1967	269	268
1941	2186	2169	1968	594	544
1942	925	722	1969	518	517
1943	881	515	1970	302	300
1944	342	30	1971	254	250
1945	190	---	1972	187	175
1946	185	---	1973	185	100
1947	88	---	1974	269	75
1948	60	---	1975	167	150
1949	65	---	1976	112	---
1950	3	---	1977	165	163
1951	151	---	1978	22	113
1952	518	500	1979	12	37
1953	1111	1326	1980	31	64
1954	1990	---	1981	7	56
1955	1571	400	1982	6	28
1956	1562	2125	1983	24	---
1957	1425	1503	1984	72	72
1958	898	535	1985	31	31
1959	599	3025	1986	50	50
1960	659	1050	1987	46	---
1961	426	1325			

Puede verse en la tabla anterior que en algunos años las cifras de exportación superan a las de producción. Esto puede explicarse si se consideran maniobras de acopio realizadas en años precedentes.

Entre los años 1946 y 1950 se nota una marcada disminución en la producción así como también la falta de exportaciones. Lo cual obedece a la promulgación de un decreto prohibiendo la exportación del mineral, que trataba de alentar la utilización del mismo en el país por medio de una planta de producción de óxido de berilio instalada en la Provincia de Santa Fe. Un nuevo decreto en 1950 reglamentaba los permisos de exportación, comenzando a incrementarse la producción de berilio a partir de ese año.

El principal cliente histórico de las exportaciones de berilio han sido los Estados Unidos. En la Tabla V se indican además otros países de destino del mineral.

TABLA V
DESTINO DE LAS EXPORTACIONES

PAIS	% DEL TOTAL
Estados Unidos	92,32
Italia	3,38
Francia	2,16
Japón	1,61
R.F.Alemana	0,48
Reino Unido	0.05

Entre los años 1952 y 1987 el valor de estos envíos alcanzó la cifra de 6 600 000 U\$S, como resultado de la exportación de 17.246 toneladas a un precio promedio de 382 U\$S/tonelada. Los precios promedio anuales de concentrados de berilo, con 10 - 12 % de BeO contenido han tenido la evolución que se indica en la Tabla VI.

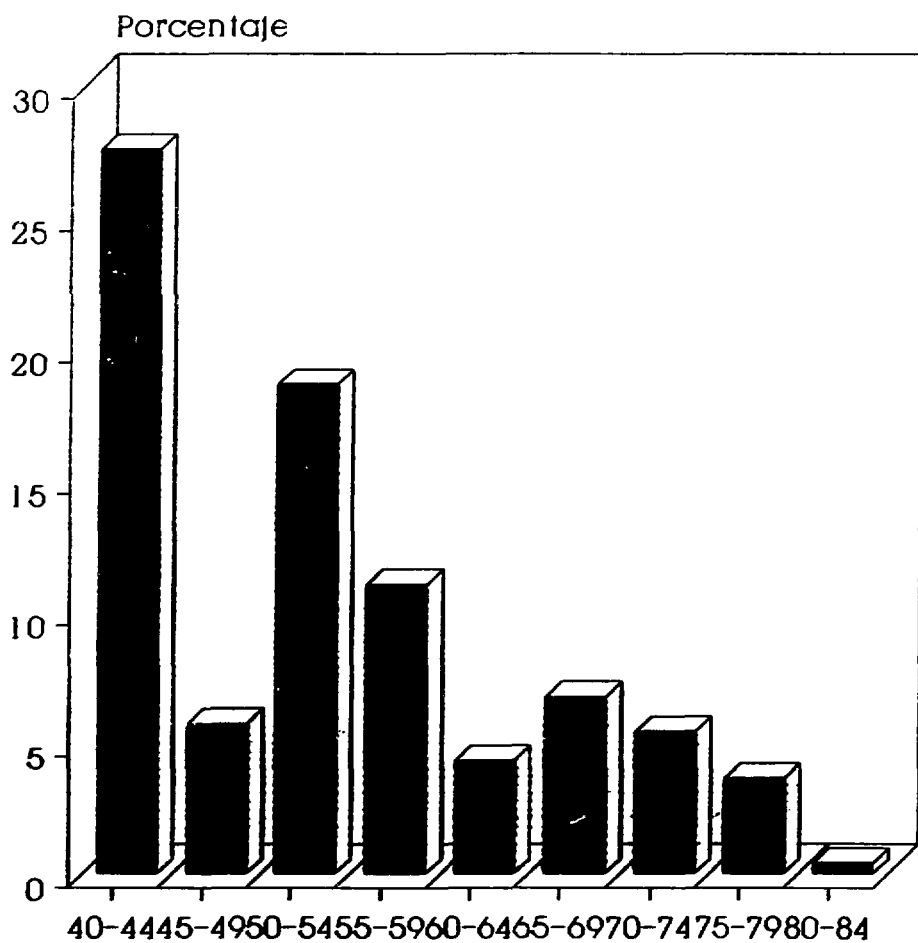
TABLA VI
EVOLUCION DE LOS PRECIOS DE EXPORTACION

PERIODO	U\$S/t
1955-1959	364,50
1960-1964	333,41
1965-1969	353,10
1970-1974	328,29
1975-1979	448,59
1980-1984	973,92
1985	1054,60
1986	1023,00

5.2.- Mundial.

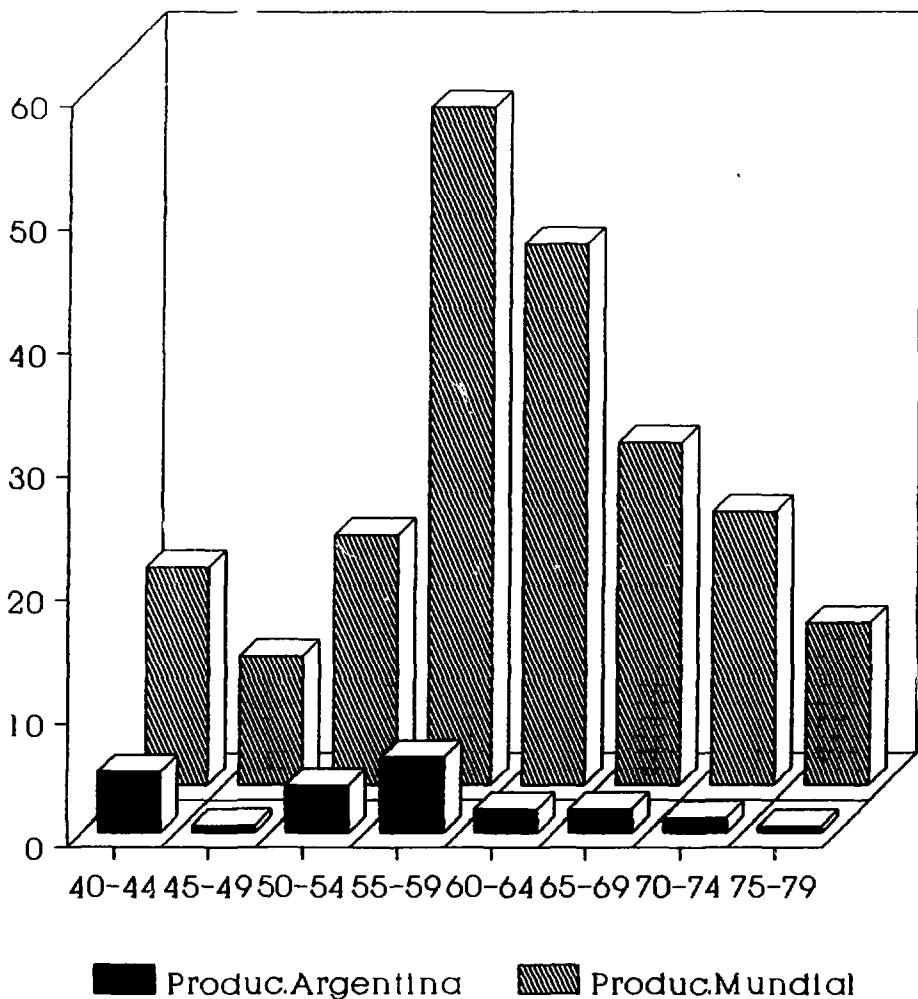
Resulta difícil estimar, con exactitud, las cifras de producción mundiales. Entre las causas que impiden una correcta evaluación se pueden citar la inadecuada información disponible sobre países, que se conoce son productores, como por ejemplo China, Bolivia o Namibia. Falta de información confiable en los datos de producción como en el caso de Brasil, en que se los estima de las exportaciones. Secreto comercial; en Estados Unidos entre

CONTRIBUCION ARGENTINA A LA PRODUCCION MUNDIAL



CONTRIBUCION ARGENTINA A LA PRODUCCION MUNDIAL

Miles de toneladas de mineral



1964 y 1980 la firma productora no publicó cifras de producción. Secreto político como en la India, donde el gobierno declaró al berilio en 1968 "mineral estratégico para la defensa" y las cifras son confidenciales y bajo control del Departamento de Energía Atómica. Como dato ilustrativo la India produjo en el período 1935 - 1958 un total de 9074 toneladas de mineral, cantidad que la ubicaba en tercer lugar entre los países productores luego de Brasil y Argentina.

La Tabla VII muestra un cuadro comparativo entre la producción argentina y la mundial.

TABLA VII
CONTRIBUCION ARGENTINA A LA PRODUCCION MUNDIAL
(toneladas de mineral)

PERIODO	ARGENTINA	MUNDIAL	%
1940-1944	4854	17668	27,5
1945-1949	588	10383	5,7
1950-1954	3773	20244	18,6
1955-1959	6055	54880	11,0
1960-1964	1875	43855	4,3
1965-1969	1861	27835	6,7
1970-1974	1197	22143	5,4
1975-1979	478	13146	3,6
1980-1984	140	38303	0,4

En la Tabla VIII se indica una estimación de la producción mundial ⁽⁷⁾ entre los años 1970 - 1985. Analizando estos datos, y teniendo en cuenta que la cifras correspondientes a los Estados Unidos se registran sólo a partir de 1981, se observa una marcada disminución en la explotación de berilio. Esta tendencia se hace

más notoria si se consideran algunos años de producción máxima, como serían según Darwin y Buddery ⁽³⁾, 1955, 1956 y 1957 con cifras de 8072, 11700 y 10800 toneladas respectivamente.

TABLA VIII
 PRODUCCION MUNDIAL
 (TONELADAS DE MINERAL)

Año	ARG	BRA	MAD	MOZ	POR	RUA	SAF	RUS	ZIM	USA ^a	UGA	ANG
1970	302	3333	52	33	14	286	322	1270	91	sd	367	---
1971	254	2500	60	13	15	194	419	1270	91	sd	220	250
1972	187	1551	9	8	17	118	250	1361	59	sd	193	175
1973	185	1210	2	b	3	95	52	1451	59	sd	419	115
1974	269	907	13	8	15	60	2	1542	63	sd	54	91
1975	167	646	15	8	21	18	2	1597	63	sd	54	32
1975	112	368	17	b	---	46	2	1651	63	sd	54	---
1977	165	450	14	sd	---	55	2	1696	63	sd	54	---
1978	22	739	11	sd	b	58	b	1814	45	sd	45	---
1979	12	452	10	28	5	46	b	1814	28	sd	sd	---
1980	31	237	10	20	19	107	b	1814	9	sd	sd	---
1981	7	345	46	7	17	59	122	1814	42	6553	sd	---
1982	6	606	68	8	12	69	58	1814	52	5945	sd	---
1983	24	614	b	6	3	32	21	1905	47	6046	sd	---
1984	72	1021	46	6	9	44	b	1905	19	5470	sd	---
1985	31	898	50	6	9	50	---	1905	50	5205	sd	---

ARG: Argentina BRA: Brasil MAD: Madagascar

MOZ: Mozambique POR: Portugal RUA: Ruanda

SAF: Sudafrica RUS: URSS ZIM: Zimbabwe

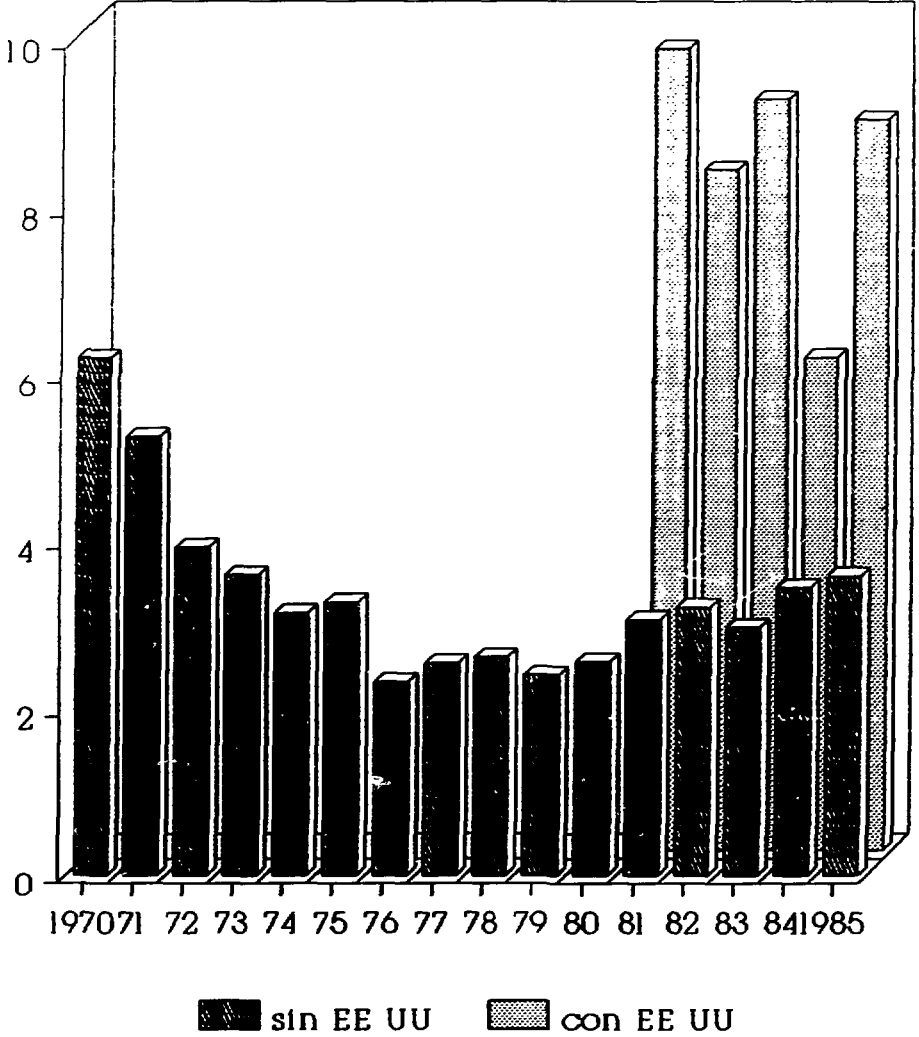
USA: EEUU UGA: Uganda ANG: Angola

a: bertrandita, equivalente a berilo, 11 % de BeO.

b: menor de una tonelada sd: sin datos

PRODUCCION MUNDIAL ESTIMADA

miles de toneladas de mineral



6.- RESERVAS.

Resulta prácticamente imposible definir con exactitud las reservas mundiales de berilio. En la Argentina se debe principalmente a las características de los yacimientos involucrados, mientras que en el resto del mundo se deben considerar además las dificultades ya citadas (ver 5.2.- Producción mundial).

El Departamento Nacional de Producción Minera de Brasil (citado por Estadística Minera de la República Argentina ⁽⁹⁾) estima, a partir de diversas fuentes, que las reservas mundiales ascenderían en 1987 a 902260 toneladas de BeO contenido distribuidas geográficamente según lo que se observa en la Tabla IX.

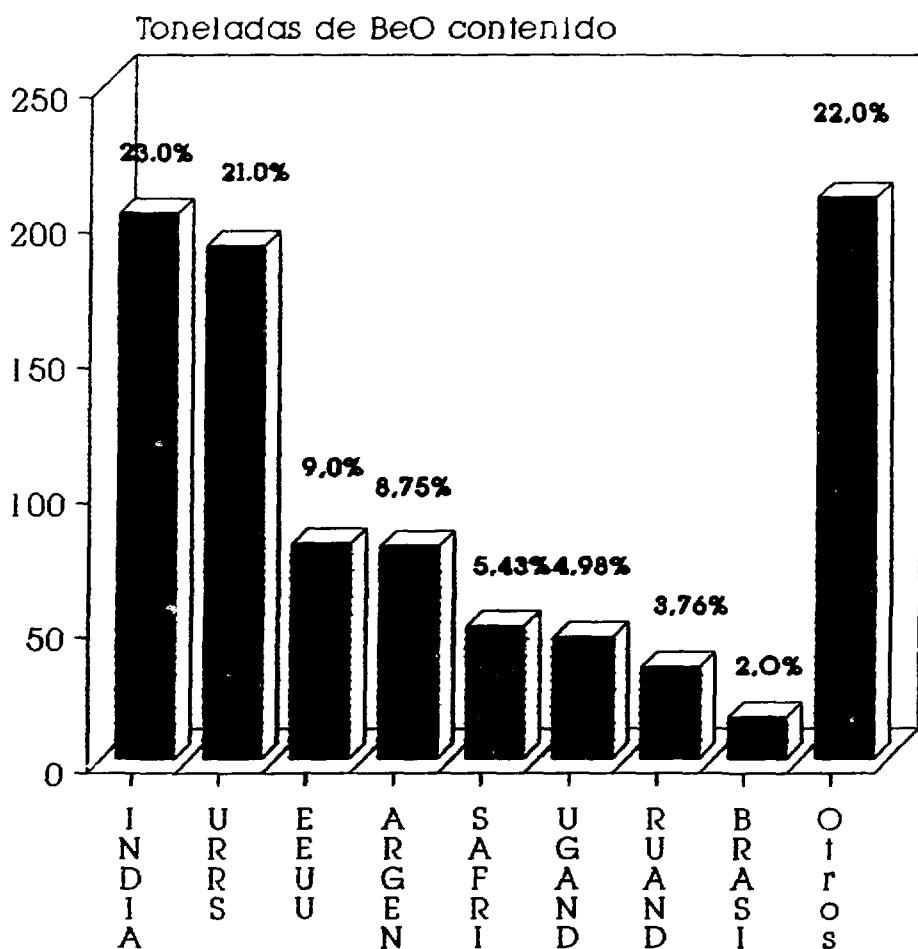
TABLA IX
RESERVAS MUNDIALES ESTIMADAS (1987)
(toneladas de BeO contenido)

PAIS	RESERVA (t)	RESERVA (%)
INDIA	202000	23,00
URSS	190000	21,00
EEUU ^a	80000	9,00
ARGENTINA	79000	8,75
SUDAFRICA	49000	5,43
UGANDA	45000	4,98
RUANDA	34000	3,76
BRASIL ^b	15260	2,00
Otros	208000	22,00
Total	902260	100

a: contenido en bertrandita

b: reservas oficiales

RESERVAS MUNDIALES ESTIMADAS (1987)



7.- CONCLUSIONES.

La República Argentina cuenta con numerosos yacimientos de berilo con un contenido promedio del 12 % de BeO. Los principales centros productores se encuentran en las sierras de Córdoba y en la de San Luis.

La Estadística Minera de 1989 cita la estimación más reciente de reservas nacionales, realizada por el Bureau of Mines de los Estados Unidos, en 79000 toneladas de BeO contenido lo que representa un 8,75 % del total mundial.

A partir de los comienzos de la década del 60 se nota un marcado descenso en la producción nacional. Este fenómeno se debe a que el consumo interno de berilo es prácticamente inexistente y que la demanda externa disminuyó considerablemente.

Conviene destacar que la producción mundial también decreció en el mismo período, pero la nacional lo ha hecho aún en mayor grado tal como puede verse en la Tabla VII.

En la actualidad el berilo se obtiene, en su mayor parte, como subproducto de la explotación de cuarzo feldespato o mica en pegmatitas.

De aumentarse la demanda de mineral, ya sea del mercado nacional o internacional, y siempre que los precios resultasen compensatorios, la producción podría incrementarse rápidamente.

8.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Encyclopedia of chemical technology.
Kirk - Othmer 1967
- 2.- The chemistry of beryllium.
Everest, D.A. 1964
- 3.- Beryllium.
Darwin, G.E.; Buddery, J.H. 1960
- 4.- The metal beryllium. (Editado por White, D.W.;
Burke, J.E.)
A. Historical notes on sources and uses of beryllium.
Griffith, R.F. 1955
- 5.- *Ibid.*
A. Occurrence of beryllium ores and their treatment.
Griffitts, W.R.; Norton, I.J. 1955
- 6.- El berilio en la República Argentina.
Angelelli, V.
Informe CNEA N° 60 1961
- 7.- Estadística minera de la República Argentina.
Ministerio de Economía, Secretaría de Minería 1989
- 8.- Yacimientos metalíferos en la República Argentina I
Angelelli, V. 1984
- 9.- Estadística minera de la República Argentina.
Ministerio de Economía, Secretaría de Minería 1982

10.- Beryllium: Its metallurgy and properties. (Editado por Hausner, H.H.).

2- Extraction of beryllium oxide.

Morana, S.J. 1965