

## ESTRONCIO

(Actualizado 09-10-2002)

### 1.- PANORAMA NACIONAL

#### 1.1.- PRODUCCIÓN MINERA. PERSPECTIVAS

Los minerales celestina ( $\text{SrSO}_4$ ) y estroncianita ( $\text{SrCO}_3$ ) constituyen las únicas menas aprovechables para la obtención del metal estroncio y sus compuestos derivados. La celestina es la principal fuente de estroncio, substancia de interés industrial por su aplicación en sectores de moderna tecnología: pantallas de TV, monitores de ordenadores o equipos de radar, imanes permanentes cerámicos de ferritas duras, pirotecnia civil y militar, cerámica, vidrio, pinturas, electrolisis del cinc, industria química y farmacopea. Los yacimientos económicos de la mena estroncianita ( $\text{SrCO}_3$ ) son manifiestamente escasos, a escala mundial.

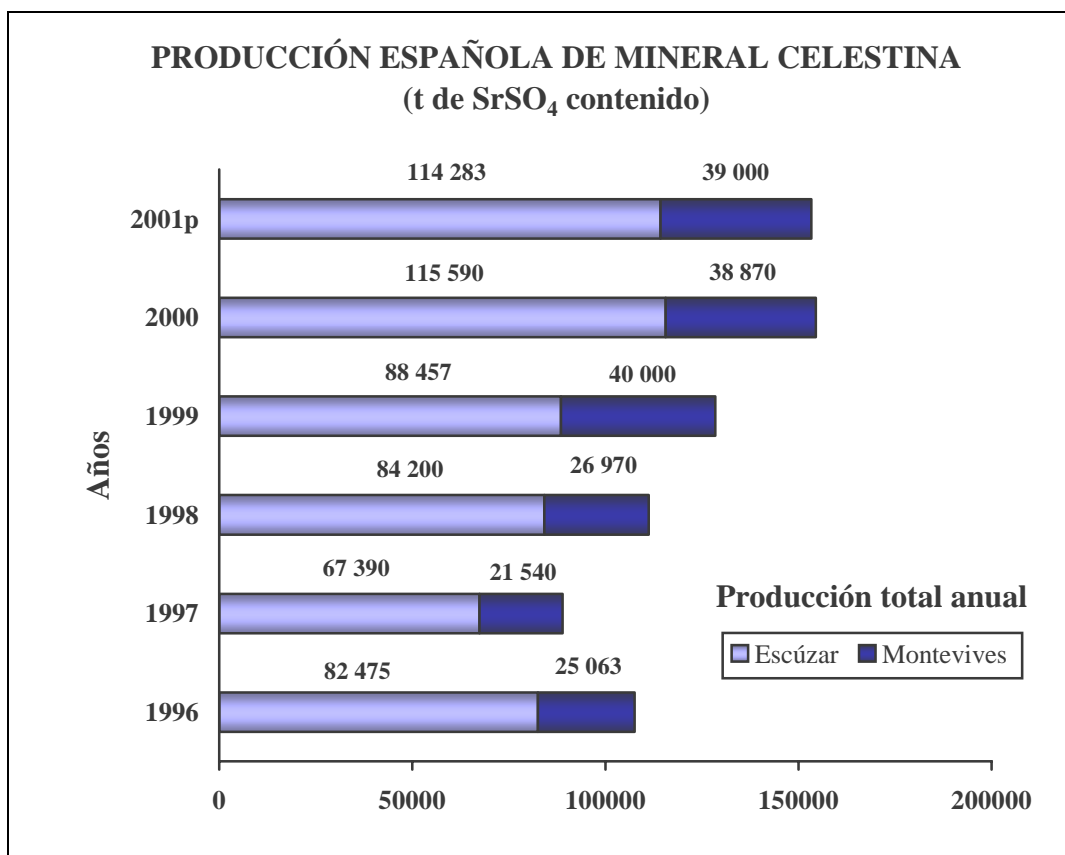
En España cuenta con dos explotaciones de celestina en producción; corresponden a los yacimientos denominados *Escúzar* y *Montevives*, ambos situados en la provincia de Granada. La producción minera global de ambas explotaciones sitúa a España en los primeros puestos mundiales de la producción de minerales de estroncio.

El cuadro y gráfico adjuntos resumen los datos anuales de la producción minera nacional de estroncio.

Empresa	1996	1997	1998	1999	2000	2001p
<b>Solvay Minerales SA</b>						
(Explotación de <i>Escúzar</i> )						
Concentrados (t)	87 833	72 000	90 077	94 500	123 490	122 100
<i>SrSO<sub>4</sub> contenido (t)</i>	<i>82 475</i>	<i>67 390</i>	<i>84 200</i>	<i>88 457</i>	<i>115 590</i>	<i>114 283</i>
<b>Canteras Industriales SL</b>						
(Explotación de <i>Montevives</i> )						
Concentrados (t)	26 950	23 162	29 000	43 010	41 795	41 930
<i>SrSO<sub>4</sub> contenido (t)</i>	<i>25 063</i>	<i>21 540</i>	<i>26 970</i>	<i>40 000</i>	<i>38 870</i>	<i>39 000</i>
<b>TOTAL</b>						
<b>Concentrados (t)</b>	<b>114 783</b>	<b>95 162</b>	<b>119 077</b>	<b>123 457</b>	<b>158 590</b>	<b>164 030</b>
<i><b>SrSO<sub>4</sub> contenido (t)</b></i>	<i><b>107 336</b></i>	<i><b>88 874</b></i>	<i><b>111 170</b></i>	<i><b>115 627</b></i>	<i><b>148 352</b></i>	<i><b>153 283</b></i>

p: Provisional.

Fuente: Estadística Minera de España e información facilitada por las empresas productoras.



*Solvay Minerales, SA*, es la empresa minera que beneficia celestina en Escúzar, localidad situada en el límite meridional de la Depresión de Granada. En 1996 la empresa, entonces denominada *Kali-Chemie Ibérica, SA*, adquirió y agrupó los derechos mineros "Santa Lucía", "Carbonero", "Carbonero 2º" y otros, donde queda comprendido el actual permiso de explotación. La mineralización de estroncio encaja en calizas estromatolíticas, de edad Mioceno superior (Tortonense-Messiniense), que forman una banda de aproximadamente una decena de kilómetros, en dirección E-O. El mineral extraído contiene leyes en torno al 54% de SrSO<sub>4</sub>, y las reservas estimadas para el yacimiento son de 4 Mt.

El laboreo minero se realiza a cielo abierto, en varios frentes. El mineral de estroncio explotable se encuentra mezclado con yeso masivo, lo que obliga a la extracción selectiva; como paso previo al transporte a planta, el mineral bruto es seleccionado y acopiado en montones a pie de cantera. A medida que se agotan los distintos frentes, a lo largo de la banda de calizas mineralizadas, se restaura el terreno minado quedando en condición idónea para reutilización como suelo agrícola.

La planta de tratamiento se encuentra a escasa distancia de las zonas de labores, realizándose en la misma un procesado con trituración del mineral bruto, preconcentración por medios densos, molienda y flotación diferencial; el concentrado de sulfato de estroncio resultante contiene una ley media del 94%. La producción se destina a la exportación, las mayores partidas a la fábrica filial *Solvay Barium Strontium*, en Alemania, y el resto a otros países consumidores, preferentemente en Asia.

*Canteras Industriales, SL*, filial de la firma *Bruno SA.*, explota celestina por laboreo a cielo abierto en el yacimiento "Montevives", dentro de la concesión *Aurora*. La mina ocupa una colina de 950 m de altitud, en la parte central de la Depresión de Granada (términos municipales de Alhendín y Gabia la Grande).

La roca encajante de la mineralización de celestina, al igual que en el yacimiento de Escúzar, es caliza estromatolítica datada como Tortoniense-Messiniense (Mioceno superior). El mineral de estroncio, con textura microcristalina, llega a reemplazar ampliamente al carbonato cálcico de la roca original por lo la ley en el todo-uno obtenido del depósito de *Montevives* es excepcionalmente elevada.

En el laboreo se emplean medios mecánicos de excavación y perforación, complementados con voladura. El mineral es acopiado a pie de frente, tras un troceado en bloques y estriado manual, para ser posteriormente transportado a instalaciones de machaqueo y clasificación granulométrica contiguas al área minera. El producto vendible obtenido es granulado de celestina, con tamaños por debajo de 10 cm y en dos calidades: 95% y 85% en SrSO<sub>4</sub> respectivamente. Las instalaciones de tratamiento tienen capacidad para el procesado de 100 t/hora de mineral bruto, teóricamente equivalente a unas 60 000 t/año. Los estudios de estimación de reservas existentes en el depósito, realizados hace unos años, establecían la cifra de 8 Mt, la mitad aproximadamente correspondiendo a mineral con contenido en SrSO<sub>4</sub> por encima del 80%. La producción minera se dirige a la exportación y, eventualmente, a la venta a otros productores de este tipo de mineral.

En sectores del SE y Levante español se localizan algunos otros pequeños yacimientos de celestina, objeto de laboreo hace algunos años pero en la actualidad sin aparente interés económico. Pueden situarse como más representativos son los de "*Puentetablas*", en Jaén, y "*El Saltador*", en Lorca, provincia de Murcia (Inventario Nacional de Recursos de Estroncio, ITGE 1989).

La industria de transformación del concentrado mineral de estroncio está representada en España por una planta de tratamiento, de construcción reciente, situada en el Polígono Industrial de Escombreras, Cartagena (Murcia). Pertenece a la firma *QSr Química del Estroncio S.A.*, del grupo Minas de Almadén (*MAYASA*). El método de procesado supone una innovación en este campo; se basa en un doble ataque del concentrado mineral, en primer lugar con ácido clorhídrico y posteriormente con ácido nítrico; tras esta fase sigue una doble carbonatación mediante anhídrido carbónico y amoníaco. La capacidad de producción anual de la planta es de 35 000 t de carbonato (SrCO<sub>3</sub>), y de 3 000 t de nitrato de estroncio (SrNO<sub>3</sub>), que como compuestos comerciales de alta pureza, en polvo o granulado, adquieren un elevado valor añadido. Adicionalmente, se contempla la obtención, con carácter de coproductos, de sulfato y nitrato amónicos aprovechables para fabricación de abonos complejos por empresas de este sector. (Fotografía adjunta: <http://www.qsrestroncio.com>).



Las pruebas piloto del método de tratamiento tuvieron lugar en 1997. En 2000 se inició la etapa de producción en la planta; en el presente se efectúa la adecuación de la producción comercial a las nuevas demandas específicas del mercado. Según fuentes de *QSr Química del Estroncio S.A.*, el 90% de la producción anual de elaborados prevista se destinará a la exportación y el resto al consumo interior, habiéndose señalado como posibles clientes nacionales, respecto a elaborados de estroncio a *Asturiana de Zinc S.A.* y respecto a compuestos con aplicación en fertilizantes, a *Fertiberia*.

## 1.2.- RESERVAS Y RECURSOS NACIONALES

La información referente sólo a los dos yacimientos citados, en explotación de la Depresión de Granada, permite evaluar las reservas nacionales de mineral de estroncio en 12 Mt.

### 1.3.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

Como ya se ha comentado en anteriores ediciones, el comercio exterior de materias primas minerales de estroncio es difícil de analizar, pues a excepción de los óxidos e hidróxidos y de los carbonatos, los concentrados y las demás sales comerciales, como cloruros, nitratos, fosfatos, etc, carecen de posición arancelaria específica, habiendo sido englobados en el apartado de "los demás". Por su parte, el metal bruto figura recogido junto con el bario. En el caso de los concentrados, y a falta de información aduanera, los datos de exportación se han tomado del destino sectorial de la producción publicado por la Estadística Minera de España; en el caso del estroncio metal, es posible su separación del bario en función de los respectivos precios, más elevados en el primero.

En 2000 el comercio exterior de minerales de estroncio se ha caracterizado por aumentos en el valor de los productos importados, con crecimiento en las compras de metal sin refinar y descensos en las de óxidos. También mantienen esa línea las exportaciones, donde por primera vez aparecen cantidades significativas de carbonatos y óxidos, estos últimos en menor medida.

Las importaciones de óxido de estroncio tuvieron su origen en la Unión Europea, (Reino Unido 50% y Francia 47); las de carbonato de estroncio en Alemania (86%) y China (13,5%), y las de estroncio metal en China (88,6%) y Francia (11,4%). Las exportaciones de partidas de óxido de estroncio se dirigieron a Túnez y las de carbonatos de estroncio a Alemania.

### 1.4.- ABASTECIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL

La demanda aparente de materias primas minerales de estroncio en España es difícil de establecer. Al respecto pueden dar alguna orientación los siguientes datos comprobados sobre consumo interior en años recientes: *Asturiana de Zinc, SA*, alrededor de 110-120 t/a de carbonato de estroncio destinado a procesos de refinado electrolítico del cinc; *Asturiana de Aleaciones, SA*, de 15-20 t/a de estroncio metal consumido en producción de aleaciones y fundición de aluminio. No se dispone de balances anuales en otros campos del consumo, como el de la pirotecnia civil y militar.

## 2.- PANORAMA MUNDIAL

Los concentrados de estroncio son la base para la fabricación del carbonato, que es el producto comercial más ampliamente usado, bien directamente o como paso intermedio para la elaboración del nitrato, óxidos e hidróxidos, del metal puro y de otros compuestos. Entre los usos directos del carbonato destacan: la elaboración de vidrio para tubos y pantallas de TV en color, como protector contra los rayos X. La fabricación de imanes cerámicos de ferrita (hexaferritas de estroncio), obtenidos mediante calcinación de una mezcla de óxido de hierro con un 10-15% de  $\text{SrCO}_3$ . En pirotecnia, junto con el nitrato de estroncio, por su propiedad de producir brillante luz roja (cohetes, bengalas de señales, proyectiles trazadores) cumpliendo ventajosamente con las diversas especificaciones que plantea este uso. En la metalurgia del zinc como vehículo de eliminación del plomo durante procesos de refinado. Otras aplicaciones de los compuestos de estroncio comprenden: pastas de dientes, pinturas anticorrosión, luces fluorescente, pinturas luminiscentes o fosforescentes, bases de semiconductores, piezoelectricidad. Actualmente puede decirse que, aunque el consumo de carbonato de estroncio en determinados manufacturados pueda verse frenado por la oferta de productos sustitutivos, éstos suelen ser de coste equivalente o superior, o bien no cumplen con iguales especificaciones.

El modelo de consumo en Estados Unidos en 1998 fue: pantallas y tubos de TV en color, 76%; imanes cerámicos de ferrita, 10%; pirotecnia y señales, 5%; otros, metal incluido, 9%. El consumo aparente de estroncio en EEUU supuso 36,4 kt de Sr contenido, un 4% menos que en 1997. El modelo de consumo



**CUADRO Sr-I.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DE ESTRONCIO (t)**

	IMPORTACIONES						EXPORTACIONES					
	1996		1998		2000		1996		1998		2000	
	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>
<b>I.- Minerales</b>												
- Celestina *	-	-	-	-	-	-	96 924	859,000	140 759	1 260,000	146 405	1 604,65e
<b>II.- Óxidos y sales</b>												
- Óxidos, hidr. y peróx.	4,8	9,976	174	32,969	12,1	21,485	-	-	-	-	6	0,401
- Carbonatos	227,1	33,124	1 111	148,875	1 068,2	144,578	0,7	0,251	1	0,625	214	21,409
<b>Total</b>		43,100		181,844		166,013		0,251		0,625		21,810
<b>IV.- Metal bruto</b>												
- Estroncio en bruto	15,3	24,149	13	16,242	49,68	47,116	-	-	< 0,1	0,005	0,1	0,005
<b>TOTAL MPTA</b>		<b>67,249</b>		<b>198,086</b>		<b>213,129</b>		<b>859,251</b>		<b>1 260,630</b>		<b>1 626,465</b>
<b>TOTAL MEUROS</b>		<b>0,40</b>		<b>1,19</b>		<b>1,28</b>		<b>5,16</b>		<b>7,58</b>		<b>9,78</b>

Fuente: Estadística del Comercio Exterior de España, Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales

\* Datos de exportación según la Estadística Minera de España

**CUADRO Sr-II.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DE ESTRONCIO (t Sr contenido)**

PRODUCTOS	IMPORTACIONES				EXPORTACIONES			
	1994	1996	1998	2000	1994	1996	1998	2000
<b>I.- Minerales</b>								
- Celestita	-	-	-	-	38 482,4	43 229,6	62 638	65 224
<b>II.- Óxidos y sales</b>								
- Óxid., hidr. y peróx.	22,5	3,7	130,5	9,2	-	-	-	4,5
- Carbonatos	289,5	131,0	644,5	618,0	0,6	0,4	1	124,1
<b>Total</b>	312	134,7	775	627,2	0,6	0,4	1	128,6
<b>IV.- Metal bruto</b>								
- Estroncio en bruto	2	15,3	13	49,68	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>317</b>	<b>150</b>	<b>788</b>	<b>676,88</b>	<b>38 483</b>	<b>43 230</b>	<b>62 639</b>	<b>65 352,6</b>

en Europa occidental es muy diferente, estimando *Industrial Minerals* que en TV sólo supone alrededor del 21%, el 53% para ferritas y el 26% en otros usos.

## 2.1.- PRODUCCIÓN MINERA

Los datos anuales de producción de mineral de estroncio, en el caso de algunos países productores, adolecen de cierta imprecisión que se traduce en cifras anuales de producción prácticamente constantes (caso de Argelia, China, Turquía). No obstante, a la vista de las estadísticas mundiales de producción de mineral de estroncio, ésta en la última década se ha venido situando entre 300-380 kt, con alternancia entre España y México por el primer puesto como países productores. España es por otra parte, desde 1994, el único productor de mineral de estroncio en la Unión Europea.

**PRODUCCIÓN MINERA MUNDIAL DE ESTRONCIO ( t de mineral)**

	1996	1997	1998	1999	2000e
España	114 829	95 162	119 077	123 077	158 590
Argelia	5 400	5 400	5 400	s/d	s/d
Argentina	3 775	3 049	2 416	2 141	2 200
China	79 700	35 000	35 000	s/d	s/d
Irán	7 835	5 900	-	1 650	2 000
México	141 142	134 707	118 230	149 804	157 420
Pakistán	1 221	5 900	598	634	600
Turquía	30 000	30 000	30 000	25 000	25 000
<b>TOTAL (redondeado)</b>	<b>383 902</b>	<b>315 118</b>	<b>310 721</b>	<b>302 306</b>	<b>345 810</b>

Fuentes: World Mineral Statistics 1992-96, (Polonia, Alemania, Tajikistan y algún otro país se citan eventualmente como pequeños productores de mineral de estroncio); BGS; Min. Comm. Summ. 1999, USGS y Estadística Minera de España  
e = estimado; s/d: sin datos

En México la firma *Cía. Minera La Valenciana, SA (CMV)* es el principal explotador y al mismo tiempo fabricante nacional de carbonato de estroncio (50 kt/a). La minería (por laboreo subterráneo) de esta substancia se desarrolla en la explotación San Agustín, Estado de Coahuila; dispone de instalaciones de flotación en Marte (donde se obtiene concentrado con el 94% de SrSO<sub>4</sub>) y una fábrica para producción del carbonato de estroncio en Torreón. Otros de los productores del país son: *Sales y Óxidos SA de CV*, filial de *SOLVAY*, que a partir de la mina subterránea de San Pedro, en Coahuila, cuenta con una producción minera de 17 kt/a, así como de una planta en Villa de García (Monterrey), con capacidad para 15 kt/a de carbonato de estroncio); *Minera La Roja SA* (titular de la explotación Mina La Ilusión, Coahuila), con lavadero de flotación de 36 kt/a en Madero, que exporta casi toda su producción a Estados Unidos; finalmente, *Chemical Products Corp.* con una planta en Reynosa, Estado de Tamaulipas, para producir carbonato, de 22 kt/a de capacidad, abastecida con compras de mineral a terceras empresas.

Otros productores destacados son China, Turquía e Irán, y a menor escala Argelia y Argentina. En Turquía la mayor parte de la producción es obtenida por *Barit Maden Turk AS*, que explota el yacimiento de alta ley de Sivas, al Este de Ankara; sus exportaciones se dirigen fundamentalmente a Corea del Sur. En Irán la producción de concentrado de celestina depende de la empresa minera *Iran Strontium Co.*, con una planta de 30 kt/a en Molkabad. Argelia produce a su vez entre 5 y 6 kt/a, a través de la *Enterprise Nationale des Produits Miniers Non-Ferroux et des Substances Utiles (ENOF)*, con una mina de celestina en Beni Mansour. Marruecos puede llegar a incorporarse al mercado de estos concentrados

minerales a través de *MOBAR SA*, asociación al 50% de *Kali-Chemie* y *Chemical Products Corp.*, con concesiones mineras para celestina en Ksar el Kebir.

## 2.2.- CONSUMO DE MINERALES

Por término medio un 1% de la producción de sulfato de estroncio mineral se consume directamente como carga; la producción de celestina restante se destina a fabricación de carbonato de estroncio, producto manufacturado que sirve de materia prima en la obtención de otros productos, como óxidos, nitratos, cloruros, fosfatos o cromatos. La producción mundial de carbonato es del orden de 220 kt/a, contándose con una capacidad instalada de 355 kt/a, distribuida entre México (87 kt/a), Alemania (70 kt/a), Japón (36 kt/a), EEUU (22 kt/a), Corea del Sur (22 kt/a), China, Canadá, Polonia y la antigua URSS. Como puede verse, sólo dos de estos países transformadores son productores de mineral.

La principal empresa productora de carbonato es el grupo belga *SOLVAY*, con 70 kt/a en Bad Hönningen (Alemania), más el 86% de *Sales y Óxidos SA* (México, 15 kt/a) y el 60% de *Daehan Specialty Chemicals* (Onsan, Corea del Sur, 22 kt/a). *Cía. Minera La Valenciana* dispone de 50 kt/a en Torreón (México); *Chemical Products Corp.*, de 22 kt/a en Cartersville (Georgia, EEUU) y otros 22 kt/a en Reynosa (México); *Honjo Chemical Corp.*, con 11 kt/a en Osaka y otras 11 kt/a en Okayama, y *Sakai Chemical Ind.*, con 14 kt/a en Osaka, estas tres últimas plantas en Japón.

## 2.3.- PERSPECTIVAS

En los últimos años el incremento en el consumo de productos comerciales con estroncio muestra una tónica de crecimiento, explicable en parte debido al peor resultado de productos elaborados sustitutivos cuya implantación implica, en cualquier caso, mayores costes o menor cobertura de especificaciones; así, en su aplicación al vidrio para pantallas de TV en color de alta definición, la sustitución del estroncio por bario implica rediseñar los circuitos electrónicos para reducir voltajes de trabajo, lo que puede llevar a potenciar la emisión hacia el exterior de la pantalla de radiación X secundaria; igualmente en las aplicaciones pirotécnicas el estroncio proporciona mayores calidades de brillo y luminosidad que otros posibles compuestos alternativos.

En los últimos años la demanda de carbonato de estroncio para el vidrio de pantallas de TV y manufacturados afines ha mantenido incrementos notables, en particular en lo referente a fabricación de pantallas de gran tamaño, situación que es de esperar se mantenga hasta final de la década, cuando la tecnología de cristal líquido llegue a suponer una alternativa comparable desde el punto de vista de los costes. Igualmente, se ha mantenido la presión de la demanda de compuestos de estroncio en sectores de producción de imanes permanentes cerámicos de ferrita, o la industria química.

## 2.4.- LOS PRECIOS

Los precios del mineral de estroncio y de sus concentrados no cotizan en *Industrial Minerals (IM)*. Como única referencia disponible, se adjuntan los valores medios de las importaciones fob efectuadas por Estados Unidos, procedentes en su totalidad de México, según el *USGS*. De acuerdo con esta información, el precio medio bajó en 2000 un 15,1% permaneciendo estable en 2001.

	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Celestina</b>					
- Valor medio importaciones USA, fob, \$ / t	72	60	73	62	62

Fuente: Mineral Commodity Summaries 2002, USGS



A principios de 1999, y según *IM* (Mineral Spotlight, Celestite, mayo 1999), los precios de los concentrados en los principales países exportadores eran los siguientes: México, fob frontera con EEUU, 55-65 \$/t; España, fob Motril, 50-60 \$/t; Turquía, fob Iskenderun, 65-80 \$/t; Irán, cif ARA, 60-70 \$/t.