

ESTRONCIO

2006

1.- PANORAMA NACIONAL

1.1.- CARACTERIZACIÓN

Las especies minerales menas de estroncio son la celestina, mineral formado principalmente por sulfato de estroncio, SrSO_4 , y la estroncianita, mineral formado principalmente por carbonato de estroncio, SrCO_3 . Ambos minerales pueden tener asociados contenidos variables de bario. La celestina se presenta en acumulaciones económicas con mucha mayor frecuencia que la estroncianita; los yacimientos explotables de celestina son generalmente de origen sedimentario. A escala global los mayores yacimientos de celestina en explotación se encuentran, por orden de importancia de producción minera, en España, China, México, Turquía, Argentina, Irán y Marruecos.

La mayor demanda industrial de compuestos derivados de estroncio surge de sectores de producción de pantallas de TV y monitores en color (tubos de vacío), en los que el estroncio solo o mezclado con bario reduce la emisión catódica externa. Se aplican igualmente en la fabricación de productos de pirotecnia civil y militar (bengalas de aviso, proyectiles trazadores), de imanes cerámicos permanentes (ferritas de estroncio) y de materiales convencionales del sector de cerámica y vidrio. Otros sectores que utilizan estos compuestos son los del refinado electrolítico del cinc (carbonato de estroncio), pinturas para industria naval, revestimientos de superficies de aluminio en los sectores de aeronáutica y aeroespacial (cromato de estroncio), como componente metalúrgico para aleaciones, moldes, materiales de soldadura, piezas de motores y maquinaria diversa (estroncio metálico). Las cantidades de metal estroncio empleadas son limitadas, al igual que las de otros de sus compuestos manufacturados por la industria química de base: fosfato de estroncio (lámparas fluorescentes), titanato de estroncio (semiconductores, piezoelectricidad, óptica), cloruro de estroncio (pasta dentífrica). En el siglo pasado el mineral celestina era ocasionalmente confundido con la barita, por sus parecidas características físicas, lo que propiciaba aplicaciones coincidentes: cargas para papel, lodos de sondeo; estos usos ya no están vigentes para la celestina.

1.2.- PRODUCCIÓN MINERA. PERSPECTIVAS

España ocupa en la actualidad el primer lugar mundial como productor de mineral de estroncio (celestina). La producción nacional se obtiene en dos yacimientos, denominados *Montevives* y *Escúzar*, ambos situados en la provincia de Granada, a unos diez kilómetros de distancia uno del otro. Geológicamente son depósitos minerales de origen sedimentario, de edad Mioceno superior (Tortonense-Messiniense) y cuya génesis se ha producido a favor de la implantación de ambiente evaporítico en una cuenca sedimentaria, inicialmente marina y posteriormente continental (actual Depresión de Granada).

El yacimiento de *Montevives*, propiedad de *Canteras Industriales S.L.*, lleva ya 50 años en explotación. El depósito mineral se explota a cielo abierto, destacando en la zona central de la Depresión de Granada como un montículo de 950 m de altitud. El correspondiente permiso minero se localiza en los términos municipales de Gabia la Grande y Alhendín (provincia de Granada). La mineralización de celestina ha reemplazado parte de la roca caliza que constituye su encajante (bancos y capas de calizas estromatolíticas de edad miocena). En el mineral bruto las leyes oscilan en torno al 80% en SrSO_4 ; tras el proceso de concentración, realizado a pie de cantera, se obtiene concentrado de mineral vendible, cuyas leyes son del 90-95% en SrSO_4 .

El laboreo minero, mediante uso de explosivos, supone la remoción anual de unas 500 000 t de materiales. Grandes bloques de roca mineralizada se fragmentan mecánicamente al pie de los frentes de explotación y, posteriormente, se efectúa un estriado manual. La roca mineralizada seleccionada es transportada a una sección de machaqueo y clasificación, donde se obtienen granulometrías de: concentrado, semiconcentrado y polvo (con riquezas respectivas del 94-95%, 89-90% y 91-92% en SrSO₄). La celestina se exporta a China y también se distribuye en el mercado interior, principalmente para consumo en una planta propiedad de *Química de Estroncio S.A.* ubicada en Valle de Escombreras, Cartagena (Murcia), puesta en marcha en 2000 y dedicada a la manufactura, entre otros productos, de carbonato y nitrato de estroncio. La planta tiene una capacidad nominal para 35 000 t/año de carbonato y de 6.000 t/año de nitrato de estroncio.

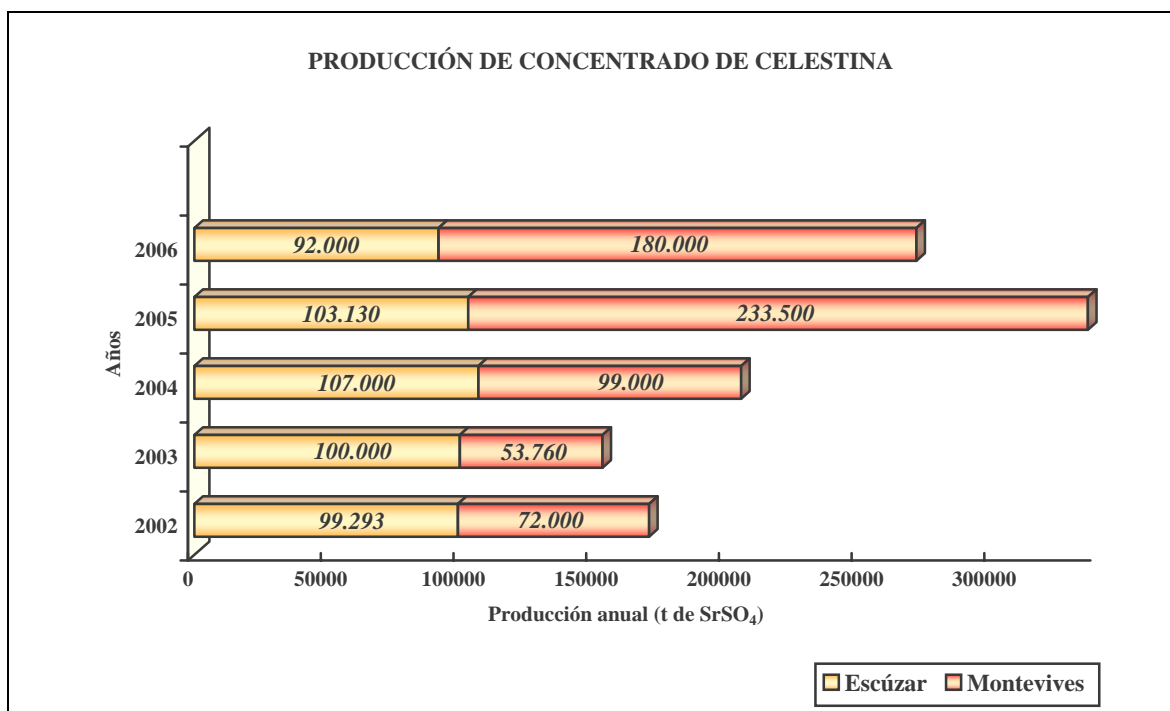
El otro yacimiento en producción es el denominado **Escúzar**, de la firma *Solvay Minerales S.A.*, que se sitúa al E de la localidad de Escúzar, a algunos kilómetros al sur del de Montevives. El depósito mineral, investigado a finales de los años setenta, comenzó a ser explotado en 1990. Comprende una banda irregular E-O de alrededor de 10 km de longitud, donde afloran calizas con celestina y yesos alabastrinos karstificados, conjunto que encaja en una serie margo-limosa.

La explotación tiene lugar a cielo abierto; el todo-uno contiene leyes en SrSO₄ de alrededor del 54%. En una planta de tratamiento anexa al yacimiento, con capacidad de producción de 85 000 t/año, se efectúa el proceso de trituración, preconcentración y flotación diferencial. El producto obtenido, con riqueza del 94% en SrSO₄, se exporta a Alemania, a industrias del propio grupo *Solvay*, y también a países del área asiática.

PRODUCCIÓN MINERA	2002	2003	2004	2005	2006
Solvay Minerales SA (Explotación de Escúzar)					
Concentrado mineral (t)	99 293	100 000	107 000	103 130	92 000
Canteras Industriales SL (Explotación de Montevives)					
Concentrado mineral (t)	72 000	53 760	99 000	233 500	180 000
TOTAL					
Concentrado mineral (t)	171 293	152 383	206 000	336 630	272 000
SrSO₄ contenido (t)	160 158	142 588	192 942	315 917	251 700

Fuentes: Estadística Minera de España (M^o de Industria, Turismo y Comercio). Año 2006: Información de las empresas.

Algunas otras localizaciones de mineralizaciones reconocidas de celestina (*Inventario Nacional de Recursos de Estroncio*, ITGE 1989) no son económicamente explotables. La industria de primera transformación del concentrado de mineral de estroncio únicamente está representada, a escala nacional, por la ya mencionada *Química del Estroncio S.A.* (Cartagena, Murcia) cuya producción de derivados de estroncio de alta pureza se viene distribuyendo entre Japón, Sudeste Asiático, Sudáfrica, India, EEUU y Reino Unido.



1.3.- RESERVAS Y RECURSOS NACIONALES

Las reservas nacionales de celestina se han cifrado en unos 12 Mt de mineral, si bien esta cifra, no revisada recientemente, corresponde sólo a las áreas en explotación descritas de la Depresión de Granada.

1.4.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

El análisis detallado de los datos del Comercio Exterior referentes a estroncio se ve dificultado por su agrupación en partidas arancelarias junto a otros productos.

En 2005, respecto al ejercicio anterior, la importación de óxidos, carbonatos y metal estroncio en bruto descendió considerablemente (un 14,7% en estroncio contenido y 23,4% en valor respecto al año anterior, acaparando el 91,4% de éste las compras de carbonatos, con un 6,3% de óxidos y 2,3% de metal bruto (cuadros Sr-I y II). Los carbonatos procedieron casi íntegramente de México (92,3%), más un 4% de China, 3,5% de Alemania y 0,2% de Suiza y Francia.

Las exportaciones crecieron un 65,8% en contenido y 10,1% en valor, correspondiendo el 81,8% de éste a los concentrados y un 18,2% para el carbonato. Los concentrados se destinaron íntegramente a Alemania (101 952 t) y China (215 000 t), mientras que el carbonato se envió a Francia (23,2%), Corea del Sur (19,1%), Polonia (14,2%), Alemania (11,2%), Sudáfrica (10,8%), EEUU (6,6%), Reino Unido (4%) y otros 11 países (10,9%).

CUADRO Sr-I

COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DE ESTRONCIO (t y 10³ €)

	IMPORTACIONES
--	----------------------

	2003		2004		2005	
	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>
I.- Minerales						
- Celestina *	-	-	-	-	-	-
II.- Óxidos y sales						
- Óxidos, hidróxidos y peróxidos	5,7	61,960	2	24	0,7	17,2
- Carbonatos	245,5	<u>117,196</u>	806	<u>316</u>	691,3	<u>247,7</u>
Total		179,156		340		264,9
IV.- Metal bruto						
- Estroncio en bruto	0,002	1,852	1	14	< 0,1	6,1
TOTAL		181,008		354		271,0

	EXPORTACIONES					
	2003		2004		2005	
	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>
I.- Minerales						
- Celestina *	130 899	5 830,314	196 659	10 085	316 952	10 961
II.- Óxidos y sales						
- Óxidos, hidróxidos y peróxidos	0,04	0,414	< 1	4	< 0,1	0,2
- Carbonatos	732,4	<u>374,745</u>	4 193	<u>2 083</u>	6 283,8	<u>2 439,5</u>
Total		375,159		2 087		2 439,7
IV.- Metal bruto						
- Estroncio en bruto	-	-	-	-	-	-
TOTAL		6 205,47		12 172		13 401

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				
	2001	2002	2003	2004	2005
I.- Minerales					
- Celestina	-	-	-	-	-
II.- Óxidos y sales					
- Óxidos, hidróxidos y peróxidos	8,3	415,7	4,3	1,5	0,5
- Carbonatos	<u>392,7</u>	<u>184,3</u>	<u>142,4</u>	<u>467,5</u>	<u>400,5</u>
Total	401	600	146,7	469,0	401,0
IV.- Metal bruto					
- Estroncio en bruto	18	-	< 0,01	1	< 0,1
TOTAL	419	600	146,7	470	401,0

PRODUCTOS	EXPORTACIONES				
	2001	2002	2003	2004	2005
I.- Minerales					

- Celestina	59 622	83 849	58 381	87 710	145 978
II.- Óxidos y sales					
- Óxidos, hidróxidos y peróxidos	0,7	16	< 0,1	0,2	–
- Carbonatos	<u>2 086,3</u>	<u>147</u>	<u>424,8</u>	<u>2 431,8</u>	<u>3 645</u>
Total	2 087	163	424,8	2 432	3 645
IV.- Metal bruto					
- Estroncio en bruto	–	–	–	–	–
TOTAL	61 709	84 012	58 805,8	90 142	149 443

CUADRO Sr-III.- BALANCE DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

SUSTANCIA : ESTRONCIO (t Sr contenido)

Año	PRODUCCION (t)	COMERCIO EXTERIOR (t)		CONSUMO APARENTE (t) (C = P _I +I–E)
	Minera (P _I) *	Importación (I)	Exportación (E)	
1998	53 005	788	62 639	- 8 846
1999	55 154	552	56 012	- 306
2000	70 764	680	65 454	5 990
2001	61 912	419	61 709	622
2002	76 434	600	84 012	- 6 978
2003	171 293	147	58 806	112 634
2004	152 383	470	90 142	62 711
2005	206 000	401	149 443	56 958

Fuentes: Elaboración propia * Estadística Minera de España

Año	VALOR DEL SALDO** (10³ €)	Autosuficiencia primaria P_I/C	Dependencia técnica (I–E)/C	Dependencia económica I/(C+E)
1998	+ 4 058,298	> 100 %	–	1,5 %
1999	+ 3 603,512	> 100 %	–	1,0 %
2000	+ 5 359,177	> 100 %	–	1,0 %
2001	+ 6 790,000	> 100 %	–	0,7 %
2002	+ 7 520,821	> 100 %	–	0,8 %
2003	+ 6 024,465	> 100 %	–	–
2004	+ 11 818,000	> 100 %	–	0,3 %
2005	+ 13 130,000	> 100 %	–	–

** Hasta 2000, conversión en euros del saldo en PTA corrientes al cambio fijo de 166,386 PTA/€

España no registra en su balanza exterior exportaciones de mineral de estroncio con destino a EEUU, que tiene fuentes de suministro de materia prima mineral más próximas, fundamentalmente en México. Respecto a otros productos elaborados, los tonelajes exportados a dicho país por España son muy reducidos.

EXPORTACIÓN ESPAÑOLA DE PRODUCTOS DE ESTRONCIO A EEUU (*)				
Productos	2005		2006	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
- Mineral (Celestina)	-	-	-	-
- Carbonato de estroncio	602	535.000	20,4	14.200
- Nitrato de estroncio	-	-	414	327.000
<i>TOTAL</i>	<i>602</i>	<i>535.000</i>	<i>434,4</i>	<i>341.200</i>

Fuente: USGS, Mineral and Materials Information (Julio 2007). (*) Peso bruto (t) / Valor franco bordo (\$ US)

1.5.- ABASTECIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL

Como se ha indicado en el apartado anterior, los datos del comercio exterior referentes a las partidas del estroncio metal y sus distintos compuestos naturales o elaborados, según quedan recogidos en el Arancel de Aduanas, no permiten establecer la demanda aparente de los concentrados minerales de estroncio en España, ni establecer balances al respecto.

2.- PANORAMA MUNDIAL

Los concentrados de mineral de estroncio, fundamentalmente celestina, son materia prima para todos los derivados de uso industrial; los grados de pureza de los productos químicos de estroncio de uso comercial son: el "estándar", destinado a las aplicaciones más generales y el de "alta pureza", empleado en modernas tecnologías, entre otras en fabricación del vidrio de pantallas de TV en color, radares, monitores de ordenador (vidrio que llega a contener hasta un 8% de óxido de estroncio), imanes cerámicos de ferrita, aleaciones e investigación. Entre los compuestos de estroncio de uso más común figura el carbonato, a su vez fuente para elaboración del óxido, otro compuesto de empleo generalizado, y el nitrato.

2.1.- PRODUCCIÓN MINERA

El actual escenario de la producción minera mundial de estroncio resulta algo desdibujado por falta de datos estadísticos de diversos países con producciones menores. Publicaciones internacionales de referencia, como el *USGS* (EEUU) y *BGS* (Reino Unido) aportan información sobre la minería del estroncio en los principales países productores. La única diferencia notable entre ambas fuentes se da en el caso de China, para la cual el *USGS* estima la producción en menos de 200 kt/año, mientras que el *BGS* la eleva a las 700 kt en 2005. La tabla adjunta reúne la información disponible.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MINERAL DE ESTRONCIO (t de concentrado)

	2002	2003	2004	2005	2006 ^e
España	171 293	152 383	206 001	190 000	270 000 ⁽¹⁾
China	-	-	500 000	700 000	180 000
México	94 015	130 329	87 610	110 833	125 000
Turquía	70 000	70 000	60 000	60 000	60 000
Irán	-	-	7 500	7 500	7 500
Argentina (*)	2 595	4 300	6 727	7 233	7 500

Marruecos	3 780	2 700	2 700	2 700	2 700
Pakistan	416	27	570	1 855	1 900
TOTAL	342 099	359 739	871 108	1 080 121	584.600

Fuentes: *World Mineral Statistics 2001-2005*, BGS, ed. 2007.
e: Estimado: *USGS Minerals and Materials Information*, July 2007.
(1) Valor facilitado por las empresas productoras.

Los principales centros de producción de compuestos y derivados de estroncio se distribuyen entre los siguientes países: México, China, Estados Unidos, Alemania, Japón y República de Corea. Los dos primeros citados, México y China, disponen de abastecimientos de materia prima mineral procedente de yacimientos propios, mientras que en los restantes países el suministro procede de mineral importado.

Entre los grupos productores de Estados Unidos destaca *Chemical Products Corp.*, que asimismo cuenta en México con filiales mineras (*Minas de Celestita, SA de CV* y *Celestita de México SA, de CV*) y con una planta de producción de carbonato de estroncio, de 50 000 t/año de capacidad, en Reynosa (Estado de Tamaulipas).

En México el mayor foco de producción minera de celestina es el Estado de Coahuila, seguido por el de Zacatecas. El concentrado de celestina se exporta en gran parte a EEUU, y el resto a países asiáticos. Operan las siguientes empresas de explotadoras de estroncio y/o producción de derivados:

- *Cía. Minera La Valenciana S.A. (CMV)*, con una mina subterránea en San Agustín (Coahuila), un lavadero de concentración de mineral en Marte y una fábrica de carbonato de estroncio en Torreón (capacidad nominal 45 000 t/año).
- *Solvay Química y Minera S.A. de CV* (subsidiaria del grupo *SOLVAY* que adquirió en 2000 la firma *Sales y Óxidos S.A. de CV*; tiene una mina subterránea de celestina en San Pedro (Coahuila), con producción aproximada de 17 000 t/año y una planta carbonato de estroncio en Villa de García (Monterrey) de 28 000 t/año de capacidad.
- *Minera La Roja SA* obtiene celestina en la mina La Ilusión (Coahuila), disponiendo de una planta de tratamiento por flotación en Madero (36 000 t/año de capacidad), cuya producción se exporta casi totalmente a EEUU.

Alemania no dispone de producción propia de minerales de estroncio, abasteciéndose su importante industria de producción de carbonato y otros compuestos de estroncio, mediante importaciones de materias primas minerales.

En Canadá se explotaron entre 1970 y 1976 yacimientos de celestina en Non, (Cape Breton County, Nova Scotia), cesando la producción por la baja ley obtenida. Otros yacimientos se encuentran en Loch Lommond y Beckwith (Cumberland County). Actualmente no consta producción minera.

China cuenta con considerable capacidad industrial para producción de carbonato de estroncio, así como de un notable número de yacimientos de celestina, aunque en gran parte con bajas leyes. Las importaciones de concentrados de este mineral son considerables.

Turquía obtiene la mayor parte de su producción de concentrado mineral de estroncio a través de la empresa *Barit Maden Turk AS*, que explota el yacimiento de Sivas, al Este de Ankara; exporta la mayor parte de su producción a Corea del Sur y R. P. China, aunque están en fase de montaje infraestructuras para el tratamiento de minerales de estroncio dentro del país.

En Irán, explota celestina la empresa *Iran Strontium Co.* con una planta de 30 000 t/año de capacidad en Molkabad.

En Argelia, la firma *Enterprise Nationale des Produits Miniers Non-Ferroux et des Substances Utiles (ENOF)* era titular del yacimiento de celestina de Beni Mansour, en producción discontinua.

Marruecos beneficia celestina en Jbel Kifane (Taounate), a cargo de la empresa *Société Karia Mines*. Otros depósitos, beneficiados por *MOBAR S.A.* (consorcio de *Kali-Chemie* con *Chemical Products Corp.*), se localizan en *Ksar el Kebir*.

2.2.- CONSUMO DE MINERALES

La casi totalidad de la producción mundial de celestina, salvo aproximadamente un 1% que se emplea en usos directos como carga, se destina a fabricación de carbonato de estroncio, bien como producto comercial final o bien como producto intermedio en la cadena de obtención de otros compuestos químicos con estroncio (óxidos, nitratos, cloruros, fosfatos, cromatos o el propio metal de alta pureza). La producción mundial de carbonato de estroncio oscila entre 280-300 kt/año.

Como referencia al reparto global de consumo de estroncio por campos de aplicación se indican los porcentajes siguientes, correspondientes a la industria de Estados Unidos, mayor consumidor mundial de estroncio. Del cuadro se desprende el aumento de consumo producido en el bienio 2005-06 en casi todos los campos de aplicación y el descenso simultáneo en la industria de fabricación de pantallas de TV (tecnología CRT), en respuesta obvia a la creciente presencia comercial de pantallas planas de TV y ordenadores cuya manufactura no requiere, o sólo en pequeñas cantidades, de compuestos de estroncio.

CONSUMO ESTIMADO EN EEUU, SEGÚN USOS, DE PRINCIPALES COMPUESTOS DE ESTRONCIO (%)		
Uso final	2005	2006
- Producción de cinc electrolítico	2	4
- Imanes cerámicos de ferritas	13	18
- Aleaciones especiales	6	7
- Pigmentos y cargas	3	5
- Pirotecnia y señales	22	30
- Tubos de TV en color	50	30
- Otros	4	6
TOTAL	<i>100</i>	<i>100</i>

El mayor productor de carbonato de estroncio es el Grupo belga *Solvay*, a través de sus filiales *Solvay Barium Strontium GMBH* (95 kt/a en Bad Hönningen, Alemania) y *Solvay Química y Minera SA de CV* (28 kt/a en Monterrey, México), más el 60% de *Daehan Specialty Chemicals* (35 kt/a en Onsan, Corea del Sur). *Chemical Products Corp.* cuenta con 50 kt/a en Reynosa (México) y 13 kt/a en Carterville (Georgia, EEUU); *Cia. Minera La Valenciana* dispone de 45 kt/a en Torreón (México); *Química del Estroncio SA*, de 35 kt/a en Cartagena (España), y *Sakai Chemical Ind.*, de 10 kt/a en Osaka (Japón). La producción china está liderada por *Qingdao Red Star Chemical Group Co.* (50 kt/a en Qingdao, Shandong), seguida por *Hebei Xinji Barium Salt Group Co.* (30 kt/a en Xinji, Hebei) y *Henan Xinxiang n° 1 Chemical Plant* (20 kt/a en Xinxiang, Henan).

Las cifras sobre la capacidad de producción mundial varían apreciablemente cada anualidad en función de dos factores, en primer lugar por la instalación de nuevas plantas de producción sobre todo

en países con producción de mineral de estroncio y, en segundo lugar, por la divulgación creciente de datos estadísticos más completos por parte de países productores de compuestos manufacturados de estroncio.

El estroncio metal supone una parte minoritaria del tonelaje de productos manufacturados de estroncio. El principal productor es la compañía canadiense *Timminco Ltd*, de Ontario, que igualmente produce la gama de aleaciones madre de estroncio-aluminio (del tipo 90% de Sr-10% de Al).

2.3.- LOS PRECIOS

Los concentrados de estroncio de diversas procedencias empezaron a cotizar en *Industrial Minerals (IM)* en octubre de 2002. Como única referencia disponible hasta esa fecha, se adjuntan los valores medios fob de las importaciones de celestina efectuadas por Estados Unidos, procedentes en su totalidad de México, según el *USGS*, así como los de las de carbonato y nitrato y, desde 2004, del metal. Es de destacar la notable discrepancia entre los valores indicados por *IM* para el mineral mexicano enviado a EEUU y los publicados por el *USGS* para el concentrado recibido en EEUU desde México, siendo ambos fob en el puerto mexicano de embarque.

	2001	2002	2003	2004	2005
<u>Celestina</u>					
- México, 94% SrSO ₄ , fob a EEUU, \$/t	–	55-65	75,8-94,2	80-100	sd
- España, 96% SrSO ₄ , fob Motril, \$/t	–	40-60	40-60	50-60	sd
- Turquía, 96% SrSO ₄ , fob Iskenderun, \$/t	–	65-80	65-80	65-80	sd
- Marruecos, 94% SrSO ₄ , fob Nador, \$/t	–	44-55	44-55	49,8-55,6	sd
- Valor medio import. EEUU, fob, \$/t *	63	60	58	53	56
<u>Compuestos **</u>					
- Carbonato, precio medio import. EEUU, \$/kg	0,55	0,55	0,48	0,36	0,39
- Nitrato, id. id. id. id., \$/kg	3,07	2,66	2,95	1,52	0,89
- Estroncio metal, id. id. id. EEUU, \$/kg	sd	sd	sd	4,94	2,87

Fuentes: Industrial Minerals * Min. Yearbook 2001-2005, USGS

En 2004, los precios de los concentrados mexicanos y turcos permanecieron en las mismas bandas de fluctuación marcadas en el último trimestre de 2003. Los españoles subieron en enero 10 \$/t en el límite inferior, permaneciendo el resto del año a 50-60 \$/t, mientras que los marroquíes, que empezaron el año a 44-55, subieron en junio a 54-56, nivel que se mantuvo el resto del año.