

18
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS METALICOS Y NO METALICOS EN LA REPUBLICA MEXICANA"



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

**TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION
M A N C O M U N A D O**

QUE PARA OBTENER EL TITULO

RAMON BARRIOS RODRIGUEZ

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

DULCE MARIA HERNANDEZ PALACIOS

Q U I M I C O

México, D. F.

1990

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pág
Introducción	1
Generalidades	5

C A P I T U L O I

ELEMENTOS METALICOS.....	21
Metales Preciosos	21
Oro	23
Plata	39
Metales Industriales no Ferrosos	50
Antimonio	52
Bismuto	63
Cadmio	70
Cinc	79
Cobre	90
Estaño	104
Mercurio	113
Molibdeno	121
Plomo	130
Wolframio o Tungsteno	139
Metales Industriales Ferrosos	148
Fierro o Hierro	151
Manganeso	167

C A P I T U L O II

ELEMENTOS NO METALICOS	181
Arsénico	183
Azufre	188
Barita o Baritina	198
Caolín	207
Carbono	212
Dolomita	223
Fluorita	228
Fosforita	236
Grafito	242
Selenio	249
Sílice	257
Yeso	266

	Pág
Conclusiones	271
Recomendaciones	274
APENDICE I.- METALICOS	275
APENDICE II.- NO METALICOS	283
APENDICE III.- GENERAL	287
Bibliografía	310

I N T R O D U C C I O N

El objetivo de este trabajo, es dar a conocer en forma global, cómo --- están distribuidos en la República Mexicana, los principales elementos metálicos y no metálicos que se producen en nuestro país, y cuya industrialización repercute favorablemente en la economía nacional.

Los elementos metálicos y no metálicos se producen y consumen en cantidades que distan mucho de ser iguales. Mientras la producción de unos llega a miles de toneladas, la de otros solamente a decenas de kilogramos. ¿De qué depende esta divergencia? En primer lugar de la necesidad que existe de uno u otro elemento, es decir, de sus propiedades útiles, particularmente físicas y tecnológicas.

En segundo término, a lo difundidos que estén los compuestos del metal o no metal en la capa superficial de la corteza terrestre, así como a la dificultad para obtenerlos en forma pura.

En la República Mexicana existen vastos yacimientos de minerales metálicos y no metálicos, industrialmente importantes y otros prodigios en metales nativos. Hoy día, México produce la quinta parte de la plata en el mundo; sigue siendo el cuarto país en la lista de los productores de cinc, arsénico, molibdeno, cadmio y azufre y; quinto en mercurio y plomo; segundo lugar en bismuto; tercero en antimonio.

El manejo de los recursos metálicos y no metálicos, es una actividad -- que amplía el abanico de posibilidades para el desarrollo nacional; son

parte de los recursos con los que cuenta México, y por lo tanto, constituyen el punto de partida y la rueda motriz de su desarrollo económico. Históricamente están orientadas hacia la exportación, actualmente se exporta el 40% de su producción total.

La influencia que ha tenido la industria minero metalúrgica en la vida económica y social de México, ha sido determinante, principalmente en el pasado.

Durante la Epoca Colonial, la minería era la actividad sobre la cual se fincaba la vida económica del país, fue en gran parte, determinante de la población, colonización y consolidación del territorio mexicano. El manejo de los metales propició que México tuviera intenso comercio con el resto del mundo desde el siglo XVI.

Permitió también la creación de innumerables obras de arte, además dio origen a vías de comunicación e impulsó a la industria, la ganadería y la agricultura.

Buena parte de sus pobladores se han dedicado durante siglos a las actividades de extracción y beneficio de los metales. Según las estadísticas de 1521 a 1954, se produjeron 220 422 294 Kg de metal blanco, y -- 1 496 830 Kg de oro. Por lo que toca a los metales industriales, de -- 1891 a 1954, México ha producido 9 293 020 toneladas de plomo y 56 302 361 toneladas de carbón mineral. Por lo anterior, es fácil apreciar -- cuál ha sido el papel que ha tenido la industria minera en la vida económica de México.

La exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de los elemen-

tos metálicos y no metálicos que se producen en suelo mexicano están regidas por la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, en materia minera. Esta Ley es de Observancia general en toda la República, - sus disposiciones son de orden público y compete a la Secretaría de Minas e Industria Paraestatal (SEMIP) su aplicación y la vigilancia de su cumplimiento.

De los 48 elementos metálicos y 29 minerales no metálicos, registrados en el territorio nacional, en este trabajo monográfico se va a hacer -- referencia solamente a 14 metales y 12 no metales en forma de minerales, los cuales se producen en el país en cantidades suficientes para satisfacer el consumo y de los que existen en excedentes para su exportación.

Los elementos metálicos y los minerales no metálicos que aparecen en el presente estudio, no fueron seleccionados en forma arbitraria o por --- obra del azar, obedecen al hecho de que se producen en México y en la - actualidad se encuentran ocupando un sitio destacado dentro de la pro-- ducción mundial y nacional, y cuya industrialización repercute favora-- blemente en la economía del país.

Los elementos metálicos y minerales no metálicos que ocupan la atención, estarán referidos para su descripción y estudio de acuerdo al grupo que pertenecen por su aplicación industrial:

Oro, plata (metales preciosos); antimonio, bismuto, cadmio, cobre, estaño, mercurio, molibdeno, plomo, tungsteno o wolframio y cinc (metales - industriales no ferrosos); fierro y manganeso (metales ferrosos o siderúrgicos); arsénico, azufre, carbono, grafito, selenio, barita, caolín,

dolomita, fluorita, fosforita, sílice y yeso (minerales no metálicos).

De los elementos y minerales mencionados, se describen en primer término, a los elementos metálicos, seguido de los minerales no metálicos, - dando un panorama general de sus principales características, localización de sus yacimientos, reservas e indicadores económicos de su producción, exportación y consumo.

Con el objeto de ampliar la información sobre los metales y no metales en forma de minerales, se incluyen datos más generalizados en los apéndices correspondientes.

GENERALIDADES

La riqueza metálica de México ha respondido siempre a las demandas -- que se han hecho en diferentes épocas. Baste recordar que durante la -- colonia, uno tras otro y casi al deseo de los conquistadores, se descubrieron muchos yacimientos de plata y oro, después, al irse desarro-- llando el país, se necesitó mercurio para sustituir el que se importaba de Almaden, España, y se encontró el necesario para continuar las operaciones mineras de aquella época; más tarde se necesitó contar con -- minerales industriales y entonces se empezaron a encontrar grandes re-- servas de ellos --cobre, plomo y cinc--, en diversas partes de la Repú-- blica. Después se necesitó disponer de una fuente de aprovisionamiento de grafito y se descubrieron los yacimientos del estado de Sonora. Más tarde el mundo necesitó de aceite mineral y se encontró abundantemente en varias entidades. Viene la Primera Guerra Mundial y las naciones -- aliadas necesitaron proveerse de metales como molibdeno, tungsteno, man-- ganeso, etc., y se localizaron sus yacimientos que apenas se conocían o se descubren nuevos campos productores. El mismo fenómeno se repitió durante la Segunda Guerra Mundial: Cuando fue imperiosa la demanda de enormes cantidades de minerales estratégicos, el minero, el gambusino y el ingeniero supieron hallar nuevos centros de producción, o bien reser-- vas considerables en minas que habían sido explotadas en otras épocas.

Entre los nuevos y muy valiosos descubrimientos cabe mencionar los de -- manganeso en Baja California, en el municipio de Santa Rosalía; los de fluorita en Taxco, Gro; los de celestita en San Luis Potosí; los de --

mercurio en Nuevo Mercurio y Mesa del Escritorio en el estado de Zacatecas, etc.

Recientemente, con motivo de los descubrimientos relacionados con la de sintegración nuclear, las naciones se esfuerzan por localizar cuanto ya cimiento sea posible, de uranio y de metales radiactivos. En México, - como resultado de investigaciones que datan de hace cuarenta años, apro ximadamente, se han descubierto yacimientos de esos minerales, que gar dan seguramente riquezas potenciales muy considerables.

Todo lo anterior se debe a lo variado de la constitución geológica de - México, en cuyas formaciones abundan depósitos minerales tanto metáli--cos como no metálicos. Así por ejemplo, en el estado de Sonora se ex--trae cobre de las minas de La Caridad y Cananea, cuyo volumen de produc--ción las coloca en lugar destacado a nivel mundial y nacional, como pro ductoras de cobre.

También es digno mencionar al estado de Sonora por su producción de wol--framio y grafito. El 60% de tungsteno y el 80% de grafito que se produ ce en México proviene de las minas del estado de Sonora.

En el estado de Oaxaca, las minas de la región de Tejocotes, ha produci do desde 1930, más antimonio que cualquier otra región de nuestro país.

Existen, sin embargo, otros lugares como el estado de Nayarit, que ocupa el último lugar en cuanto a su producción minera, si se exceptúa al Distrito Federal.

Históricamente, durante las épocas de la colonia e independencia, la --

minería mexicana fue casi de metales preciosos, las explotaciones de -- otros recursos minerales apenas daba sus primeros pasos. De 1825 a --- 1857, las explotaciones mineras fueron en promedio anual de 27 a 28 millones de pesos, de los que 23 ó 24 salían en plata y oro. Hasta 1900, los productos mineros representaron alrededor del 70% del valor total - de las exportaciones nacionales.

El incremento productivo de los metales preciosos fue muy importante -- durante todo el porfiriato. A partir de 1891 principia la producción - costeable de los metales industriales y un poco después la de combustibles.

Tanto las zonas mineras tradicionales como los sistemas de beneficio - registraban cambios importantes debido a la nueva tecnología y al empleo de la energía hidráulica e hidroeléctrica, con lo que se logró una simplificación importante en el proceso minerometalúrgico, y una mayor costeabilidad en la producción.

Es característico durante el porfiriato, un incremento en la actividad minera, así como una marcada dependencia con respecto al capital y a -- los mercados internacionales (principalmente Estados Unidos) modernización tecnológica, diversificación productiva (trasladando su eje principal de los metales preciosos a los metales industriales) y por su desplazamiento a las zonas del norte del país y del Pacífico norte, por su abundancia en oro, plata y metales industriales.

Durante el período de la Revolución de 1910, la actividad minera se paraliza, reiniciando las empresas sus operaciones en 1918, a partir de -

los años veinte, la minería entra en una fase de recuperación, aunque con la estructura heredada del porfiriato. En 1925 se estableció en -- Nueva Rosita, Coahuila, la primera planta afinadora de cinc. La producción de plomo y cinc cobra importancia hasta 1926, como resultado creciente de la flotación selectiva. Posteriormente, la crisis de 1929 -- afectó gravemente la producción, haciéndola retroceder en algunos casos a los niveles de 1910. Para superar esta situación, el estado realizó sus primeras incursiones en la nacionalización y planeación del desarrollo de la industria.

En el período de 1934 - 1961, la minería siguió el patrón de industrialización de la economía mexicana en general, debiendo ser en adelante un soporte en el crecimiento y no solamente un sector exportador. Asimismo, "por primera vez desde la colonia, la minería dejó de ser el eje de nuestras relaciones económicas con el exterior". De esta manera se abatió el alto grado de concentración en la industria, su reducida vinculación al resto de la economía y su régimen predominantemente extranjero.

Para 1959, México ocupaba los siguientes lugares, comparado con otros países mineros: El primer lugar como productor de plata (1 370 895 Kg); el segundo en bismuto (239 toneladas); el tercero en plomo (19 680 toneladas) y antimonio (3 286 toneladas); el cuarto en cinc (263 985 toneladas); el sexto en mercurio (566 toneladas); el noveno en molibdeno -- (44 toneladas); el undécimo en oro (9 756 Kg) y el duodécimo en manganeso (76 935 toneladas).

La minería puede considerarse una industria nacional a partir de 1961, cuando la Ley minera estableció la participación mayoritaria mexicana en la propiedad de la empresa y orientó la actividad hacia el mercado interno como respuesta a las necesidades del acelerado crecimiento industrial del país.

En la actualidad nuestro país es autosuficiente en gran parte de sus necesidades de materiales industriales disponibles en el territorio, y sólo constituyen excepciones de importancia, los casos del aluminio y de algunos minerales no metálicos. Asimismo, la expansión de la capacidad de fundición y refinación de algunos metales permitirá contar con suficiente infraestructura metalúrgica para el tratamiento de la producción minera y generar excedentes de metales para la exportación.

El proceso histórico (que se ha recogido de diferentes fuentes bibliográficas) configuró la actual estructura del sector minero, cuya integración institucional incorporó a la SEMIP (Secretaría de Minas e Industria Paraestatal) como autoridad del ramo. Por medio de la cual "el Estado ejerce las funciones derivadas del mandato constitucional que dispone el dominio de la nación sobre los recursos minerales".

El fomento de la minería está a cargo de tres instituciones adscritas a la SEMIP: El Consejo de Recursos No Renovables, que asesora al Gobierno Federal, en materia de creación de reservas, otorgamiento de concesiones y exploración geológica; La Comisión de Fomento Minero, que otorga apoyo técnico y financiero a la pequeña y mediana industria minera y canaliza los recursos estatales a las empresas del sector público; y El

Fideicomiso de minerales no metálicos mexicanos, que promueve el aprovechamiento de los minerales no concesibles y fomenta la participación rural en esta actividad.

La organización se integra por la gran minería privada, por la minería paraestatal y por la mediana y pequeña minería. Corresponde a la primera, aproximadamente 55% de la producción, en términos de valor, un 30% al sector paraestatal, y lo restante a la mediana y pequeña industria minera.

Actualmente la minería privada se orienta fundamentalmente al aprovechamiento de oro y plata.

Es difícil precisar cuántas minas trabajan de manera efectiva y en escala comercial, puesto que algunas mantienen los trabajos mínimos necesarios para evitar la caducidad de sus concesiones. Sin embargo, se estima una cifra aproximada de 2 000 minas. Existen también 330 plantas de beneficio registradas en 1988 por la Dirección General de Minas, de las cuales 225 corresponden al beneficio de minerales metálicos y 105 a plantas de beneficio de minerales no metálicos.

PRODUCCION ACTUAL DE MINERALES METALICOS Y NO METALICOS:

Para dar idea de la situación actual de la producción minera, conviene señalar esquemáticamente los minerales y metales que México produce en cantidades importantes y de los cuales en este trabajo se describen a -

14 metales y 12 minerales no metálicos. Los metales (oro, plata, antimonio, cadmio, cinc, cobre, estaño, mercurio, molibdeno, plomo, y wolframio); y los minerales no metálicos (arsénico, azufre, barita, carbono, caolín, dolomita, grafito, fluorita, fosforita, yeso, selenio, sílice) que aparecen en el presente estudio, son metales y minerales cuya importancia se refleja en los renglones de producción y exportación nacional. También es conveniente señalar los que no se producen en México, o cuya producción no es suficiente de acuerdo con la demanda del país.

METALES:

Metales que se producen en cantidades suficientes para satisfacer el consumo nacional y de los que existen excedentes para la exportación.

Metales preciosos: Oro y plata. México sigue a la cabeza en el mundo como productor de plata, representando aproximadamente el 20% de la producción mundial.

Metales industriales básicos: Plomo, cobre y zinc. México es uno de los productores más importantes de plomo y cinc. Su producción excede en mucho la demanda interna. En cuanto al cobre, alrededor del 50% de su producción se refina en México y se aprovecha e industrializa en el país un 70% del cobre refinado.

Metales y no metales que se obtienen como subproducto: Arsénico, bismuto, cadmio y selenio. El arsénico, el bismuto y el cadmio se obtienen como subproducto en la fundición de minerales de plomo y cinc; el sele-

nio se obtiene en la refinación electrolítica del cobre y de los metales preciosos. Casi todo el arsénico y el bismuto se exportan, lo mismo que el cadmio y el selenio.

Metales industriales varios: Manganeseo, mercurio y antimonio. La mayor parte del antimonio y del mercurio se destinan a los mercados internacionales, así como una parte considerable de nuestra producción de manganeseo.

Fierro: El fierro, no obstante ser muy cuantioso el volumen de su producción en México, ha resultado insuficiente para abastecer la demanda interna. Sin embargo, en los últimos años se han empezado a realizar exportaciones de mineral de fierro.

Metales que México produce o ha producido en pequeña escala: Metales industriales: Estaño, wolframio, molibdeno y titanio. La producción de estaño satisface la demanda del consumo nacional; se estima que las reservas son suficientes para satisfacer el consumo interno, una vez que se explote el volumen adecuado.

La producción de wolframio es pequeña y se exporta en forma de concentrados; se estima que hay reservas suficientes para incrementar su producción. La producción actual de molibdeno y titanio también es pequeña, aunque sus reservas en suelo mexicano pueden ser importantes, según estimaciones para ambos metales.

Metales que México no produce en la actualidad, pero de los cuales se conoce o se infiere la existencia de reservas: Metales industriales: Ni

quel y vanadio. Metales radiactivos: Uranio, torio y tierras raras.

Metales que México no produce en la actualidad y de los cuales no se conoce la existencia de depósitos minerales o reservas comerciales explotables: Metales preciosos: Platino. Metales industriales: Aluminio, cromo y cobalto. En la actualidad México importa el aluminio, el cobalto y el cromo que se consume. Para los metales que México no produce y que son necesarios para su desarrollo industrial, es necesario iniciar exploraciones.

MINERALES NO METÁLICOS.

La producción de minerales no metálicos es de gran importancia para el país, por lo que significa para su comercio exterior, por ser materia prima para las industrias nacionales. En los últimos años, su producción ha aumentado considerablemente, pero se requiere de nuevas localizaciones de aquellos que aún se importan.

Minerales no metálicos, cuya producción es suficiente para satisfacer las necesidades internas y de las cuales hay excedentes para su exportación:

Azufre:- Su producción en los últimos años ha sido espectacular. Para 1986 se produjo en nuestro país 2 050 735 toneladas.

Barita:- Su producción en 1982 fue de 323 753 toneladas, registró un máximo en 1987 con 401 336 toneladas, que significó un aumento en su producción del 25% mayor que en 1986 donde se estimaron 321 186 toneladas.

Grafito amorfo mineral:- Su producción fue de 37 946 toneladas en 1987.

Carbón:- En 1987 se produjeron 4 251 215 toneladas, de las cuales todas se emplearon en el consumo interno.

Fluorita:- En 1984 se produjeron 627 433 toneladas y para 1986 la producción fue de 756 768 toneladas, de las cuales se exportaron 402 083 toneladas.

Fosforita:- Uno de los minerales estratégicos que se empezó a producir en México en forma considerable, hace apenas unos veinte años, y para el año de 1986 su producción fue de 660 425 toneladas, empleándose casi el total en el consumo interno.

Dolomita:- Es otro mineral no metálico, de los que en el año de 1959 no existían datos de su producción. En 1987 se registró un volumen de 361 721 toneladas, menor en un 3.9% que en 1986.

Calizas y materiales de construcción:- Existen pocos datos sobre su producción, pero se estima que es la adecuada para satisfacer la demanda.

Minerales no metálicos de los que se conoce o infiere la existencia de reservas en México y de los cuales se efectúan importaciones para satisfacer la demanda del país: Arenas de sílice, especialmente de alta calidad, arcillas refractarias, asbesto, bauxita calcinada, criolita, caolín, feldspatos y magnesita.

DESTINO Y VOLUMEN MINERO METALURGICO.

Las exportaciones de los excedentes minero metalúrgicos indican una con

centración de mercados, siendo Estados Unidos, con mucho, el primer comprador; sin embargo, se busca afanosamente una mayor diversificación de los mercados. Se considera conveniente estimular la industrialización de los productos que ahora se importan como materias primas e incrementar su consumo interno, así como su exportación en forma de productos manufacturados.

Los datos que se consignan a continuación permiten valorar la importancia que tienen los productos metálicos y minerales no metálicos que se producen en México, y los cuales están contenidos en la presente monografía. Se consume prácticamente la totalidad de la producción de carbón, hierro, estaño y diversos materiales no metálicos.

El valor de la producción total minero metalúrgica en México, en el año de 1986 se estimó en 923 330 millones aproximadamente; para 1987, ese mismo valor creció sustancialmente un 180%, ascendiendo a 2 585 242 millones de pesos. Del valor anterior, corresponde a los metales industriales no ferrosos, el mayor valor de la producción estimada en un monto aproximado de 976 769 millones de pesos, en el año de 1987.

Dentro de la producción mundial, la minería mexicana continúa ocupando un lugar destacado, puesto que en 14 minerales y metales, figura dentro de los cinco primeros lugares. Sigue manteniendo su posición de primer productor mundial de plata y consolida un destacado lugar en la producción de celestita, fluorita, bismuto, plomo, barita, cinc, antimonio, manganeso, grafito, mercurio, arsénico, azufre, molibdeno y sulfato de sodio.

La capacidad instalada de beneficio de metales se incrementó de 1983 a 1987 en 39.7% al pasar de 278 641 toneladas por día a 389 441.

Asimismo, es significativo el aumento de 1987, con respecto a 1982, de la producción de minerales estratégicos, como carbón no coquizable, que creció un 345%; el azufre un 33% y la roca fosfórica un 24.7%. Igualmente, se manifestaron incrementos en la producción de plata que creció 5.8%; el plomo lo hizo en 26%, así como de cinc y fluorita con 16.7% y 21.6%, respectivamente.

Estos incrementos permitieron que la balanza comercial minero metalúrgica haya tenido un superávit de 690 millones de dólares en 1986, manteniendo esta rama su contribución al producto interno bruto, a precios constantes, con el 1% del total nacional. Esto a pesar del prolongado período de recesión mundial y la persistente caída en los precios de los metales, de los que México es un exportador importante.

Reservas: No obstante que la industria minera cuenta con más de cuatro siglos de vida en el país, se estima que las reservas son todavía muy abundantes y que el territorio dista mucho de estar debidamente explotado, aproximadamente dos terceras partes manifiestan probabilidades mineralógicas en términos de sus características geológicas, y de los casi dos millones de metros cuadrados de su superficie, solo 25 mil de ellos han sido concesionados para su explotación.

En conjunto se calcula que los recursos mineros son suficientes para asegurar el porvenir de la industria minero metalúrgica nacional, sin temor al agotamiento de las reservas potenciales.

Para finalizar, se espera que en el contenido del presente trabajo, se pueda apreciar el notable patrimonio mineral con que cuenta cada estado de la República Mexicana, así como el perfil e impresionante volumen y valor de la producción minero metalúrgica nacional en los últimos años.

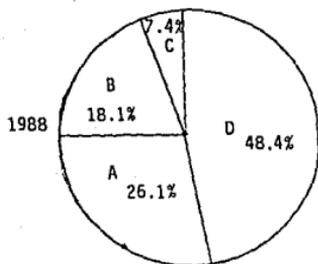
Deseando, además, haber dado una panorámica del papel que ha jugado la industria minero metalúrgica a lo largo de sus casi 400 años de existencia, contribuyendo a documentar el importante papel dentro de la cimentación del México actual, y potencialmente el de mañana.

Gracias a la intensa actividad minera que hay en México, se ha podido extraer del subsuelo un sinnúmero de minerales metálicos y no metálicos así como metales preciosos en estado nativo. Por este concepto México ocupa un lugar preponderante en la industria minera a nivel mundial.

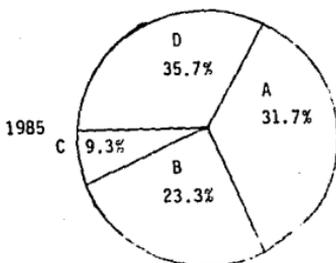
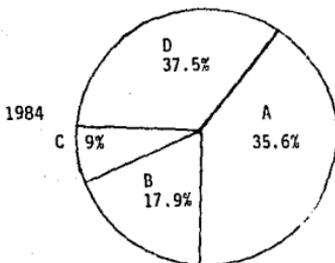
Pero la actividad minera no solo consiste en extraer del subsuelo grandes cantidades de rocas que contengan minerales, sino también la de separar, por medio de diferentes sistemas los minerales que se desean utilizar; a las plantas que realizan este trabajo se les llama beneficiadoras de metal. Actualmente en nuestro país se cuenta con un total de -- 330 plantas de beneficio, situadas en diferentes estados de la República.

Del millón 969 mil 269 Km cuadrados que delimitan el territorio -- nacional, se encuentran enclavados yacimientos de minerales industrialmente importantes y otros ricos en metales preciosos. Algunos de ellos están en extinción, pero muchos de los nuevos yacimientos metalúrgicos se han detectado con el auxilio científico de la geología aplicada.

VALOR DE LA PRODUCCION MINERO-METALURGICA NACIONAL



- A.- Metales preciosos
- B.- Minerales no metálicos
- C.- Metales industriales siderúrgicos
- D.- Metales industriales no ferrosos



La mayor parte de los estados de la República poseen importantes zonas mineras en las que se destaca la existencia de: oro, plata, plomo, cobre, cinc, fierro, manganeso, etc., así como algunos minerales no metalicos como: caolín, carbón mineral, dolomita, fluorita entre otros.

En la tabla No. 1, podemos apreciar el volumen de la producción actual de los metales y no metales más abundantes en la República Mexicana.

TABLA # 1

VOLUMEN DE PRODUCCION EN TONELADAS DE LOS METALES Y NO METALES MAS ABUNDANTES POR ENTIDAD FEDERATIVA 1987

METALES ENTIDAD	Kg ORO	Kg PLATA	Ton. COBRE	Ton. PLOMO	Ton. ZINC	Ton. C. MINERAL	Ton. FIERRO	Ton. MANGANESO	TOTAL:
Aguascalientes	21	10,626	27	125	2,354				2 517
Baja California Norte		652							652
Baja California Sur	18							18	18
Chihuahua	566	431 745	11 932	75 880	89 442		881 907	37	1 059 632
Coahuila	3	14 680	9	948	5	11 137 054	758 076		11 896 106
Colima							1 392 819		1 392 819
Durango	1 054	16 806	572	9 742	10 292		205 507	315	226 593
Guajalato	2 900	156 465	104	41				304 4	304 4
Guerrero	178	113 678	807	10 720	18 637				30 279
Hidalgo	444	115 870	851	4 178	12 070			146 035	163 250
Jalisco	399	183 512	463	5 347	5 495		700 680		712 169
México	91	33 133	37	615					685
Michoacán	24	31 902	390	1 283	13 761		1 026 144		1 041 610
Morélos	3	10 988	4	85					100
Nayarit	115	14 659	7	214					236
Oaxaca	218	11 185	10	60	3				84
Puebla	8	145	5	321					326
Querétaro	3	37 649	617	2 255	3 893				6 803
San Luis Potosí	289	113 648	2 444	7 653	33 867				44 078
Sinaloa	213	33 842	307	1 378	1 572				3 291
Sonora	717	161 826	206 960	815	214				208 151
Tamaulipas		48		5					5
Nuevo León	4R			55					55
Zacatecas	224	771 071	5 017	54 351	79 875				140 015
TOTAL:	8 026	1 751 130	220 563	176 071	271 480	11 137 054	4 964 533		146 387

FUENTE: Consejo de Recursos no Renovables.- Estadística 1987.

C A P I T U L O I

ELEMENTOS METALICOS

METALES PRECIOSOS:

Oro y Plata.

I n t r o d u c c i o n :

El oro y la plata forman parte del grupo de los metales preciosos (junto al platino, iridio, osmio, paladio). Conocida es la importancia de estos metales en todas las épocas, pasando por la de los alquimistas, que todo querían convertirlo en oro, hasta la actual economía internacional que se basa en su sistema monetario. Ambos metales son usados en la acuñación de monedas, esto hace que estén sometidos a legislaciones especiales y que su contrabando sea severamente penado.

El oro y la plata también forman parte de los metales nobles, y pertenecen al mismo grupo I sub-grupo B de la Tabla Periódica. Estos elementos por su poca reactividad química, se encuentran con frecuencia libres en la naturaleza, obteniéndose mediante simples tratamientos físicos para separarlos de los compuestos que los impurifican, como el lavado de las arenas auríferas, usadas en el oeste americano en el siglo pasado, para separar el oro que se encontraba en las arenas de algunos ríos.

Por lo que respecta a la producción de oro y plata en la República Mexi

cana, se tienen datos de los mismos desde la época de la conquista. En el Apéndice I, correspondiente a la descripción de estos metales, se -- anexa el Cuadro I.1 sobre el volumen y el valor de la producción desde 1521 hasta nuestros días, lo mismo que datos estadísticos que se recabaron para este trabajo.

La plata y el oro han experimentado los efectos de una explotación con técnicas más modernas y en mayor escala, hasta el extremo de que la producción de ambos metales, durante los últimos 60 años, sobrepasó a la de los cuatro siglos anteriores.

Los metales preciosos: Oro y plata, en 1988, participaron con el 26.1% del total de la producción minera metálica nacional, produciendo 2 368 toneladas, con un valor estimado de 1 404 559 millones de pesos, correspondiendo el 5.4% al oro y 20.7% a la plata; la producción de oro ha sido siempre comparativamente muy inferior a la de la plata.

La plata ha situado a México a la cabeza de todos los países productores durante muchos decenios; en el siglo XVIII, la producción de este metal respondió al 57% de la mundial.

En este siglo sigue a la cabeza, produciendo el 20% del total de la plata que cubre el globo terrestre.

METAL:	Oro	Plata
Símbolo	Au	Ag
Número atómico	79	47
Distribución electrónica	2,8,18,32,18,1	2,8,18,18,1
Peso atómico	197	107.88
Densidad g/ml	19.3	10.50
Estructura cristalina	A ₁	A ₁
Radio metálico A°	1.336	1.339
Conductividad térmica	0.7000	1.006
Conductividad específica	41.3 x 10 ⁴	61.4 x 10 ⁴
Resistencia eléctrica	2.4	1.6
Punto de fusión °C	1063	960.5
Calor de fusión KCal/Mol	3.03	2.70
Punto de ebullición °C	2707	2177
Calor de vaporización KCal/Mol	77.54	60.96

A₁: Cúbica

ORO

Generalidades:

El oro, cuyo símbolo Au procede de la palabra latina aurum, que significa Aurora (Diosa que abría las puertas al Sol), está colocado en el nivel n=6, entre el platino y mercurio, pertenece al grupo I subgrupo B - de la tabla periódica.

Sus estados de oxidación son 1+ y 3+ cristaliza como la plata en el -- sistema cúbico centrado en las caras. El oro es un mineral blanco y maleable, cuya dureza oscila entre 2.5 y 3.0 en la escala de Mohs. Tiene color amarillo típico y brillo metálico, funde a la llama del soplete.-

Posee las cualidades de su inalterabilidad, ductilidad, maleabilidad, etc., que lo hacen único, no sólo entre los metales ordinarios sino también entre los metales nobles. Es muy dúctil y maleable, pues puede reducirse a láminas de hasta una diezmilésima de milímetro de espesor --- (pan de oro).

El oro es uno de los metales menos activos. No se oxida en el aire ni frente al oxígeno a ninguna temperatura; de ahí la expresión de "metal noble" que se le aplica. No es atacable por los ácidos, a excepción -- del agua regia, por todas las cualidades antes descritas se ha convertido en el patrón monetario internacional que sirve de base para fijar -- las paridades de las diferentes divisas. También es objeto de atesoramiento a nivel privado y en escala internacional. En la naturaleza se encuentra distribuido ampliamente, aunque no suele ser abundante. Por término medio la cantidad de oro de la corteza se calcula en 5 mg por -- tonelada y para que el yacimiento sea explotable, debe contener un mínimo de 5 gr de oro por tonelada.

Su calidad se expresa en quilates, aceptándose el de 24 como 100% puro; en estas condiciones es muy blando y, por lo general no se utiliza, por cuya razón se liga con cobre y plata, principalmente. Las aleaciones -- tipo son de 24, 22, 14, 12 y 9 quilates.

Usos:

Se utiliza en joyería y ornamentos, incluyendo el dorado de relojes y -- plumas; para el acabado de artículos de cerámica y otros materiales; en piezas dentales, aleado con los metales del grupo del platino; en equi-

pos científicos para laboratorio; en las industrias del vidrio y en la química. Sin embargo, el consumo para estos propósitos es muy relativo pues la mayor parte de la producción mundial es retenida por los gobiernos y bancos centrales para asegurar su estabilidad monetaria y establecer equilibrio en el comercio exterior. En joyería se le sustituye con el iridio y rutenio; en piezas dentales con el platino y el paladio; y en equipos científicos, con el acero inoxidable, el cromo y las aleaciones de níquel.

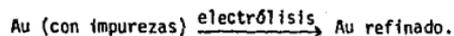
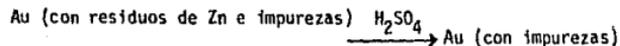
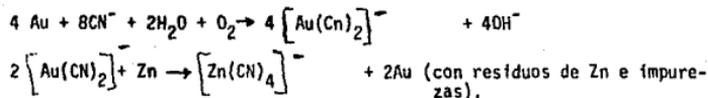
Historia:

El oro, llamado "el rey de los metales", fue indiscutiblemente el primer metal que conoció el hombre, y la antigüedad de este conocimiento se remonta a los primeros tiempos de la prehistoria. En Egipto se han encontrado piezas de oro, en las tumbas de todas las épocas faraónicas. El pueblo hebreo habla del oro repetidas veces en sus libros sagrados, y famoso es el pasaje relativo a la adoración del becerro de oro. Los indostánicos, en sus escritos más antiguos, hablan del oro y los cinco metales (plata, cobre, plomo, estaño y hierro) y no sólo es en Europa y Asia donde se conoce el metal amarillo desde los tiempos más antiguos, en África y en tumbas prehistóricas antiquísimas de negroides, se ha hallado oro en forma de adornos y amuletos, y en América, la civilización azteca y la precolombina acusan claramente el conocimiento antiquísimo que tuvieron de este metal.

En la literatura alquimista se llamaba Sol, pues era consagrado a este astro y representado geroglíficamente por un círculo perfecto.

Comúnmente se presenta aleado con la plata y a veces con el platino; en algunos compuestos de telurio como en la petzita, la silvanita y la crenerita en pequeñas cantidades; en todas las rocas ígneas, en partículas minúsculas y en las piritas.

El procedimiento de separación más antiguo es el lavado con posterior amalgamación (descrito por Plinio en su Historia Natural). Otro método es el de cianuración, que consiste en el tratamiento de la masa que contiene oro con una disolución diluida de cianuro de sodio; después de algunos días se forma un ion complejo, del cual el oro se precipita con cinc y después se refina electrolíticamente.



El oro por su exceso de blandura (en estado puro) ha de mezclarse con otros metales que reduzcan su rápido desgaste. Entre las aleaciones -- más conocidas y utilizadas se cuentan el oro de acuñación (con 10% de Cu); el oro de 18 kilates (75% de Au, 5-15% de Cu y el resto de Ag); el oro blanco (50% de Ni, Ag o Pt) y el oro azul (25% de Fe).

Los cristales aislados de oro son muy raros, la mayoría de las veces -- aparecen en filones o en grupos arborescentes o plumones. A menudo se presenta en masas más o menos redondeadas (pepitas) propias de los pla-

ceres auríferos, también en masas pulverulentas.

El oro se encuentra en la naturaleza en yacimientos primarios o epigenéticos; si aparece en las rocas en que se formó, y secundarios o singenéticos. Los primeros yacimientos son de origen hidrotermal y los singenéticos de origen sedimentario (placeres).

La mayor parte de los yacimientos de oro corresponden al primer grupo.- De acuerdo con la manera como se encuentra el oro, pueden distinguirse, según Krusch, cuatro grupos de yacimientos.

Primer grupo: Oro principalmente en pirita de hierro, pirita arsenical, estibnita, pirita de cobre, etc., que contienen oro libre, generalmente en pequeñas cantidades (yacimientos de contacto, filones, mantas).

Segundo grupo: Oro unido principalmente al telurio, con oro libre en pequeñas cantidades (filones).

Tercer grupo: Oro sólo en forma de oro libre (placeres). Los minerales que se encuentran en los yacimientos de minerales de oro son: a) oro nativo, conteniendo pequeñas cantidades de otros elementos (plata, cobre, bismuto, platino, cinc, plomo, estaño, fierro entre otros); b) minerales claros de telurio: Calaverita $(Au, Ag)Te_2$, silvanita $(Au, Ag)Te_4$ y crenerita $(Au, Ag)Te_2$, c) minerales oscuros de telurio: Petzita $(Au, Ag)_2$ y Nagyagita $Pb_x Au_y (Te, Sb, S)_z$.

Los principales yacimientos en la actualidad están en la República Sudafricana (Witwatersrand) que junto con Zimbabwe y Madagascar aportan más del 35% de la producción mundial, le siguen la U.R.S.S. con un 20%; --

U.S.A. con un 10%; Canadá con un 10% y Australia 5%, repartiéndose el resto entre los siguientes países: Suecia, India, Alemania, Etiopía, -- Sumatra, Sudán, Ghana, Italia, Filipinas, México, Japón y España.

Los yacimientos de oro en nuestro país son escasos. Se obtiene como sub producto del beneficio de los sulfuros de cobre, plomo, plata y cinc -- que lo contienen.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS:

Geográficamente, los yacimientos de donde se obtiene oro en México se -- distribuyen amplia y profusamente en todos los estados mineros del país; los criaderos exclusivamente de oro, tanto en vetas como en placeres, -- se ilustran en el mapa respectivo. Se notará que los lugares donde se ha encontrado y explotado se presentan preferentemente en los estados -- del Pacífico: Baja California, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Michoacán, Gue rrero y Oaxaca. En el centro de México, o sea en los estados de la al- tiplanicie, se verá que los yacimientos de oro se han localizado en Chi huahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro y -- Puebla, principalmente. En la Sierra Madre Oriental son escasos los de- pósitos auríferos, y hasta la fecha los más conocidos son los de Puebla y Veracruz.

Placeres auríferos:

Los placeres de oro en la República, explotados desde antes de que Amé- rica fuera descubierta, constituyeron seguramente la fuente que dio a -- los antiguos mexicanos el metal precioso que al ser mostrado a los espa

ñoles despertó tan vivamente su ambición.

Los placeres auríferos que se han explotado en México han sido relativamente escasos y su riqueza poco abundante, pues pasado un período más o menos corto, han dejado de producir al llegar a ser incosteables las explotaciones, aún para los mismos gambusinos que se dedican a lavar arenas en los lechos de los ríos, donde se ha localizado un placer. Ha habido placeres que por la abundancia de oro en forma de pepitas, arenillas y lentejuelas, han despertado una fiebre de oro, aunque sólo durante algunos meses.

La gran mayoría de los placeres auríferos de México se encuentran en la vertiente del Pacífico, en la Sierra Madre Occidental, o al pie de ella, al iniciarse la planicie costera. Placeres del estado de Sonora: Totafuí, Cañada de Oro, Candelaria, Placer de Santo Domingo, El Cheltepín, etc., en el municipio de Magdalena y en los de Tónichi y San Ignacio. - De entre los placeres de Sinaloa, el más notable por la riqueza que produjo, en corto tiempo fue el de El Tambor.

En cuanto a los placeres auríferos de la costa de Michoacán, en los ríos citados con anterioridad, se ve que (en el futuro) al disponerse de las facilidades necesarias de trabajo, maquinaria y comunicaciones, serán fuertes productores de metal amarillo, pues en sus lechos existen millones de toneladas de material arenoso donde se ha muestreado y ensayado oro, aunque en pequeñas proporciones. Se cuenta con toda el agua indispensable para trabajos de dragado y lavado automático.

En el interior de México, los placeres de oro son muy raros, hay en Chi

huahua los de placer de Guadalupe, donde el oro se asocia con uraninita y el placer de Santo Domingo, ambos en la cuenca del Río Conchos, municipio de Aldama. El oro de placer de Guadalupe es de una pureza excepcional: 99.99% Au, según W.D. Pearse.

Algunos otros placeres de importancia en el interior de la República, - son los de Nabosagame, municipio de Ocampo, Chih; Pihuamo, Jal; placeres de Coyuca y Río del Oro, Gro; etc.

Todos los hombres que se dedican al trabajo y explotación de yacimientos auríferos en este país, saben de sobra que la producción de oro, -- proveniente de depósitos de acarreo o placer, donde las aguas lo han depositado, después de arrastrarlo distancias más o menos cortas desde su criadero original, siempre ha sido escasa o nula, si se compara con la que se obtiene como resultado de la explotación de criaderos auro-argentíferos y cupro-auríferos, principalmente, que son los que sostienen a México como uno de los productores mundiales de este metal.

La gran Sierra Madre Occidental, tan rica en criaderos minerales y de cuyas altas montañas descienden innumerables corrientes acuíferas superficiales que han labrado profundas barrancas en su camino hacia el Océano Pacífico, son las que han efectuado el acarreo de los productos de desintegración de las vetas metalíferas, ricas en oro, dando lugar, como ya se dijo, a la formación de los placeres, depósitos que de preferencia se han encontrado en la vertiente occidental de la Sierra Madre del Pacífico, y que desgraciadamente no han sido hasta la fecha de la importancia que tienen en otras partes del mundo, ya que son relativa-

mente pobres si se les compara con los de Australia o Alaska.

La producción anual de oro en México es muy poca, sin embargo, - la obtenida proviene, ya sea de placeres, vetas, o de criaderos - auro-argentíferos, argento-auríferos, cupro-auríferos, o de yacimientos de metales básicos con leyes de oro. Hay infinidad de minas cuyas vetas plomo-argentíferas o plomo cinc-argentíferas, han rendido fuertes cantidades de oro, al beneficiarse sus minerales.

Así se tiene que las minas de Guanajuato, Pachuca, Noria de San Pantaleón, Sombreretere, Fresnillo, Zacatecas, Parral, Santa Bárbara, Dolores, Santa Eulalia, Indé, Promontorio, El Oro, Guanavecf, Topia, Las Chispas, Alamos, etc., y la mayoría de las minas mexicanas de plata o de -- cobre, plomo y cinc, con leyes de plata y oro, han rendido el mayor volumen de la producción aurífera.

En los criaderos, exclusivamente auríferos, el metal se asocia con cuarzo, y raramente aparece acompañado de otros elementos; en cambio, en -- las vetas de otros metales con ley de oro, las asociaciones mineralógicas son muy variadas.

En los criaderos donde el oro es el objeto de los trabajos, y cuya distribución geográfica se ilustra en el mapa respectivo, es frecuente encontrar que este metal se asocia con plata, dando origen al oroche, llamado por los mineros "oro hembra", por su color pálido, generalmente la fineza de ese oro varía entre 750 y 850 milésimas, conteniendo por lo -

regular un promedio de plata bastante elevado, hasta el 30%. El oro de más de 850 milésimas toma color amarillo más oscuro y se le llama, por los mineros, "oro macho", siendo su proporción de plata mucho menor que la del "oro hembra".

El mineral de vetas auríferas en donde se presenta en asociación con -- otros metales, ensaya leyes muy variables en oro, desde kilos hasta tra zas, y la costeabilidad de recuperar el metal depende de una serie de - factores que gobiernan los costos de operación en minas, plantas de beneficio, administración, transportes, etc.

El aprovechamiento de nuestra riqueza aurífera se ha hecho a través de compañías y de individuos. En el primer caso, desde empresas con capitales muy fuertes hasta pequeñas compañías. Por ejemplo, los gambusi-- nos venden su oro, por lo regular a bajo precio, a compradores locales, recibiendo parte del valor en dinero y la otra en mercancía. Esos compradores o comerciantes locales a su vez, venden el oro que rescatan -- a las agencias de instituciones bancarias, o a joyeros.

En los centros mineros aislados, sobre todo los inmediatos a la frontera, gran parte del oro sale de nuestro territorio como contrabando, dejando así el fisco de percibir los impuestos que le corresponden.

Para el beneficio del metal amarillo existen en el país plantas metalúrgicas que emplean distintos métodos, de acuerdo con la clase de mineral o producto que tratan: Si se opera en pláceres, entonces se procede a - lavar las arenas auríferas, ya sea en simples bateas o bien paleando el material a canalones donde corre agua y captar el oro mediante "rifles".

Si el mineral extraído de las minas procede de vetas cuarzo-auríferas - con oro libre, o mezclado con productos de oxidación, se emplean placas de amalgamación, cianuración, o un método combinado.

Los mineros pobres que en las montañas trabajaban por cuenta propia, benefician su metal moliendo en "tahonas" y amalgamando con mercurio.

Para rescatar el oro contenido en sulfuros de otros metales y que en -- enormes cantidades se producen en el país, éstos se benefician por las compañías fuertes, tratándolos por el sistema de flotación, y los concentrados obtenidos, que llevan el oro, se remiten a las fundiciones -- donde se separan los diversos contenidos metálicos. La mayor parte de este oro se exporta.

Cuando el mineral, además de plata y oro, contiene mercurio, se extraen los metales por lixiviación.

Estadísticas de producción:

La producción mexicana proveniente de criaderos auríferos y cuproauríferos, del beneficio de jales antiguos y principalmente de yacimientos -- argento-auríferos, o de plomo y cinc, con leyes de oro, han sostenido -- al país entre aquellas naciones que más se significan por su producción de oro. En algunos años ha ocupado el octavo lugar, en otros el quinto y en otros el sexto o séptimo.

La mayoría de las entidades mineras de México han venido produciendo -- oro desde hace años. El estado de Durango, en 1953, era el primer productor, contribuyendo con 3040 Kg y el valor calculado en 29 152 388

pesos, aportando el 21.99% del total nacional. Para 1987 encabeza la lista el estado de Guanajuato, con 2 900 Kg, aportando el 36.31% del volumen total.

La contribución que cada entidad aporta de oro, se aprecia en los datos estadísticos correspondientes a los años de 1983 a 1987, que aparecen a continuación:

TABLA # 2
PRODUCCION MINERA DE ORO EN MEXICO POR ENTIDADES FEDERATIVAS(Kg)

ESTADOS:	1983	1984	1985	1986	1987p/
Aguascalientes	5	11	21	19	21
Baja California Norte.....	-	4	-	-	-
Baja California Sur.....	12	34	26	16	18
Coahuila.....	-	1	5	3	3
Chihuahua.....	562	544	514	509	566
Michoacán.....	29	42	42	22	24
Morelos.....	4	4	2	3	3
Nayarit.....	21	56	53	103	115
Oaxaca.....	120	120	189	196	218
Puebla.....	17	3	1	7	8
Querétaro.....	2	1	1	3	3
San Luis Potosí.....	198	187	239	260	289
Sinaloa.....	146	206	240	191	213
Sonora.....	759	834	773	645	717
Durango.....	989	2,374	2,274	948	1,054
Guanajuato.....	1,938	2,493	2,316	2,608	2,900
Guerrero.....	190	277	155	160	178
Hidalgo.....	464	443	421	399	444
Jalisco.....	84	228	467	359	399
México.....	19	20	11	82	91
Zacatecas.....	575	547	514	651	724
Origen desconocido.....	30	-	-	-	-

(CONTINUA PRODUCCION MINERA...)

En la tabla # 3 se muestra la producción de oro en sus diferentes formas de presentación durante el periodo 1983-1987.

PRODUCCION DE ORO (Kg) TABLA # 3

FORMA DE PRESENTACION 1/	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Afinado	5,521	5,509	6,181	5 885	6,392
Barras impuras	352	438	264	712	591
Barras mixtas	840	879	885	978	670
Concentrados	217	232	194	216	314
Anodos				4	
Cascarón de mata CO					
Briza					21

1/Cifras estimadas

p/Cifras preliminares para el año 1987

FUENTE: Dirección General de Minas, S.E.M.I.P.

Durante largos siglos se ha producido oro en México, y el primer dato estadístico se registra entre los años 1521-1540 con 4 200 Kg de producción. Para tener una idea de la producción en volumen y valor que ha producido el país por este concepto, se anexa la tabla 1.2 del apéndice 1).

En los últimos años la producción nacional de oro se ha calculado en -- 7 795 Kg con valor de 58 619 millones de pesos para 1986, observándose así que hay un aumento de 2.5% con relación a los años 87/86. Para --- 1988, la producción fue de 9 098 Kg con valor de 288 618 millones de pesos, aportando el 5.4% de la producción minero metalúrgica de la República Mexicana. El oro que se produce en el país proviene en gran parte del obtenido en forma de vetas, ya sea que el oro haya sido el objeto principal de las explotaciones, o bien que se haya obtenido como --- producto secundario.

El total de la producción anual nacional de oro, es resultado de la suma de las diferentes formas de presentación. Con los siguientes datos de su volumen, y el valor de su producción 1985-1986, se ilustra en la tabla # 4

TABLA # 4

ORO	1985		1986	
	Vol. Kg.	Valor miles de \$	Vol. Kg.	Valor miles de \$
Producción anual	7524	20618644	7795	58619390
Afinado	6181		5885	
Barras impuras cobre	264		712	
Barras mixtas	885		978	
Concentrados de oro y plata	2		4	
Concentrados de cinc	58		131	
Concentrados de cobre	23		86	
Concentrados de plomo	11			

Las exportaciones de oro afinado o en precipitados están prohibidas, en cambio se permiten en otras formas de presentación, siempre y cuando -- contengan menos del 50% de oro. Durante 1986 el monto calculado fue de 1919 Kg las cuales reportaron un ingreso de 14 431 millones de pesos, - en contraste con 1982, en que el volumen fue de 1 443 Kg, con un valor de 3 308 millones.

El consumo en el país, durante 1986 se distribuyó en joyería, decoraciones y en odontología, se calcula en 5 721 Kg con un valor aproximado - de 14 432 millones de pesos, en 1984 fue de 5 519 con un valor estimado de 11 831 millones de pesos aproximadamente. Cabe aclarar que cual---

quier superávit que resulte de la producción menos el consumo, es administrado por el Banco de México, S.A., con el fin de fortalecer las reservas monetarias del país.

En el aspecto de impuestos, el oro está gravado principalmente por el - de producción y exportación. El primero se cobra en especie y el segundo se calcula sobre la base de un 25% del valor oficial.

Existe una reducción al impuesto de producción, como un estímulo para - su fomento, además de disfrutar de todas las concesiones que engloba la actual política de impulso a la minería acordada por los últimos regímenes. Todavía se puede agregar que el elevado precio al que se vende este metal, constituye un aliciente efectivo para aumentar su extracción y beneficio.

La producción mundial de oro se puede apreciar en la tabla # 5.

TABLA # 5
PRODUCCION MUNDIAL 1/ 2/

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987	p/
TOTAL:	1,385,036	1,432,005	1,499,811	1,584,412	1,679,589	
Australia	31,103	37,324	56,919	77,136	99,531	
Canadá	71,530	81,180	85,535	104,508	118,194	
Estados Unidos	60,962	64,073	77,137	116,016	152,407	
Rep. de Sudáfrica	679,611	681,167	670,903	637,933	622,070	
Rep. Popular China	59,096	59,097	60,652	65,317	65,317	
U.R.S.S.	267,490	269,045	270,600	275,266	276,821	
Otros países de economía central	9,331	12,441	9,331	9,331	9,331	
Otros países de economía de mercado	205,905	227,678	268,734	298,905	335,918	

p/Cifras preliminares

1/Producción minera en contenido metálico

2/Cifras estimadas.

FUENTE: Mineral Commodity Summaries, Bureau of Mines, E.U.A.

El consumo internacional del oro puede considerarse como muy relativo, ya que como se ha afirmado, es un producto codiciado por los gobiernos para mantener la estabilidad de sus reservas monetarias o aumentarlas. No obstante, se realizan algunas movilizaciones por países como Estados Unidos, Inglaterra y Alemania Federal. En 1990 en el mercado de Nueva York, se cotiza este metal a 399,70 dólares por onza troy.

PLATA

Generalidades:

Propiedades Físicas:

La plata, cuyo símbolo Ag procede de la palabra latina argentum, está colocada en el nivel $n = 5$, pertenece al grupo I subgrupo B de la tabla periódica, que contiene al cobre y al oro.

Su estado de oxidación más frecuente es $1+$, se presenta sobre todo como metal nativo, como argentita Ag_2S o plata córnea $AgCl$. Es un elemento bastante escaso ($10^{-8}\%$ de la corteza terrestre). Es de la clase de minerales que cristaliza en el sistema cúbico centrado en las caras, se presenta en cristales deformados y grupos arborescentes o reticulados, también en escamas, granos o fibras.

Es de color blanco plata y tiene brillo metálico, a menudo se cubre de una pátina gris oscura o de color pardo. Tiene fractura astillosa y es extraordinariamente dúctil y maleable, en cuanto a estas cualidades, solamente es superada por el oro. Se puede reducir a láminas de .00025 mm de grueso; con 0.1 g de plata puede obtenerse un hilo de 180 mm de largo. Su dureza oscila entre 2.5 y 3.0 según la escala de Mohs, y su peso específico es muy alto 10.5 Funde al soplete y se disuelve en ---
H N O ₃.

Usos:

Su uso más importante ha sido la acuñación de moneda y en la manufactu-

ra de vajillas y joyas. También se le emplea (nitrato de plata) en la elaboración de papel para fotografía, en aparatos eléctricos, en aleaciones, soldaduras y en la industria electrónica. Recientemente se ha estado empleando en la fabricación de aviones Jets, así como en la de cristales fotocromáticos y en extensiones para cohetes utilizados en disparar armas.

Se le puede sustituir por acero inoxidable en algunos utensilios de uso doméstico, tales como cubiertos y cucharas. En la acuñación de moneda es donde ha sido reemplazada en mayor grado; la aleación cobre-níquel es ampliamente aceptada para elaborar moneda fraccionaria; además, los sistemas financieros modernos han hecho que pierda importancia la acuñación de plata y únicamente se recurre a ella en forma marginal como instrumento para regular el mercado.

Historia.

La plata figura entre los metales que fueron conocidos desde tiempos remotos por el hombre, el descubrimiento de este metal fue bastante posterior al del oro. El pueblo indostánico conocía el oro y los cinco metales (plata, cobre, plomo, estaño y hierro) y en las sagradas escrituras son repetidas las alusiones y citas relativas a la plata.

Los alquimistas árabes, que con su lenguaje místico la representaban con el dibujo de la luna en cuarto creciente, sabían del valor de la plata y la búsqueda de la pequeña piedra filosofal era sólo para esto, para transformar los metales innobles en plata pura.

El descubrimiento de América, trajo como consecuencia incorporar a Europa enormes cantidades de este metal, existente en el nuevo continente, y la plata fue el principal metal que transportaron los galeones españoles a su regreso de La Nueva España. En Bolivia, Perú, México, entre -- otros lugares fue donde se encontraron yacimientos al parecer inagotables de este metal precioso.

Los fenicios descubrieron la plata en España, y de su abundancia da el hecho de construir anclas para sus barcos con el metal que encontraron en México.

La plata, casi siempre contiene pequeñas cantidades de otros elementos: oro, cobre, mercurio, bismuto, antimonio, etc., aunque la plata nativa es frecuente, la mayor parte de ella proviene de otros minerales que la contienen, especialmente sulfuros. En la actualidad, el primer productor de plata en el mundo es México (40% del total) con sus yacimientos en Guanajuato. La mayor pieza de plata nativa que se conoce se encontró en Canadá y pesaba unos 800 Kg. Otros yacimientos importantes están en Chile (Copiapó y Chañarcillo), Bolivia (Potosí), Australia, Noruega, Alemania, U.R.S.S., Birmania, Perú y España.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS:

Los yacimientos de plata en México se presentan, por una parte, a lo largo de la Sierra Madre Occidental, desde Sonora hasta Tehuantepec, y en toda su anchura, y por otra, en el centro de la nación se han localizado en dos grandes unidades geográficas de la Altiplanicie Mexicana; -- en la porción norte, las numerosas minas de plata de los estados de Chi

huahua, Coahuila y Durango; y en la parte central y sur en sierras como la de Zacatecas, Zac; Guanajuato, Gto; Pachuca, Hgo; Sierra de Querétaro, Qro; etc.

El número de minas de plata, famosas en la historia mexicana es muy -- alto, como la de los distritos mineros de Pachuca, Hgo; Fresnillo, Zac; Santa Eulalia y Parral, Chih; , y entre las minas famosas también se encuentran: La Valenciana, sobre la veta madre de Guanajuato, que por muchos decenios se consideró como la mejor y más notable mina productora de plata en el mundo; las minas de Santa Eulalia, próximas a la ciudad de Chihuahua y el mineral de Batopilas, Chih, donde ha existido plata nativa en grandes cantidades.

También son dignas de mencionar: La Mina de Guadalupe de Los Reyes, -- Cosalá, Sin; La Mina de Proaño, Fresnillo, Zac; La Mina de Veta Negra, Sombrerete, Zac; la Mina de San Pantaleón, Sombrerete, Zac; y las Minas Catorce, S.L.P.; entre otras que han producido cantidades enormes del metal argentífero.

Comparando el mapa correspondiente de los criaderos de plata de México, con otro mapa de vías de comunicación, se notará que la mayor parte de los grandes centros mineros que producen dicho metal cuentan con facilidades de comunicación, pues por lo general se trata de importantes unidades de trabajo y población.

Los yacimientos argentíferos mexicanos se han encontrado asociados a -- rocas de orígenes distintos: Sedimentarias, ígneas y metamórficas.

Corresponden a los primeros, entre otros muchos, los de la porción occidental de la Sierra del Aló, Jal; Noria de San Pantaleón, municipio de Sombrerete, Zac; Sierra Mojada, Coah., etc.

Los depósitos argentíferos, asociados con rocas ígneas son muy numerosos y se han descubierto preferentemente a lo largo de la Sierra Madre Occidental o en la Altiplanicie, como ejemplos típicos de estos yacimientos podemos mencionar: Batopilas y Parral, Chih: Zacatecas, Zac; - Guanajuato, Gto; Pachuca, Hgo, entre otros importantes centros productivos.

Finalmente, entre los yacimientos que se asocian parcialmente con formaciones semimetamórficas se pueden mencionar las de Taxco, Gro; y las de Temascaltepec, Méx.

Aunque en nuestro país los depósitos puramente argentíferos son innumerables, localizados en las zonas mencionadas, se debe decir que una gran cantidad de la plata producida procede de minas donde también se extraen enormes cantidades de minerales de cobre y cinc, con leyes variables de oro en los estados de Chihuahua, Coahuila, parte de Durango, Zacatecas y San Luis Potosí.

En los criaderos, esencialmente argentíferos, los minerales aparecen formando los siguientes sulfuros: Argentita (Ag_2S), pirargirita ($Ag_3Sb S_3$), proustita (Ag_3AsS_3), estefanita ($Ag_5Sb S_4$) y polibasita ($Ag,Cu)_9As S_6$.

En las minas de plata es frecuente encontrar a otros metales en forma de sulfuros, principalmente de plomo, cinc, fierro y cobre, que abundan

en la zona de los sulfuros, en tanto que en las de enriquecimiento secundario, las minas mexicanas han rendido enormes cantidades de cloruros y bromuros, plata nativa, o en forma de sulfoantimonitos y sulfoarsenitos de plata.

La explotación de las minas argentíferas se ha hecho, invariablemente, mediante obras mineras subterráneas consistente en túneles, socavones, tiros, alevantes, etc., ajustando los métodos de explotación a los que se requiere en la morfología y peculiaridad de los yacimientos en disfrute.

Como toda la producción de plata en México se obtiene como un subproducto del beneficio de sulfuro de plomo, cobre y cinc, que la contienen en proporciones variables, es difícil precisar el monto de las reservas nacionales, pero estimativamente podrá señalarse de 23 millones de toneladas con leyes promedio de 250 g.

Para el beneficio de minerales de plata se dispone de buen número de plantas de cianuración, para minerales oxidados con leyes de oro, y flotación para sulfuros, obteniéndose concentrados que posteriormente se remiten a las plantas metalúrgicas donde se funden y se afinan.

De todos los estados donde se encuentran depósitos argentíferos, 23 de ellos producen plata desde hace muchos años. El estado de Hidalgo, en 1942, era el primer productor con 807 513 kilogramos, contribuyendo con el 32.43%, para 1954 encabezó la lista el estado de Chihuahua con 399 929 kilogramos, aportando el 30.39% de la producción nacional. En 1987 es el estado de Zacatecas quien encabezó la lista con 771 071 Kg.

contribuyendo con el 31.93%.

En la tabla # 6 se aprecia la importancia absoluta y relativa que guardan en la actualidad los estados productores de plata (1983 - 1987).

En la tabla # 7 se muestra la producción de plata en sus diferentes presentaciones, durante el periodo de 1983 a 1987.

TABLA # 6

PRODUCCION MINERA DE PLATA EN MEXICO, POR ENTIDADES FEDERATIVAS (Kg)

ESTADOS:	1983	1984	1985	1986	1987	P/
T O T A L	1,978,399	2,343,334	2,275,723	2,418,372	2,414,954	
Agascalientes	5,128	6,423	8,309	10,634	10,626	
Baja California Norte		47	3			652
Baja California Sur	316	608	920	14,801	14,780	
Coahuila	63,916	55,916	42,227	432,363	431,745	
Chihuahua	367,008	408,219	388,094	164,041	163,806	
Durango	167,396	265,606	266,356	156,696	156,465	
Guanajuato	157,089	175,040	146,326	113,526	113,358	
Guerrero	110,372	117,529	96,109	116,022	115,870	
Hidalgo	132,006	138,299	142,160	183,779	183,512	
Jalisco	49,641	64,429	74,328	33,170	33,133	
México	18,270	22,587	22,055	31,938	31,902	
Michoacán	19,653	33,394	37,747	10,997	10,988	
Morelos	12,355	11,615	11,221	14,684	14,659	
Nayarit	4,509	7,758	10,649	54	48	
Nuevo León	64	10	4	11,209	11,181	
Oaxaca	7,890	10,814	11,864	154	145	
Puebla	264	19	18	37,695	37,649	
Querétaro	35,031	36,056	38,046	113,816	113,648	
San Luis Potosí	81,430	93,071	96,034	7,901	7,842	
Sinaloa	22,900	29,851	24,135	162,047	161,826	
Sonora	197,820	250,804	207,032	39	48	
Tamaulipas	793	631	67	772,151	771,071	
Zacatecas	524,413	614,299	654,768			
Origen desconocido	135	309	51			
FORMA DE PRESENTACION 1/						
AFINADA	1,663,634	1,649,202	1,917,559	1,936,518	2,142,280	
BARRAS IMPURAS	107,790	156,242	76,989	224,670	156,463	

PLATA(Kg)		TABLA # 7				
FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/	
BARRAS MIXTAS	49,513	55,055	57,064	66,880	45,257	
CONCENTRADOS	89,902	119,821	98,255	73,896	61,948	
OTROS PRODUCTOS METALURGICOS		6,370	3,092	1,088	5,675	
CASCARON DE MATA CO BRIZA					3,331	

1/CIFRAS ESTIMADAS

p/CIFRAS PRELIMINARES PARA EL AÑO 1987

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, A.E.M.I.P.

La producción de plata en 1986 fue de 2 303 142 Kg, con valor de 248 148 millones de pesos; en 1987 fue de 2 414 954 Kg, con valor de --- 756 156 millones, mientras la producción 87/86 creció 4.9%, el valor aumentó considerablemente 204.7%. Para 1988 la producción estimada fue de 2 358 907 Kg, con valor de 1 115 940 millones de pesos.

Por lo que se refiere a las empresas productoras destacan: Asarco Mexicana, S.A.; Cfa. de Real del Monte; y Pachuca, S.A.; Minera Frisco, - S.A.; Minas de San Luis, S.A.; y Cfa. Fresnillo, S.A.

Las exportaciones, en 1986, sumaron 1 931 464 Kg, con valor estimado de 208 102 millones de pesos, por este concepto el mayor volumen de la plata exportada se realizó con la presentación de plata afinada.

En la tabla # 8 se muestra la exportación y los principales países demandantes.

TABLA # 8
KILOGRAMOS 1/

PLATA(EXPORTACION)

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
PLATA AFINADA SIN ELABORAR	1,386,307	1,473,880	1,484,243	1,576,969	1,661,441
Alemania República Democrática	42,910	-	-	-	-
Brasil	20,747	1,691	2,326	2,986	8,435
Estados Unidos	677,722	1,034,414	1,163,016	1,374,181	1,332,701
Francia	51,967	25,325	-	-	-
Japón	343,309	273,769	318,901	199,802	274,515
Reino Unido	149,107	48,681	-	-	45,790
Suiza	100,545	90,000	-	-	-

p/CIFRAS PRELIMINARES
1/EN CONTENIDO METALICO

FUENTE: INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

Las importaciones realizadas en México son por concepto de plata -- transformada en alambres y laminillas finas, siendo los principales -- proveedores Estados Unidos y Suiza.

El consumo interno de plata para 1986 fue de 438 174 Kg, que representa la quinta parte de su producción con un valor de 47 210 millones de pesos, esta cantidad más las exportaciones, arroja un volumen mayor al de producción, que se supone fue obtenida de los almacenamientos del Banco de México.

La producción de plata en el mundo puede apreciarse en la tabla # 9, donde México participa como primer productor.

TABLA # 9
 PRODUCCION MUNDIAL I/
 (KILOGRAMOS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987	P/
T O T A L	12,150,108	12,272,614	12,830,790	13,021,405	13,394,489	
Canadá	1,107,284	1,169,491	1,209,926	1,219,257	1,244,140	
Estados Unidos	1,349,891	1,380,995	1,225,478	1,063,739	1,181,933	
México	1,910,839	1,986,690	2,152,959	2,303,142	2,414,954	
Perú	1,378,685	1,757,347	1,878,651	1,925,306	1,928,417	
U.R.S.S.	1,468,085	1,474,305	1,489,858	1,499,188	1,492,968	
Otros países de economía central	1,041,967	948,656	1,172,602	1,231,698	1,244,140	
Otros países de economía de mercado	3,533,357	3,555,130	3,701,316	3,779,075	3,887,937	
P/Cifras preliminares						
1/Producción minera en contenido metálico						

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A., Y
 DIRECCION GENERAL DE MINAS S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO)

En el mercado de Nueva York, la plata, en 1990, se cotizó en 5.14 dólares por onza troy.

TABLA # 9
 PRODUCCION MUNDIAL 1/
 (KILOGRAMOS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L	12,150,108	12,272,614	12,830,790	13,021,405	13,394,489
Canadá	1,107,284	1,169,491	1,209,926	1,219,257	1,244,140
Estados Unidos	1,349,891	1,380,995	1,225,478	1,063,739	1,181,933
México	1,910,839	1,986,690	2,152,959	2,303,142	2,414,954
Perú	1,378,685	1,757,347	1,878,651	1,925,306	1,928,417
U.R.S.S.	1,468,085	1,474,305	1,489,858	1,499,188	1,492,968
Otros países de economía central	1,041,967	948,656	1,172,602	1,231,698	1,244,140
Otros países de economía de mercado	3,533,357	3,555,130	3,701,316	3,779,075	3,887,937

p/Cifras preliminares

1/Producción minera en contenido metálico

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A., Y
 DIRECCION GENERAL DE MINAS S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO)

En el mercado de Nueva York, la plata, en 1990, se cotizó en 5.14 dólares por onza troy.

METALES INDUSTRIALES NO FERROSOS:

Introducción:

El antimonio, bismuto, cadmio, cinc, cobre, estaño, mercurio, molibdeno, plomo y wolframio son los diez minerales metálicos que forman el importante grupo de los metales industriales no ferrosos, quienes en los últimos cincuenta años han superado la importancia de los metales preciosos.

Todos los elementos metálicos citados en el párrafo anterior, son sólidos y se encuentran en la naturaleza en forma combinada, excepto el mercurio que es líquido y se puede encontrar al estado nativo.

Las aleaciones son el producto comercial más importante de este grupo de metales: El latón, bronce, la plata alemana, el metal monel, entre muchas.

No se puede dejar de mencionar su importancia como "elementos" de aleación con el acero, el cobre, plomo, molibdeno, estaño, tungsteno y cinc. Estos aceros de aleación se caracterizan por poder resistir tensiones sumamente fuertes, calor y desgaste. Suelen usarse para fabricación de ejes, cigueñales, bielas, palas de hélices, marmitas de presión y máquinas herramienta de toda clase.

Los minerales metálicos de este grupo se producen en México en cantidades suficientes para satisfacer el consumo interno, existiendo además excedentes para su exportación. La producción de estos metales no ferrosos, representa la minería mexicana tradicional y la --

que incluye más operaciones medianas y pequeñas.

En México, donde la minería ha desempeñado un papel importante en su economía, sigue siendo en la actualidad, el cuarto país en la lista de los productores de cinc, y quinto lugar en plomo; tercero en antimonio y segundo en bismuto.

La producción de los principales minerales metálicos y no metálicos en explotación desde 1891 hasta 1983, se aprecia en el cuadro VI del apéndice III.

En 1988, los metales industriales no ferrosos aportaron el 48.1% del volumen total de la producción minera metálica nacional, calculada en 2 588 063 millones de pesos. Correspondiendo al cobre el 27%; cinc el 12.6%; plomo el 5.4%; molibdeno y cadmio el 1%.

Para mayor información sobre las estadísticas de producción de metales industriales no ferrosos ver apéndices I y III.

Actualmente el país es autosuficiente en la mayor parte de sus requerimientos de metales industriales no ferrosos, disponibles en territorio nacional. Existen muchos proyectos para instalar nuevas plantas afinadoras que disminuirán la exportación de concentrados, evitando el pago de flete, maquilas, etc.

ANTIMONIO

Generalidades:

El antimonio, cuyo símbolo Sb procede de stibium, nombre latino de su sulfuro, está colocado en el período $n = 5$, pertenece al grupo V del sistema periódico y es un miembro del subgrupo A que contiene el bismuto.

Sus estados de oxidación son $3+$ y $5+$ combinado con el oxígeno en estado de óxido antimonioso (trióxido o sesquióxido: Sb_2O_3 y Sb_4O_6) se presenta en las flores de antimonio blanco o valentita, y con estado de oxidación $5+$ formando el óxido antimónico o pentóxido. El sistema cristalino más importante del antimonio es el romboédrico (ro).

Propiedades físicas:

Metal	Antimonio
Símbolo	Sb
Número atómico	51
Distribución electrónica	2, 8, 18, 18, 5
Peso atómico	121,76
Densidad g/ml	6.69
Estructura cristalina	Negra: tetraedros piramidal, amarilla
Radio metálico A	1,41
Conductividad térmica	0,0538
Cond. Elect. específica	--
Resistividad eléctrica	39
Punto de fusión °C	630,5
Calor de fusión Kcal/mol	4,74
Punto de ebullición °C	1637
Calor de vaporización Kcal/mol	16,23

El antimonio es un metal blanco azulado, con superficie brillante y estructura laminar granulosa, según haya sido enfriado con rapidez o lentitud. Por solidificación parcial se puede obtener el antimonio en romboedros obtusos que se aproximan mucho al cubo.

Es un metal muy quebradizo, susceptible de ser pulverizado fácilmente, y débil conductor del calor y la electricidad.

La propiedad física más importante es la de dilatarse cuando solidifica, propiedad que presentan también sus aleaciones. A temperatura ordinaria no es atacado por el aire, pero se oxida con facilidad al fundir y arder a la temperatura del rojo, a temperaturas mayores, se combina con los grupos del azufre, fósforo y arsénico.

El antimonio tiene tres modificaciones: 1) La forma ordinaria y cristalina; 2) Una modificación amorfa de color amarillo; 3) El antimonio amorfo que es explosivo.

Este elemento no es muy abundante en la naturaleza (0.0001% de la corteza terrestre). En estado nativo se presenta en pequeñas cantidades, a veces en cristales romboédricos.

Usos:

En forma de compuestos, óxidos y sales, el antimonio tiene una amplia gama de aplicaciones industriales. Aleado con plomo se utiliza en placas para baterías, bombas, tubos y recubrimientos de tanques para productos químicos y protección de cables. La función del antimonio en estas aleaciones es la de incrementar la resistencia física y reducir -

la corrosión.

Además, el antimonio aumenta la dureza, disminuye fracturamientos, permite la nitidez y disminuye el punto de fusión en el material de impresión.

En la fabricación de tuberías, láminas y otros productos, en los cuales el antimonio se emplea actualmente como material endurecedor, puede sustituirse en gran parte por aleaciones de calcio-plomo y plomo-telurio. También ha sido en parte, por los plásticos (polietileno) en el recubrimiento para cables. Los acumuladores consumen más metal de antimonio que cualquier otro uso.

Historia.

El antimonio en forma de sulfuro fue conocido desde tiempos remotos. Su descubrimiento se debe al pueblo caldeo, y lo prueba el haber hallado objetos de antimonio puro en los restos de sus civilizaciones.

También fue usado por las mujeres egipcias que tenían la costumbre de pintarse los ojos con estibina para agrandarlos aparentemente.

La palabra antimonio se aplica por primera vez hacia el 1100, por Constantino el Africano, y el libro de Basilio Valentino "Carro triunfal del Antimonio", publicado en 1624, es un verdadero tratado de este metal y de sus sales y combinaciones.

La etimología de este nombre es confusa, para algunos deriva de la voz griega antimonio, opuesto a la soledad, por estar siempre asociado con otros minerales.

Los minerales de antimonio de importancia comercial son estibnita Sb_2S_3 , que es el sulfuro más abundante de este metal, y los productos de descomposición que ordinariamente se hallan con ella, asociados y a veces la sustituyen por completo, son la kermesita (antimonio rojo), la valentita, la senarmentita y la cervantita, la antimonita o estibina se presenta en masas cristalinas de color gris plomo e intenso brillo metálico. Es el mineral más fácilmente fusible, número 1 en la escala de Kobell, ya que lo hace con la llama de una cerilla.

La estibnita (Sb_2S_3), se encuentra en vetas que de ordinario tienen 10 a 15 cm de espesor, pero en algunas minas ricas, como en Nevada, U.S.A. el espesor excede a un metro.

La ganga está constituida por cuarzo con alguna cantidad de dolomita o magnesita ferruginosa y espatopesado, de los cuales el sulfuro solo se puede separar a mano por fusión, se pueden encontrar gangas de antimonio en vetas de 10-15 cm de espesor y a veces hasta de 1 metro.

Entre los lugares del mundo que se destacan por presentar minerales de antimonio en cantidades beneficiables se pueden mencionar: México, Japón, Borneo, California, Canadá, Estados Unidos, Australia, Asia Menor, Italia, Portugal y España.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Según los datos que se disponen, los criaderos de antimonio se han encontrado en gran número de localidades del país. Como queda ilustrado en el mapa anexo, sobre la situación de yacimientos que se acompaña -

a este trabajo.

Geográficamente, los depósitos de antimonio se localizan de preferencia en el centro de la República, pero también existen algunos de mucha importancia en estados de la costa del Pacífico. Los estados donde se encuentra antimonio en México son: Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San -- Luis Potosí, Sonora, y Zacatecas, así como en el territorio de Baja California.

Morfológicamente, los depósitos de antimonio son importantes, ya que -- presentan una variedad de modos de formación, cosa de sumo interés, por que de ello han dependido los métodos de explotación empleados y los -- éxitos o fracasos registrados.

Mineralógicamente, los yacimientos de antimonio se asocian en ocasiones a los criaderos de mercurio, o bien a algunos de plomo, pero en tales -- casos, según la experiencia, no revisten gran valor como fuentes produc-- toras de antimonio.

Los depósitos de antimonio contienen preferentemente sulfuros: estibnita (Sb_2S_3), u óxidos, siendo el principal la cervantita ($Sb_2O_3 \cdot Sb_2O_5$). -- Es frecuente que la proporción de óxidos sea superior a la de sulfuro. En algunos yacimientos además se han encontrado minerales raros de anti-- monio, como en el caso de El Antimonio, Son., donde hace poco el Dr. -- B. Mason descubrió una nueva especie mineralógica: La bystromita --- ($MgSb_2O_6$).

Respecto a la calidad, los minerales de antimonio que se explotan deben ser de alto contenido de Sb a fin de llenar los requisitos de los compradores. La carga se ha venido dividiendo como sigue: Mineral de primera, con más de 38% y mineral de segunda con un contenido de antimonio metálico que varía desde 25 a 37%. A últimas fechas se ha estado aceptando carga con un mínimo de 30% de Sb.

En las minas de antimonio del país existen enormes tonelajes de material de baja ley, frecuentemente mezclados con sílice que constituye una riqueza inaprovechable porque hasta la fecha, y como se trata en su mayoría de óxidos, no se ha encontrado la manera de beneficiarlos por concentración.

Las minas de La Mixteca, en Oaxaca, debido a su lejanía no pueden mandar sino mineral con contenido mínimo de 43% de antimonio.

Extracción:

Las explotaciones en las minas de antimonio se hacen generalmente por medio de labrados subterráneos, pero en algunos casos se ha podido llevar a cabo métodos que resultan más económicos: A cielo abierto, por re bajos en bancos, como se hace en Los Tejocotes, Oax., donde también hay obras subterráneas. Generalmente las minas de antimonio son poco profundas y no muy desarrolladas.

México es el primer productor de antimonio en el mundo. En 1987 la pro ducción mundial fue de 56 540 toneladas, de las cuales México aportó el 5.02%, equivalente a 2 839 toneladas, con un valor estimado ---

en 9 428 millones de pesos.

La historia de la minería del antimonio en México, data desde el último decenio del siglo pasado, pero no se le dió la debida importancia -- por no ofrecer el antimonio un aliciente de fuerza para inducir a su explotación.

Según las estadísticas de la producción mexicana de antimonio, se calcula que se han producido cerca de 265 000 toneladas de 1893 a 1954.

El volumen y valor de la producción de antimonio se deduce de los cuadros estadísticos de la producción minero metalúrgica de años recientes (1970-1988), los que se encuentran integrados por datos proporcionados por las empresas y recopilados por la Dirección General de Minas, con cálculos realizados por el Consejo de Recursos Naturales No Renovables.

El valor de la producción está calculado en base a los precios oficiales establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y los datos referentes a su exportación son proporcionados por el Instituto Mexicano de Comercio Exterior.

El volumen y valor de la producción de antimonio en años recientes (1970-1988) se ilustra en la tabla # 10.

TABLA # 10
PRODUCCION MEXICANA EN VOLUMEN Y VALOR
(1970 - 1988)
ANTIMONIO

ARO	VOLUMEN TONS.	VALOR MILLONES DE PESOS
1970	4468	317.2
1971	3361	65.3
1972	2976	46.1
1973	2388	48.1
1974	2407	145.8
1975	3137	138.5
1976	2546	136.9
1977	2698	172.4
1978	2457	126.9
1979	2872	185.4
1980	2176	150.0
1981	1800	125.3
1982	1565	181.3
1983	2519	544.5
1984	3064	1 449.3
1985	4266	2 770.1
1986	3337	5 142.9
1987	2839	9 427.9
1988	2185	12 464,0

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS.
CONSEJO DE RECURSOS MINERALES (INVESTIGACIONES DIRECTAS)

El total de la producción anual de antimonio se presenta en la tabla ---
11, con datos de los últimos seis años que son datos típicos de la --
producción nacional.

TABLA # 11
TOTAL DE PRODUCCION ANUAL DE ANTIMONIO
(TONELADAS)

PRODUCTO Y FORMA DE PRESENTACION	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Afinado		394	216	370	268	214
Impuro		290	742	1 272	736	457
Plomo antimonial		1 098	949	1 053	951	931
Minerales		737	1 157	1 054	1 382	1 237
Concentrados	--	--	--	517	--	--
T O T A L		2 519	3 064	4 266	3 337	2 839

Las compañías productoras de antimonio más importantes son: Cía. Minera y Refinadora Mexicana, S.A.; Minera Asarco, S.A.; Minera del Futuro, -- y Zinc Nacional, S.A.

Aproximadamente el 75% de la producción nacional de antimonio se exporta a Estados Unidos. El volumen correspondiente a 1986 fue de 2 455 toneladas con valor de 3 784 millones de pesos.

El consumo interno durante el periodo de 1993-1988 ha sido en promedio - de 800 toneladas anuales.

Este mineral disfruta de los beneficios que otorga la ley referente a la reducción automática del 50% en los impuestos de producción y exportación siempre y cuando las empresas sean mexicanas o mexicanizadas. Asimismo, goza de subsidios hasta del 40% en el impuesto sobre la renta, tendiente a fomentar la explotación de nuevas minas y rehabilitación de las abandonadas.

La producción mundial de antimonio durante el periodo de 1983 a 1987 que da resumida en la tabla # 12.

TABLA # 12
PRODUCCION MUNDIAL
(TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	49,330	54,462	56,268	59,238	56,544
Bolivia	10,523	9,707	8,618	10,297	9,072
Estados Unidos	760	505	-	-	-
México	2,519	3,064	4,266	3,337	2,839
República de Sudáfrica	6,302	8,981	7,394	7,439	7,257
Yugoslavia	1,361	898	1,270	1,179	1,089
Otros países de economía central	19,550	24,812	9,318	25,401	25,401
Otros países de economía de mercado	8,315	6,495	25,402	11,585	10,886

p/Cifras preliminares

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A.,
DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO)

El total de la producción nacional de antimonio es resultado de la suma de sus diferentes formas de presentación, como se muestra en la tabla - # 13 durante el periodo 1983-1987.

TABLA # 13
TOTAL DE PRODUCCION ANUAL DE ANTIMONIO
(TONELADAS) 1/

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Afinado	394	216	370	267	214
Barras impuras	290	742	1,272	736	457
Concentrados	-	-	517	-	-
Minerales	737	1,157	1,054	1,383	1,237
Plomo antimonial	1,090	949	1,053	951	1,931
T O T A L	2,519	3,064	4,266	3,337	4,839

p/Cifras preliminares

1/En contenido metálico

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.

Los principales países consumidores de antimonio son: Estados Unidos,- Gran Bretaña, Japón, República Federal Alemana y Francia.

Dada la irregularidad de los yacimientos de antimonio, se estima que - jamás podrá saberse el monto de las reservas con que México cuenta. So bre este mineral, dado que aparece en forma discontinua, minándose don de se encuentra. Sin embargo, el Consejo de Recursos No Renovables ha estimado una reserva de antimonio en 147 mil toneladas con una ley pro medio de 30%.

BISMUTO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	Bi
Número atómico	83
Distribución electrónica	2, 8, 18, 32, 18, 5
Peso atómico	209
Densidad g/ml	9.8
Estructura cristalina	Hexagonal
Radio metálico °A	1.52
Conductividad térmica	0.0177
Resistividad eléctrica	110
Punto de fusión °C	271.3
Calor de fusión Kcal/mol	2,6
Punto de ebullición °C	1559
Calor de vaporización Kcal/mol	36,2
Color	Blanco, plateado o rojizo
Solubilidad	Insoluble en agua, soluble en agua regia, H ₂ SO ₄ conc. y HNO ₃
Dureza	2.5
Calor específico Cal/mol	0,029
Electronegatividad (Pauling)	1.9
Estados de oxidación	3-, 3+, 5+

En estado nativo, el bismuto se encuentra junto con otros minerales de plomo, plata, oro, y otros metales, la cantidad en la corteza terrestre se calcula en $1.5 \times 10^{-7}\%$.

Metal poco duro, frágil, pulverizable, se dilata al solidificarse en un 3.32% es el menos magnético de todos los metales, posee alto efecto ter

moeléctrico. Es el elemento más metálico de su grupo (V A). La resistencia eléctrica del metal sólido aumenta con la presión y disminuye con la tensión, su resistencia es mayor en el estado sólido que en el estado líquido. El efecto hall (aumento de la resistencia bajo la influencia de un campo magnético) es mayor en el bismuto que en los demás metales. La adición de otros metales en cantidades muy pequeñas al bismuto, reduce el efecto hall a valores muy bajos.

Las aleaciones de bajo punto de fusión que contienen menos de 48% de -- bismuto, se contraen al solidificarse, y las que contienen más de 55% -- se dilatan al pasar al estado sólido.

Usos.

Forma aleaciones con: Pb, Sn, Sb, Cd, In, las cuales funden a temperaturas reducidas, se usa en la elaboración de soldaduras de bajo punto de fusión, que a su vez se usan en la manufacturación de rociadores automáticos contra incendio, fusibles eléctricos, aparatos de alarma de fuego y tapones de seguridad en las calderas de vapor, interviene en menor -- proporción en la fabricación de metales estereotipo y en el templado de acero. En forma de sales se emplea en la industria química y farmacéu--tica.

El bismuto metálico se usa muy poco a causa de sus malas propiedades mecánicas, pero se consumen grandes cantidades del metal y de aleaciones de bismuto como agentes de adición al hierro, el acero, acero inoxida--ble y otros tipos, se usan para producir piezas fundidas y forjadas que se pueden trabajar más fácilmente a máquina. Las aleaciones de bis-

muto se emplean también para la elaboración de moldes exactos como para máquinas grabadoras, moldes para plásticos y cavidades irregulares, para modelos de cera.

Otros usos diversos son: baños de temperatura constante para autoclaves, cierres líquidos para hornos de recocido y nitruración, rellenos para curvar y moldear tubos de paredes delgadas; para fabricar contraelectrodos en rectificadores de selenio y ciertos tipos de municiones.

Historia.

Desde 1480 existen en el museo de Nuremberg objetos decorados con bismuto metálico. En épocas anteriores lo confundían con antimonio, con cinc y plomo. La primera mención que se hizo del metal fue hacia 1505, en que el burgoense de Friburgo habla del wysmud ertz.

También Paracelso hace una vaga alusión del metal por esas fechas.

El gran metalurgo, Alvaro Alonso Barba, en su obra Arte de los Metales, publicada en 1640 dice a propósito del bismuto "hace unos pocos años, en las montañas de Sudnos, en Bohemia, se ha descubierto un metal comprendido entre el estaño y el plomo, pero diferente de ellos...", -- fue hasta 1700 cuando Neumann reconoce la naturaleza de este metal.

La etimología del nombre bismuto, parece derivar de weissmuth (materia blanca), nombre con que los mineros alemanes denominaron a la bismuta -- derivada árabe bi-majht, que funde como resina.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

En México, los yacimientos de bismuto se encuentran en los siguientes - estados de la República: Durango, Querétaro, San Luis Potosí, Coahuila de Zaragoza, Mor., y Puebla.

PRODUCCION.

En México se produce en forma metálica y proviene de impurezas contenidas en los minerales de plomo.

En México la producción de bismuto, en 1983, fue de 545 toneladas y para 1987 llegó a 1 012 toneladas, pero para 1988 se registró un decremento en la producción, siendo esta de 958 toneladas, cuyo valor fue de - 23 576 millones de pesos, el decremento fue de 5.3%.

En 1987, la exportación en bruto de bismuto fue de 867 toneladas, se -- destinaron: 149 a Bélgica-Luxemburgo y 718 para Estados Unidos. Mundialmente, el metal se produce principalmente en Australia con 1 089 toneladas; México con 1 012 toneladas; Perú con 907 toneladas; Japón con - 635 toneladas en 1987. La producción mundial en este año fue de 4 370 toneladas.

Extracción.

Los principales minerales que contienen bismuto son:

Bismutina (Bi_2S_3), bismita (Bi_2O_3), bismutita ($\text{BiO})_2\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, y tetradimita ($\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$).

Se emplean diversos métodos para desbismutizar el plomo, ya que el bis-

muta es una impureza perjudicial en el plomo refinado, se puede eliminar por métodos como procedimiento Betterton-Kroll, por refinación electrolítica y por cristalización. Se describirá aquí solo el primero.

Procedimiento Betterton-Kroll: Se opera con el plomo desplutado que contiene bismuto. En el plomo fundido en calderas de acero se introduce calcio metálico junto con magnesio, se agita suavemente, formando compuestos intermetálicos con punto de fusión elevado que se separan en forma de escorias flotantes. Se deja enfriar el plomo hasta una temperatura próxima a la de fusión y se separa la escoria desnatando el líquido. El Ca y Mg que quedan en el plomo se separan tratando el plomo fundido con cloro gaseoso o con una mezcla fundida de cloruros de plomo y cinc y se cuela como plomo refinado.

Las natas de calcio y magnesio se licuan en una caldera para separar el plomo metálico, el residuo se funde en un horno de reverbero, se trata con cloruro para separar el Ca y Mg y se funden en forma de lingotes de plomo-bismuto que se envían a la refinería de bismuto para la extracción de este metal, donde se funde en calderas y se trata en repetidas ocasiones con sosa cáustica fundida para eliminar impurezas.

De la tabla No. 14 a la 17 se muestra el perfil de la producción nacional y exportación en sus diferentes formas de presentación, así como la importación y producción mundial del bismuto.

TABLA # 14
PRODUCCION 1/
TONELADAS

BISMUTO

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Afinado	404	354	391	519	561
Impuro	141	79	534	230	451

p/Cifras preliminares

1/En Contenido metálico

TABLA # 15
EXPORTACION
TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Bismuto en concentrados	1,825	-	15	-	-
Estados Unidos	1,825	-	15	-	-
Bismuto en bruto	217	203	135	113	867
Bélgica-Luxemburgo	178	112	75	94	149
Estados Unidos	39	71	22	19	718
Reino Unido	-	20	38	-	-

p/Cifras preliminares

1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, SPP.
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN

TABLA # 16
IMPORTACION

TONELADAS 1 /

BISMUTO FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Bismuto	80	632	134	21	-
Chile	-	-	-	21	-
Estados Unidos	80	632	134	-	-

p/Cifras preliminares
1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, SPP
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA,
SECOFIN

TABLA # 17
PRODUCCION MUNDIAL 1/
(TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
TOTAL 2/	3,997	3,772	4,600	3,918	4,370
Australia.	1,501	1,501	1,106	998	1,089
Bolivia.	5	5	91	81	91
Canadá.	200	200	227	199	91
Japón.	572	562	635	635	635
México.	545	433	925	749	1,012
Perú.	612	526	771	680	907
República de Corea.	91	91	91	100	91
Otros países de economía central.	471	454	454	476	454

p/Cifras preliminares
1/Producción minera en contenido metálico
2/No incluye la producción de Estados Unidos

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A.
DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO).

CADMIO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	Cd
Número atómico	48
Distribución electrónica	2, 8, 18, 18, 2
Peso atómico	112,41
Densidad g/ml	8.64
Estructura cristalina	hexagonal
Radio metálico °A	1.413
Conductividad térmica	0,221
Cond. Elect. específica	13.2 10
Resistividad eléctrica	7.5
Punto de fusión °C	320.9
Calor de fusión Kcal/mol	1.46
Punto de ebullición °C	765
Calor de vaporización Kcal/mol	23,86
Color	Plateado, metálico
Solubilidad	Insoluble en agua, soluble en ácido y en nitrato de amonio.
Dureza (Monhs)	2
Calor específico Cal/mol	0.055
Estado de oxidación	2+

No se encuentra libre en la naturaleza, el porcentaje de cadmio en la corteza terrestre es aproximadamente 1.8×10^{-5} , el cadmio se puede cortar con una navaja, es poco resistente a la tensión, es de ductilidad considerable, sublima a 164°C en el vacío.

El cadmio fundido en coquilla se recuece y cristaliza espontáneamente a la temperatura ordinaria y el metal trabajado en frío vuelve a crista

lizar a la temperatura ambiente.

Se encuentra comúnmente asociado con el cinc.

Usos.

El principal uso es en galvanoplastia; también se usan cantidades considerables de cadmio en metales para cojinetes y en soldaduras, se utiliza además, para la soldadura a elevadas temperaturas. Asimismo, se emplea el cadmio en la pila eléctrica de Weston (patrón de voltio) y en el acumulador de níquel-cadmio. Asimismo, el cadmio se usa para pigmentos, productos químicos, así como en las aleaciones, acumuladores y --- electrorecubrimientos para proteger el hierro (galvanoplastia), contra la corrosión, se usa en partes de maquinaria, equipo eléctrico, de comunicaciones y transportes, materiales de construcción, sujetadores de varios tipos, electrónicos y equipo marino.

Los pigmentos y productos químicos en los que se usa son compuestos como óxidos, sulfuros, sulfoseleniuros y litofón, estos a su vez, se usan como capas protectoras y decorativas sobre metal y madera, para dar --- color a los plásticos, como una ayuda de fotografía en los procesos de grabado y litografía, para convertir la energía luminosa en electricidad.

Las aleaciones de cadmio con metales como Sn, Pb, Cu, Ni, Mn, Zn y --- otros, se usan en conductores eléctricos, cojinetes y aleaciones de bajo punto de fusión.

Los acumuladores alcalinos emplean cadmio en las placas negativas de --

las celdas. En los reactores nucleares se usan aleaciones de este metal, para los recipientes del elemento activo y en las barras de control.

Historia.

Según la historia, cinco químicos descubrieron independiente y simultáneamente, este elemento: Stromeyer, Hermann, Roloff, Meissner y Karsten, pero lo que parece más cierto es que el primer descubridor fue el profesor Federico Stromeyer. En 1817 tuvo noticias de que un farmacéutico, al preparar un fármaco, había empleado el carbonato de cinc, en lugar del óxido y que al calentar el carbonato blanco se obtenía un óxido de color amarillo, Stromeyer analizó este óxido y encuentra que no tiene hierro ni plomo, se dirige a la fábrica de donde provenía el carbonato e investiga la fabricación, no encontrando anomalías. Luego se dedica a analizar cuidadosamente este carbonato y aísla el carbonato, el óxido y el metal de un nuevo elemento, al cual pone por nombre cadmio, derivado de cadmia, mineral de cinc, donde se encuentra generalmente como impureza.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS:

Todo el cadmio producido en el país, es recuperado como subproducto en las fundiciones de plomo y cinc en los estados de Chihuahua, Zacatecas, y principalmente, Monterrey, Nuevo León.

PRODUCCION:

En los últimos años, la producción ha estado más o menos estable; en --

1983, el volumen de producción fue de 1 341 toneladas.

Para 1984 fue de 1 150 con valor de 487 millones de pesos, en 1985 el volumen de producción llegó a 1 163 toneladas con un valor de 544 816 000 pesos, la gran diferencia de precio, comparada con 1984, es debido al cambio de paridad peso/dólar, durante 1985 así, para 1988, la producción nacional fue de 1 726 toneladas, cuyo valor fue de 50 832 millones de pesos, en comparación con 1987 donde la producción fue de 1 249 toneladas, hubo un incremento en la producción de 38.2%.

En México, la mayor parte de la producción nacional proviene de las fundiciones de las empresas Asarco Mexicana, S.A., Cía. Metalúrgica Peñoles, S.A., y Zincamex, S.A., ubicada en Monterrey, Nuevo León.

En 1987, se exportaron 7 toneladas de cadmio como cadmio en polvillo a E.U. y se importó como metal de Bélgica Luxemburgo y Estados Unidos, un total de 132 toneladas.

La producción mundial de cadmio se presenta por países como: Canadá, -- E.U., Japón, México y Bélgica.

Extracción.

La metalurgia de extracción de cadmio puede dividirse en cuatro grupos, según el origen del metal: 1) Retortas de extracción del cinc; 2) Fundiciones de cobre y plomo; 3) Plantas electrolíticas; 4) Residuos de lipton.

Retortas de cinc. El fundamento del método se basa en las propiedades del cinc y el cadmio que permiten su separación de la mayoría de los --

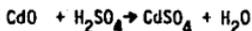
metales con que se asocian.

La temperatura de fusión del cinc es 419°C y la de ebullición 905°C; el cadmio se funde a 320°C y hierve a 767°C y los óxidos de ambos metales son fáciles de reducir, para los óxidos de cadmio, la temperatura fluctúa entre 700-813°C y para los óxidos de cinc entre 1022-1088°C, estas propiedades sirven para separar impurezas metálicas de estos elementos, y finalmente, uno de otro, por procedimiento pirometalúrgico.

En las plantas de retortas, se tuesta el mineral de cinc, se mezcla con hulla y coque y se introduce la mezcla a la retorta refractaria provista con condensadores de barro. La retorta se instala horizontalmente - en los hornos calentados por carbón o gas, cada uno con varias retortas; el carbón de hulla o coque actúa como agente reductor para el cadmio.

A continuación se describe en forma general, el procedimiento para obtener cadmio en la tostación de los minerales de cinc. Se aprovecha la elevada volatilidad del cloruro de cadmio y la mayor tendencia del cadmio a reaccionar con el cloro. Se somete a tostación previa los concentrados de sulfuro de cinc, que contienen 0.1-0.4% de cadmio en un horno de varias soleras para eliminar la mayor parte del azufre, el producto de tostación se mezcla con una solución de cloruro de cinc, combustible y residuos de las retortas de destilación del cadmio, durante la aglomeración se forman cloruros de cadmio y plomo que salen en forma de vapores a través de las cajas de viento de la máquina y se depositan en los precipitadores Cottrell, estos vapores contienen 15-25% de Zn, 4-25% de Pb, 10-25% de Cd y 20-35% de Cl, el producto que sale del pre-

cipitador Cottrell se somete a lixiviación con ácido sulfúrico, el cual se agita y se trata con sulfúrico, el polvo suspendido en agua para que se disuelva el óxido de cadmio contenido en él.



Para impedir que el cadmio se precipite en forma de sulfuro por los -- agentes reductores que pudieran estar presentes como el anhídrido sulfuroso, se añade un oxidante como el clorato de sodio.

El cinc y el cadmio se disuelven y el plomo se precipita como sulfato, se separa por filtración y se recupera en el horno de fundición. Se -- agrega más sulfúrico a la solución hasta 10% de concentración, se sube la temperatura a 80°C y se añade lentamente polvo de cinc, mientras se agita la solución, el cinc sustituye al cadmio, el cual precipita en -- forma esponjosa y para evitar la contaminación por cinc, solo se precipita el 90-95% del cadmio en solución, la esponja pesada se seca al vapor y luego se mezcla con combustible reductor y cal., se destila el -- cadmio a 910°C y se recoge como metal fundido en un condensador, luego se cuela en moldes para darle forma comercial o se somete a nueva refi-nación.

El diagrama del proceso se muestra en la página siguiente:

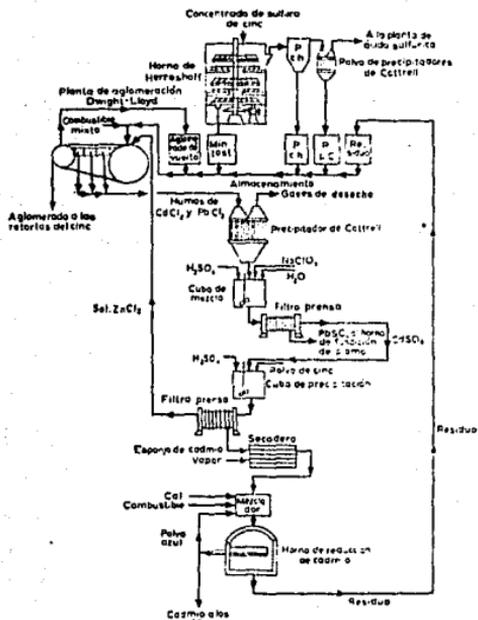


Fig. 1. Obtención de cadmio en la tostación de menas de zinc.

TABLA # 18
CADMIO
PRODUCCION 1/
TONELADAS

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Afinado	642	571	734	719	935
Concentrado	297	295	252	220	110
Impuro	152	47	4	16	21
Oxidos	250	222	150	228	183

p/Cifras preliminares

1/En contenido metálico

Fuente: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.

La producción nacional de cadmio de 1983 a 1987 en sus diferentes presentaciones queda ilustrada en la tabla 18, en tanto que la producción mundial en ese mismo período se aprecia en la tabla # 19.

TABLA # 19
 PRODUCCION MUNDIAL 1/
 (TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987
T O T A L :	16,986	17,608	18,796	18,740	18,949
Australia	1,00	1,200	1,000	1,000	1,000
Bélgica	1,100	850	1,200	1,300	1,400
Canadá	1,107	1,200	1,400	1,421	1,500
Estados Unidos	1,052	1,686	1,603	1,486	1,500
Japón	2,200	2,400	2,640	2,400	2,400
México	642	571	734	1,183	1,249
Otros países de economía central	4,266	4,266	5,929	4,290	4,300
Otros países de economía de mercado	5,619	5,435	4,290	5,660	5,600

p/Cifras preliminares

1/Se refiere solamente a la producción de cadmio afinado

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A. Y DIRECCION GENERAL DE MINAS,
 S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO).

CINC

Generalidades:

Propiedades Físicas:

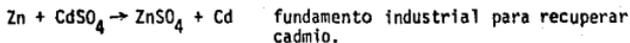
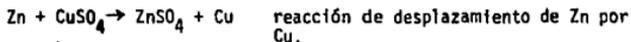
Símbolo	Zn
Número atómico	30
Distribución electrónica	2, 8, 18, 2
Peso atómico	65, 38
Densidad g/ml	7.13
Estructura cristalina	Distorsionada, hexagonal
Radio metálico Å	1.249
Conductividad térmica	0,265
Cond. Elect. específica	16.5×10^4
Resistividad eléctrica	5.9
Punto de fusión °C	419.4
Dureza	2.5
Calor de fusión Kcal/mol	1.765
Punto de ebullición °C	906
Calor de vaporización Kcal/mol	27,56
Color	Metálico, plateado
Solubilidad	Insoluble en agua soluble en ácido acético y NaOH

Metal blanco azulado, cristalino, quebradizo a la temperatura ordinaria y maleable entre 120 y 130°C, se presenta en la naturaleza como sulfuro, blenda de cinc o esfalerita entre otras.

El cinc, cuyo potencial normal de electrodo es + 0,761, es electropositivo con respecto a la mayor parte de los metales estructurales corrientes, son excepciones el aluminio y el magnesio, y esta propiedad da al cinc la facultad para reemplazar a otros metales mediante reacciones --

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

químicas y esta es la base y fundamento para la pila de Daniel y la base industrial para recuperar cadmio de las soluciones impuras de sulfato de cinc.



El cinc se distribuye extensamente en la naturaleza y se presenta en pequeñas cantidades en casi todas las rocas ígneas, principalmente sustituyendo al hierro, se calcula que el 0.013% de la corteza terrestre es cinc.

La blenda de cinc contiene teóricamente 67.9% del metal. Las impurezas en los minerales de cinc son principalmente Fe y Cd.

Usos.

Se usa para galvanizado de láminas, alambre y tuberías de acero, en la producción de esmaltes y pinturas, ánodos de pilas, artículos moldeados a presión y aleaciones (latón y plata alemana).

Como el cinc sufre corrosión con preferencia a otros metales de uso común, su principal aplicación es el galvanizado.

En química orgánica se utiliza como catalizador inorgánico. El óxido de cinc se usa como pigmento blanco, para preparados farmacéuticos y en cosmetología; el $\text{ZnCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, como desinfectante; y el ZnCl_2 anhidro como energético deshidratante.

HISTORIA.

El cinc se usó como componente del bronce quizá, ya 2 000 años antes - de ser reconocido como un elemento distinto. En un método antiguo de producción de bronce, se calentaba un lingote de cobre con coque y el carbón vegetal como conductor. El arte de fundir cinc como metal, tuvo su origen en la India, de allí pasó a China de donde -- fue llevado a Europa por los portugueses hacia 1 600. La verdadera producción industrial no comenzó en Europa hasta casi un siglo más tarde. Sin embargo, su reconocimiento como elemento químico fue probablemente independiente de las primitivas prácticas de fundición de oriente.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Los minerales de cinc se hallan asociados comunmente con plomo y la relación Zn:Pb varfa ampliamente, otros minerales que lo acompañan es la calcita, dolomita, pirita y marcasita, cuarzo, calcopirita y baritina.

En México se producen en casi todos los estados: Existen yacimientos en Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Zacatecas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León y Oaxaca.

Extracción.

Como prácticamente todos los minerales de cinc tienen un contenido muy bajo de este metal, se tiene que hacer primero una concentración, después se hace una tostación de este concentrado. Si el concentrado tostado ha de someterse a una reducción con carbón a elevada temperatura,-

generalmente se sintetiza primero para reducir al mínimo las pérdidas - del polvo, volatilizar las impurezas, y para que los gases reductores - puedan circular mejor entre las partículas sintetizadas. Si el calcina do va a ser producido por electrólisis, se disuelve sin más en el elec- troлита gastado, que se compone principalmente con ácido sulfúrico di- luido que regresa a las celdas de electrólisis.

La elección entre un método y otro depende de factores como son: la pu- reza de la materia prima, la necesidad de mano de obra por toneladas de zinc producido, existencia de inversiones en otros procesos y la deman- da de grados de calidad especialmente puros, influye también los costos relativos de combustible y energía eléctrica.

PRODUCCION.

En los últimos años, la producción de cinc se ha mantenido estable, en 1983, la producción nacional fue de 266 292 toneladas y en 1987 fue de 271 480 toneladas, para 1988 la producción nacional fue de 262 228 ton- ladas, producción con un valor de 676 151 millones de pesos. Se observó una disminución en la producción de 3% con relación a los años 87/88.

En México, las compañías consumidoras de cinc son entre otras: Indus- trias Unidas, S.A., Litografía Sta. Clara, S.A., Nacional del Cobre, S.A., Altos Hornos de México, S.A., Cerrajería Mexicana, S.A., Ce- rraduras y Candados, S.A., y Pinturas Límsa, S.A.

El cinc se exporta en forma de concentrados y en mineral a países como: Bélgica-Luxemburgo, E.U., Italia, Japón, Reino Unido, etc.

Asimismo, se importa cinc en bruto de E.U. principalmente.

Mundialmente, el cinc se produce principalmente en los siguientes países: Estados Unidos, Canadá y Australia, con un volumen de producción de 240, 1 480 y 686 toneladas métricas, respectivamente.

Estadísticas de producción, exportación, importación y producción mundial de cinc se observan en las tablas # 20, 21, 22, 23, respectivamente.

TABLA # 20
 PRODUCCION MINERA DE CINC EN MEXICO, POR ENTIDADES FEDERATIVAS
 (TONELADAS)

ESTADOS	1983	1984	1985	1986	1987 P/
T O T A L :	266,292	303,573	291,938	278,065	271,480
Aguascalientes	354	1,086	1,907	2,412	2,354
Coahuila	124	6,350	-	6	5
Chihuahua	99,247	109,733	106,365	91,612	89,442
Durango	9,343	10,499	12,559	10,450	10,292
Guerrero	30,819	32,359	27,928	19,090	18,637
Hidalgo	13,127	12,572	12,404	12,364	12,070
Jalisco	5,813	10,893	6,787	5,628	5,495
Michoacán	845	11,117	10,384	14,094	13,761
Nuevo León		736	-	-	-
Oaxaca	-	185	-	3	3
Querétaro	4,927	4,648	5,328	3,900	3,893
San Luis Potosí	16,955	20,009	23,351	34,688	33,867
Sinaloa	274	263	1,613	1,610	1,572
Sonora	18,402	14,426	4,005	219	214
Tamaulipas	-	46	-	-	-
Zacatecas	66,062	68,651	79,228	81,811	79,875

PRODUCCION MINERA DE CINC EN MEXICO
(TONELADAS)

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Aluminizado	2,742	3,588	3,599	1,103	-
Afinado	171,390	162,912	171,388	172,489	184,755
Concentrados	66,906	106,211	87,044	84,132	71,420
Escorias	664	130	-	-	-
Impuro	859	534	367	132	-
Oxidos	12,656	13,967	10,280	10,828	12,699
Sulfatos	2,227	2,894	2,734	2,667	2,606

p/Cifras estimadas para 1987.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.

TABLA # 21
EXPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
<u>Minerales de cinc.</u>		21	4		912
Bélgica-Luxemburgo					852
Estados Unidos		21	4		60
<u>Cinc en concentrados</u>	121,624	171,842	214,653	197,775	156,604
Bélgica-Luxemburgo	83,908	96,515	84,709	69,129	82,721
Brasil		4,765	7,131	7,038	2,357
Corea del Norte			9,204	15,521	9,335
Estados Unidos	35,990	29,863	15,148	18,130	11,104
Finlandia	1,486				
Italia			16,124	26,110	8,531
Japón		6,866	8,129	17,884	3,810
Panamá	240	3,771	6,099	3,393	2,580
Reino Unido		5,009	18,387	7,197	27,126
Suiza			60	153	
U. R. S. S		12,552	30,244	33,220	-
Yugoslavia		12,501	14,340		9,040

(Continúa Exportación...)

EXPORTACION	1983	1984	1985	1986	1987
<u>Cine sin afinar</u>	520	108	120	18	212
Costa Rica	3		25	3	
Ecuador					52
Estados Unidos	414	108	95	15	160
Guatemala	103				

p/Cifras preliminares

1/Peso Neto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR,

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 22
 IMPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
<u>Cinc. en bruto</u>		28	2	84	2
Estados Unidos		28	2	84	2
<u>Desperdicios y desechos de cinc.</u>	6	4	1,193	1,441	1,205
España		1		2	
Estados Unidos	6	3	1,193	1,435	1,205
Etiopfa				4	
<u>Polvo y partículas de cinc.</u>	189	397	699	274	272
Bélgica- Luxemburgo		20	154	112	18
Estados Unidos	189	377	545	161	254
Suiza				1	

p/Cifras preliminares
 1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN

TABLA # 23
 PRODUCCION MUNDIAL 1/
 (MILES DE TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	6,246	6,420	6,651	6,839	7,033
Australia	695	634	734	662	686
Canadá	1,070	1,213	1,175	1,294	1,480
Estados Unidos	275	290	275	271	271
México	257	290	275	271	271
Perú	553	558	589	597	532
Otros países de economía central	1,462	1,478	1,473	1,700	1,800
Otros países de economía de mercado	1,934	1,969	2,153	2,094	2,024

p/Cifras preliminares

1/Producción minera en contenido metálico

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A., Y DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.
 (PARA EL CASO DE MEXICO).

COBRE

Generalidades :

Propiedades Físicas:

Símbolo	Cu
Número atómico	29
Distribución electrónica	2, 8, 18, 1
Peso atómico	63,54
Densidad g/ml	8,92
Estructura cristalina	cúbica
Radio metálico ^o A	1,173
Conductividad térmica	0,989
Cond. Elect. específica	57.2 10
Resistividad eléctrica	1.6
Punto de fusión °C	1083
Calor de fusión Kcal/mol	3.11
Punto de ebullición °C	2 582
Calor de vaporización Kcal/mol	72.8
Color	Rojo, rojo metálico
Solubilidad	Insoluble en agua soluble en HNO ₃ y H ₂ SO ₄ conc.
Dureza	3
Calor específico	0,0918
Coef. dilatación lineal	16.5 10
Electronegatividad	1.9
Estados de oxidación	1+, 2+ (3+)

Se caracteriza por su color rojo, aunque cuando se ve por transparencia, la luz transmitida a través de películas delgadas del metal, es -- verde.

El aire seco se recubre por su óxido negro y en presencia de la humedad

atmosférica y del dióxido de carbono, se recubre fácilmente de un carbonato básico verde que actúa de película protectora. Forma algunos compuestos inestables con estado de oxidación 3+.

El cobre cristaliza en el sistema cúbico de caras centradas en una constante reticular de 3.6078 °A y una distancia de acercamiento máximo - de 2,5512°A. Es un metal estable en condiciones atmosféricas, resiste la oxidación por el vapor de agua a temperaturas altas.

Usos

El principal uso de cobre es como conductor eléctrico. A causa de su - resistencia a la corrosión, se emplea para hacer calderas, alambiques - concentrados, monedas, techado y recubrimiento del fondo de los barcos de madera, también se utiliza en la manufactura de aleaciones muy úti- les como el latón, bronce, plata alemana, bronce de cañón, etc., tam- bién se usa en aleación para acuñar monedas.

Historia.

El cobre es uno de los metales que primero conoció el hombre, presentándose en los escombros glaciares como pesadas pepitas de color pardo oscuro. Hace ocho mil años los primitivos egipcios hacían sus cuchillos y armas de cobre, y hacia el año 2750 a.de C. tubos y caños de este metal. Estos antiguos metalurgistas averiguaron pronto que las aleacio- nes de cobre poseían propiedades más atractivas que el metal puro (se encontró un espejo de bronce que data del año 1800 a. de C.).

Los romanos obtenían el cobre de Chipre; primero se conoció con el nom-

bre de aes cyprum, y de aquí se derivó la palabra latina cuprum, derivado de Kypros, isla de Chipre.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

En México se localizan yacimientos en casi todos los estados de la República Mexicana, por ejemplo, existen yacimientos en Aguascalientes, Baja California Sur, en 4 municipios de Coahuila, en 26 municipios de -- Chihuahua, en 28 municipios de Durango, en Guanajuato, en 10 municipios de Guerrero, en Hidalgo, en 5 de Jalisco, en México, en 11 municipios de Michoacán, en Morelos, en 5 municipios de Nayarit, en Nuevo León, en 6 municipios de Oaxaca, en Puebla, Querétaro, en 5 municipios de San -- Luis Potosí, en 9 distritos de Sinaloa, en 36 municipios de Sonora, en Tamaulipas, y en 19 municipios de Zacatecas.

PRODUCCION.

Sin duda alguna, el estado que más contribuye a la producción de cobre es Sonora, en donde el condado de Nacozari de García, Son, que del total de la producción nacional contribuyó en 1987 con 185 285 toneladas, lo que representó un 86.36% del total de la producción nacional.

La compañía minera de Cananea fue por muchos años una de las empresas más importantes en la producción de cobre.

Para 1988, la producción total de cobre a nivel nacional aumentó 16.4% siendo de 268 359 toneladas, cuyo valor fue de 1 450 012 billones de pesos.

Las reservas de cobre en México se calculan en 200 millones de toneladas de minerales.

México exporta cobre como mineral a E.U., y como cobre en concentrados se destinan principalmente a Alemania Federal, Corea del Norte, España, República Popular China, entre otros países de Europa y América. Como cobre bruto se exporta a E.U.

Asimismo, se importa el metal de E.U. en forma de ánodos y lingotes de bronce o latón, como desperdicios y desechos de cobre sin alear, aleado y como cobre electrolítico.

La producción mundial de cobre la encabeza Chile y Estados Unidos, con 17% y 15%, respectivamente, de la producción mundial, que en 1987 fue en volumen de 8 340 millones de toneladas métricas.

En México, los principales consumidores de cobre son las empresas Condumex, S.A.; Mexicana de Conductores, S.A.; y Conductores Monterrey, que demandan cobre electrolítico en barras. Entre los consumidores de cobre en cátodos se encuentra Nacional de Cobre, S.A.; Latones Nacionales y Cobre y Aleaciones.

Extracción.

En la tabla # 24, se da una lista de los principales minerales de cobre. Los cuales pueden apartarse de esa composición por la presencia de otros elementos como: Ag, Sb, As, Se y Te.

TABLA # 24
MINERALES DE COBRE

MINERAL:	FORMULA:	COMPOSICION, %:						
		Cu	Fe	S	As	Sb		
Azurita	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	55.3	-	-	-	-	-	
Bornita	Cu_5FeS_4	63.3	11.1	25.6	-	-	-	
Brochantita	$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$	56.2	-	-	-	-	-	
Calcocita	Cu_2S	79.9	-	20.1	-	-	-	
Calcopirita	CuFeS_2 ó $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$	34.6	30.5	34.9	-	-	-	
Crisocola	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36.2	-	-	-	-	-	
Covelita	CuS	66.5	-	35.5	-	-	-	
Cuprita	Cu_2O	88.8	-	-	-	-	-	
Enargita	Cu_3AsS_4 ó $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_5$	48.4	-	32.6	19.0	-	-	
Malaquita	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	57.5	-	-	-	-	-	
Serie de tetrahedritatenantita	$\text{Cu}_3(\text{Sb}, \text{As})\text{S}_3$	45.8	-	25.0	-	29.2	-	
	$\text{Cu}_3(\text{As}, \text{Sb})\text{S}_3$	51.6	-	28.2	20.2	-	-	

De estos minerales, los más importantes son los sulfuros; otros de importancia secundaria son: La cubanita, Cu Fe S_3 ; la estannita, $\text{Cu}_2\text{FeSn S}_4$; la atacamita $\text{Cu}_2\text{Cl(OH)}_3$, entre otros.

Los minerales de cobre se dividen en tres clases: 1) Cobre nativo; --- 2) Oxidos; 3) Sulfuros.

Cobre nativo. El mineral contiene 1% de cobre Aprox. El único yacimiento importante se encuentra en E.U.

Los óxidos son yacimientos característicos que se presentan cerca de la superficie, estos ofrecen interés metalúrgico, ya que pueden reducirse fácilmente con carbón y monóxido de carbono.

Los sulfuros son los yacimientos más importantes, se encuentran mezclados complejamente con CuS y FeS . Un mineral que contenga más de 6% de cobre se considera como mineral rico.

La mayoría de los minerales extraídos tienen menos del 2% de cobre y -- todos tienen que tratarse primero por algún procedimiento de concentración, en donde el mineral es triturado y molido y las partículas finas de mineral de cobre se separan de la ganga y se concentran por gravedad y flotación con espuma, recuperando aproximadamente 90% del cobre en -- forma de concentrado con un contenido del 32% de Cu.

Metalurgia.

Método seco o pirometalúrgico. Los minerales oxidados, se reducen con facilidad en un horno de cuba o de reverbero pasando a cobre negro o -- impuro, se añade coque como fuente de combustible, de carbón y CO para

la reducción de los óxidos a metal. Se añade también un fundente para formar una escoria con la ganga y esta se separa del cobre negro por in solubilidad mutua y su diferente peso específico.

Con los minerales de sulfuros, el cobre se obtiene en forma de sulfuro doble con hierro, llamado "mata". La carga para fundición se compone -- de mineral bruto o tostado, concentrados, coque y fundente que forma -- una escoria. La mata y la escoria insolubles entre sí de modo que se -- separan fácilmente. La mata contiene también los metales preciosos del mineral. El orden de operación puede verse en la figura 2 que comprende el horno de tostación, el horno de reverbero, el convertidor y la fundición de ánodos que son enviados a la refinería para su tratamiento electrofítico.

Método húmedo o hidrometalúrgico: En este procedimiento, el mineral -- (óxido o sulfuro tostado) es atacado por soluciones acuosas diluidas de ácido sulfúrico o sulfato férrico, estas arrastran los compuestos de co bre solubles en agua; los minerales de la ganga no son atacados y el -- óxido de hierro sólo lo es ligeramente. El residuo insoluble se separa de la solución de cobre por filtración o decantación, se purifica la so lución y el cobre se separa por precipitación química o por electrólisis.

Las estadísticas de producción nacional, exportación, importación y pro ducción mundial de cobre se muestran en las tablas # 25, 26, 27, 28 y - 29 respectivamente.

TABLA # 25

PRODUCCION MINERA DE COBRE EN MEXICO POR ENTIDADES FEDERATIVAS (TONELADAS)

ESTADOS	1983	1984	1985	1986	1987
Aguascalientes	25	16	27	32	27
Baja California Sur	1,435	1,332	357		
Coahuila	59	19	15	11	9
Chihuahua	8,986	9,032	8,738	14,007	11,932
Durango	354	520	1,286	672	572
Guanajuato	95	136	118	122	104
Guerrero	1,000	961	921	948	807
Hidalgo	1,223	1,609	1,480	998	851
Jalisco	378	691	435	543	463
México	17	25	11	43	37
Michoacán	293	617	665	458	390
Morelos	7	5	6	6	4
Nayarit	7	14	15	9	7
Nuevo León		10			
Oaxaca	3	3	14	10	10
Puebla	12	1	1	6	5
Querétaro	382	486	471	737	627
San Luis Potosí	2,219	2,098	2,239	2,869	2,444
Sinaloa	220	131	114	359	307
Sonora	169,835	274,293	248,857	242,952	206,960
Tamaulipas	-	-	-	-	-
Zacatecas	9,409	11,523	10,355	5,890	5,017

TABLA # 26

PRODUCCION MINERA DE COBRE EN MEXICO POR ENTIDADES FEDERATIVAS Y MUNICIPIOS (TONELADAS)

ESTADOS Y MUNICIPIOS	1983	1984	1985 r/	1986	1987 p/
Gra]. Pánfilo Natera		2	2		
Guadalupe	3	3	2	6	5
Juan Aldama			1	1	1
Mazapil	118	109	121	166	141
Melchor Ocampo	22	37	51	27	23
Miguel Auza	11	7	3	2	2
Morelos				1	1
Noria de Angeles	602	707	641	729	621
Ojocaliente	7	5	6	2	2
Rto grande		4	2		
Sombrerete	5,283	7,134	8,184	4,461	3,800
Veta Grande	3	5	7	3	3
Villa Hidalgo	49	47	19	5	4
Zacatecas	256	199	250	279	237
FORMA DE PRESENTACION p/1/					
Afinado	80,903	69,806	69,039	62,478	110,040
Barras impuras	11,091	10,498	6,719	22,500	23,810
Concentrados	114,068	108,807	92,219	89,580	96,723

r/Cifra revisada para el año de 1985

p/Cifras preliminares para el año 1987

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MIANS, S.E.M.I.P.

TABLA # 27
 EXPORTACION
 TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Minerales de cobre:	1,484	77	13	29	23
Estados Unidos	1,484	77	13	29	23
Cobre de concentrados o en productos pirometalúrgicos o de refinación 2/	110,756	102,601	102,889	83,169	65,994
Alemania República Federal	39,889	53,351	43,213	29,650	12,506
Brasil				2,786	1,802
Canadá					3,610
Corea del Norte				141	11,047
Corea del Sur	16,655	24,499		7,627	3,682
España	15,419	5,982	16,781	19,744	11,635
Estados Unidos	5,494		1	2,786	1,617
Finlandia					1,755
India				2,928	
Japón	29,309	21,073	17,913	3,061	7,187
Rep. Popular China	5,990	15,696	3,015	14,446	11,153
Otros países			21,966		
Cobre en bruto (excepto electrolítico)	10,904	14,712	11,536	21,967	10,209
Alemania República Federal		2,696	1,495		
Bélgica-Luxemburgo	1,014	4,789	5,049		
Canadá	626				
Estados Unidos	8,819	6,977	4,298	21,967	12,209
Italia		250			
Japón	445		18		
Suiza			676		
p/Cifras preliminares		1/Peso bruto		2/Contenido metálico	

FUENTE: Instituto Mexicano de Comercio Exterior, Instituto de Estadística, Geografía e Informática, S.P.P.,
 Dirección General de Estadística Sectorial e Informática, SECOFIN.

TABLA # 28
IMPORTACION
TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Anodos:	2,237	198	51	21	24
Estados Unidos	2,237	198	51	21	24
Lingotes de bronce o de latón:		2	10	34	136
Estados Unidos		2	10	34	136
Desperdicios y desechos de cobre sin alear:	8,090	14,016	17,007	5,581	10,154
Cuba			236		
España		55			
Estados Unidos	8,090	13,961	16,771	5,581	10,154
Desperdicios y desechos de cobre aleado:	1,736	3,300	7,647	3,955	10,382
Estados Unidos	1,716	3,300	7,621	3,932	10,380
Etiopía				2	
Ghana			26		
Guatemala	20			21	
Otros países					2
Cobre electrolítico:	5,448	5,927	11,754	7,977	3,237
Alemania República Federal					100
Estados Unidos	5,448	5,927	11,754	7,977	3,137
Cobre no especificado(los demás):	2,407	11,314	62,745	8,819	1,387
Bélgica-Luxemburgo		216			
Canadá	2,205				
Chile			20,801	5,399	673
Estados Unidos	202	11,038	40,603	3,420	714

(Importación continúa....)

IMPORTACION

	1983	1984	1985	1986	1987
Japón			69		
Panamá		60			
Perú			1,272		
Polvo y partículas de cobre, sin exceder de 450 mallas. 2/:					
Alemania República Federal	12	11	80	62	104
Austria	3	1	1	5	2
Estados Unidos	4	9	78	53	99
Italia	3			1	
Reino Unido	2	1	1	2	3
Polvo y partículas de cobre superior a 450 mallas:					
Alemania República Federal	3	1	2	2	
Estados Unidos	3		1		
		1	1	2	

p/Cifras preliminares

1/Peso bruto

2/Peso legal

FUENTE: Instituto Mexicano de Comercio Exterior, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, S.P.P. y Dirección General de Estadística Sectorial e Informática, SECOFIN.

TABLA # 29
 PRODUCCION MUNDIAL 1/
 (MILES DE TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	8,044	7,838	8,114	8,156	8,340
Australia	256	236	258	239	230
Canadá	625	712	724	768	740
Chile	1,257	1,290	1,356	1,386	1,420
Estados Unidos	1,038	1,091	1,106	1,147	1,270
Filipinas	273	226	226	223	220
Perú	322	364	397	397	450
Polonia	380	360	431	431	435
U.R.S.S.	1,000	590	600	620	640
Zaire	535	540	560	563	560
Zambia	543	540	483	450	435
Otros países de economía central	587	456	473	476	480
Otros países de economía de mercado	1,228	1,433	1,500	1,456	1,460

p/Cifras preliminares

1/Producción minera en contenido metálico

Fuente: Mineral Commodity Summaries, Bureau of Mines, E.U.A.

ESTARNO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	Sn
Número atómico	52
Distribución electrónica	2, 8, 18, 18, 4
Peso atómico	118.7
Densidad g/ml	7.28
Estructura cristalina	tetrahédrica, cúbica
Radio metálico Å	1.412
Conductividad térmica	0.153
Resistividad eléctrica	11.5
Punto de fusión °C	231°C
Calor de fusión Kcal/mol	1.72
Punto de ebullición °C	2260
Calor de vaporización Kcal/mol	69.4
Color	Metálico plateado (tetrahédrico) gris (cúbica)
Solubilidad	Insoluble en agua, soluble en ácido sulfúrico, HCl HNO ₃ , KOH caliente.
Dureza	1.6
Electronegatividad (Pauling)	1.8
Estados de oxidación	2+, 4+

El estaño se presenta en las rocas ígneas de la corteza terrestre en --
cantidad de 0,001% Aprox. Existen dos formas alotrópicas: El estaño --
blanco (α) y el gris (α').

El blanco cristaliza en forma tetragonal de cuerpo centrado y el gris -
en el sistema cúbico, aunque su temperatura de transformación es a ---

13.2°C; la transformación a Sn gris no se verifica en condiciones prácticas si el metal no es de alta pureza y está expuesto a temperaturas - bajo cero. Una dilatación de 25% en volumen acompaña a la transformación del estaño blanco en gris. El estaño gris retorna a su color --- blanco aumentando la temperatura encima de 13.2°C.

Es un metal no tóxico, blanco y flexible, se adapta a todos los tipos de trabajos en frío, ya sean laminación, extrusión e hilado, posee alta flexibilidad y conserva su brillo durante la exposición al aire, el Cu, Sb, Cd y Bi aumentan su dureza.

Usos.

Su aplicación más importante es el revestimiento del acero para formar la hojalata, en aleación con el plomo forma la soldadura de estaño, con el cobre forma latones y bronces, de menos importancia es el uso en tubos plegables, aleaciones fusibles, de revestimientos ornamentales y resistentes a la corrosión, en la fabricación de compuestos y reactivos químicos.

Historia.

Conocido desde tiempos remotos por el hombre, aleado con el cobre, construyó el bronce, importante aleación que caracteriza una edad en la historia. En lengua asiática, el estaño se llamaba Kset, y en caldeo, Kasdir. En Egipto fue conocido hacia la XVIII dinastía. Plinio es el primero que al citarlo lo llama Stagnum, y más tarde fue llamado --- plumbum album para distinguirlo del plomo plumbum nigrum.

Cuando Hernán Cortés descubrió México, encontró que eran usadas como -- moneda, piezas de estaño.

Existen pruebas de que se usaba entre los años 3 200 y 3 500 a. de C.,- entonces, todo el estaño procedía de las Islas Casiteroides, después de la llegada de los romanos a esta región, son más claras las citas históricas relativas al comercio de estaño. En el siglo XIII, la producción de estaño en Cornualles llegó a unas 300 toneladas, y hacia el --- XIX se elevó a 9 000.

La extracción de estaño en Malaya y en China data del siglo IX. Indonesia y Tailandia iniciaron su producción a principios del siglo XVIII.

El nombre de estaño proviene del latín Stagnum.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Las entidades federativas productoras de estaño en México, se localizan en San Luis Potosí, Durango, Guanajuato, Zacatecas y Aguascalientes.

PRODUCCION.

En los últimos años, la producción de estaño, a nivel nacional, ha sido a un volumen bajo; en 1983 la producción nacional fue de 1 216 toneladas y para 1987 su volumen fue de 1 723 toneladas, para 1988 el volumen de producción disminuyó 20% donde se produjeron 1 274 toneladas, -- cuyo valor se calculó en 5 707 millones de pesos. En 1987 cabe señalar que el volumen de producción se alcanzó con materia prima de importación.

Las principales empresas productoras de estaño a nivel nacional, son -- Estaño Electro, S.A., que opera en el Estado de México, y Cfa. Fundidora de Estaño, S.A., Metales Potosí, S.A., y Estaños Mexicanos, S.A.

El estaño se exporta en forma de concentrados a Japón, Bélgica y Luxemburgo. Asimismo, se importa como mineral de estaño, de E.U. principalmente, Chile y Canadá.

La producción mundial de estaño se representa principalmente por los -- siguientes países: Brasil, U.R.S.S. y Malasia, con un volumen de producción, en 1987, de 29 000 Ton, 23 000 Ton. y 26 000 Ton. respectivamente. Indonesia contribuyó con 18 000 Ton. en el mismo año. La producción mundial en volumen fue de 163 000 toneladas, sin incluir la producción de -- los E.U. en 1987.

Extracción.

De los nueve minerales que contienen estaño, hallados en la corteza terrestre, solo una, la casiterita SnO_2 , tiene importancia industrial, -- los restantes minerales son sulfuros complejos, como la estanita, --- $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ y la tealita $\text{Pb}(\text{Zn})\text{SnS}_2$ son los principales.

La casiterita se encuentra siempre asociada con rocas graníticas como -- cuarzo-monacita, granito, pegmatitas, etc.

Los métodos de explotación del mineral de estaño dependen del carácter de los depósitos. Cinco métodos se usan: El dragado, el bombeo de la -- grava, laboreo con chorro de agua a presión, minería a cielo abierto y explotación subterránea, los tres primeros son los más productivos.

Preparación del mineral para fundición.

El Sn se funde fácilmente calentando la casiterita a altas temperaturas con carbón. La concentración por gravedad de estos minerales de concentrados que contienen wolframio, Fe, Cu, As, Pb, Sb, etc., en forma de sulfuros.

La tostación elimina la mayor parte de azufre y de arsénico como dióxido y óxido de azufre y arsénico respectivamente. La tostación en horno cilíndrico rotativo refractario es la más generalizada. La casiterita no se altera con la tostación, pero se alteran los elementos considerados impurezas y son posibles de separarse mecánicamente.

Los concentrados tostados se lixivian con ácido diluido para eliminar los óxidos de B, Cu y Zn, casi todos los sulfuros se eliminan por flotación con aceite.

Fundición del mineral.

La metalurgia del estaño es sencilla, pero hay factores que la complican como son: 1) La temperatura necesaria para reducir los óxidos de metales que acompañan al mineral; 2) El Sn a la temperatura de fundición fluye más que el Hg a la temperatura ordinaria, por lo que se escapa -- por las mínimas aberturas e impregnan los ladrillos refractarios porosos del horno.

La fundición del estaño comprende 3 periodos: 1) Fundición primaria de los concentrados; 2) La retirada de la escoria de la primer colada; --- 3) La refinación del estaño metálico reducido para eliminar las impure-

zas metálicas.

En la fundición de hornos de cuba, se usa coque como combustible y como fundente concentrado el estaño de 10-25% formando luego lingotes de estaño listos para ser refinados. Los hornos operan a una temperatura de 1 200-1 300°C, durante 10-12 horas.

Refinación.

Existe refinación térmica y electrolítica, la primera es la más importante y comprende dos etapas: Licuefacción y ebullición.

La licuefacción se hace en un pequeño horno de reverbero a una temperatura necesaria para la fusión.

La ebullición es la operación de agitar con varas de madera verde el estaño fundido, el oxígeno del aire forma con las impurezas compuestos -- ligeros que flotan en forma de espuma, la cual se retira. El estaño refinado se moldea en forma de lingotes.

El volumen de la producción nacional e importación de estaño en sus diferentes presentaciones en el período 1983-1987, se muestra en las tablas # 30 y 31, en tanto que su producción mundial para el mismo período se aprecia en la tabla # 32.

TABLA # 30
 ESTADO
 PRODUCCION 1/
 TONELADAS

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Afinado 2/	1,216	1,531	1,492	1,474	1,723
Impuro	60	64	41	9	7

p/Cifras preliminares

1/Contenido metálico

2/Obtenidos con materia prima
de importación.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P., E INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

EXPORTACION
 TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Minerales de estaño:		17	9		
Estados Unidos		17	9		
Estaño en concentrados:				93	10,089
Bélgica-Luxemburgo				91	5,542
Estados Unidos				2	
Japón					4,547

p/Cifras preliminares

1/Peso neto.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 31
 IMPORTACION
 (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Minerales de estaño o sus concentrados 2/:					
Alemania República Federal:	1,973	3,552	5,503	6,311	3,687
Bolivia			20	20	
Canada					141
Costa Rica					26
Chile					325
Estados Unidos	1,411	2,499	4,550	6,229	3,074
Guatemala	11				
Hong Kong					102
Italia					19
Japón		16			
Perú	350	837	806		
Singapur		159	107	62	
Tailandia	201	1			
U.R.S.S.		40			
Estaño en bruto sin alear:	463	73	72	185	43
Estados Unidos	462	73	69	134	43
Bolivia	1				
India			3	51	
Aleaciones de estaño:				1	1
Estados Unidos				1	1
Desperdicios y desechos	270	453	156	135	140
Estados Unidos	270	453	156	135	140

p/Cifras preliminares.

1/Peso bruto.

2/Peso neto.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 32
 PRODUCCION MUNDIAL 1/
 (TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L 2/:	212,200	208,600	190,000	180,500	163,000
Australia	9,700	9,300	7,000	9,000	6,000
Birmania	1,600	2,000	1,800	1,500	1,500
Bolivia	24,400	21,100	18,000	12,000	9,000'
Brasil	12,000	16,000	22,000	27,000	29,000;
Canadá			300	2,500	2,000
Indonesia	27,000	21,500	22,000	22,000	18,000
Malasia	42,000	41,300	37,000	28,000	26,000
Nigeria	1,000	1,700	1,700	1,100	1,000
Reino Unido	4,100	4,600	5,300	4,600	3,000
Rep. Popular China	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Tailandia	20,000	21,900	20,000	17,000	16,000
U.R.S.S	37,000	36,000	23,000	24,000	23,000
Zaire	3,200	3,000	2,900	2,800	2,500
Otros países de economía central	4,000	4,000	3,000	3,000	3,000
Otros países de economía de mercado	11,200	11,200	11,000	11,000	8,000

p/Cifras preliminares.

1/Producción minera en contenido metálico

2/No incluye la producción de Estados Unidos.

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A.

MERCURIO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	Hg
Número atómico	80
Distribución electrónica	2, 8, 18, 32, 18, 2
Peso atómico	200,61
Densidad g/ml	13.595
Estructura cristalina	Hexagonal
Radio metálico °A	1,440
Conductividad térmica	0,025
Conductividad Eléc. específica	1,044 10
Resistividad eléctrica	97
Punto de fusión °C	-38,87
Calor de fusión Kcal/mol	0,557
Puntode ebullición °C	356,57
Calor de vaporización Kcal/mol	13.6
Color	Plateado
Solubilidad	Insoluble en agua, soluble en HNO ₃ insoluble en HCl
Peso específico	113.546 a 20°C
Calor específico Cal/mol	0.0334 a 20°C
Estados de oxidación	1+ 2+

Se encuentra en estado nativo en rocas o en "bolsas" entre las rocas de HgS, el porcentaje en la corteza terrestre de mercurio es 5×10^{-15} , -- desde pequeñas cantidades de vapor a temperaturas ordinarias, los cu les son muy tóxicos. Disuelve gran número de metales.

La principal característica es que el mercurio es un metal líquido a -- temperaturas normales y muy resistente a la corrosión, es buen conduc--

tor de la electricidad y del calor.

Usos.

Los usos del mercurio se pueden clasificar en tres partes: 1) Usos casi permanentes en el cual el metal es de uso continuo o repentino; 2) Usos con desperdicio en los que el metal pasa por ciclos repetidos con alguna pérdida por fugas, absorción o pérdidas químicas que se reponen periódicamente añadiendo metal nuevo; 3) Usos efímeros en los cuales el metal se pierde completamente sin que pueda esperarse la recuperación.

Entre los usos efímeros, la demanda agrícola para el tratamiento fungicida de semillas. Los medicamentos y el fulminato eran en tiempos remotos los principales usos.

El uso del óxido de mercurio ha disminuído por empleo de otras sustancias y el riesgo de intoxicación ha conducido al abandono de nitrato de mercurio en la fabricación del fieltro.

Los usos en los que el mercurio se destruye, figuran en gran parte en la industria química, principalmente como electrodos en celdas electroquímicas para la producción de sosa cáustica y cloro y como catalizador en síntesis orgánicas.

Dentro de los usos permanentes se encuentra la aplicación en aparatos industriales y de control y en aparatos eléctricos.

Los usos varios del metal figuran los usos bélicos, y en instalaciones de calderas. Entre otros, es la utilidad del mercurio, se ha ensayado para intercambiados de calor en la energía atómica. Amalgamado con ---

otros metales. Se destina a usos diversos, por ejemplo en odontología, en la fabricación de pulpa y papel.

Historia.

Fue conocido por el pueblo egipcio hacia la XVIII-XIX dinastía, como lo prueba el haber encontrado mercurio líquido en una vasija funeraria de dicha época. El papiro de Leyden se incluye el mercurio en algunas de sus fórmulas. El pueblo chino también conoció el mercurio desde -- tiempos lejanos.

Dioscórides, cita su preparación a partir de cinabrio, y Plinio hasta -- el método de purificarlo.

Un detalle del mercurio en España es que en el siglo X, y en Madinat -- al-Zahra, había un estanque lleno en los jardines reales. Su nombre proviene del latín hydrargyrium, que significa "plata líquida" y de él se deriva su símbolo químico; pero el nombre mercurio fue puesto en alu-- sión mitológica al mensajero de los Dioses, por la vivacidad del movi-- miento de sus gotas.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Los yacimientos de mercurio en la República están localizados en más de 15 estados, destacando los de Querétaro, Zacatecas, Durango, Guerrero y San Luis Potosí.

PRODUCCION.

La producción de mercurio en los últimos años ha ido en decremento, en

La producción nacional en volumen alcanzó 221 toneladas y para 1987 el volumen total fue de 124 toneladas, aunque otra fuente bibliográfica -- (SEMIP) cita que durante el transcurso del año de 1987, la producción -- llegó a 345 toneladas, mismas que se produjeron en 1988 y que tuvieron un valor, en este año de 7 781 millones de pesos.

Entre las principales empresas distribuidoras destacan Mercurio Mexicana, S.A. de C.V., Impulsora Minera Mercantil, S.A., Comercial de Metales, S.A., Crédito Minero Mercantil, S.A., Financiera Minera, S.A., - Minera Continental, S.A., Alcamex, S.A., y Mercurios del Norte, S.A.

El mercurio se exporta como tal, principalmente a Argentina y Brasil. No existe importación de mercurio desde 1986 a la fecha.

Los países productores, mundialmente, de este elemento son: La Unión Soviética, con 2 274 toneladas; España con 1 447 toneladas; y Argelia -- con 689 toneladas en 1987. En este año la producción mundial de mercurio fue de 5 774 toneladas.

Extracción.

La metalurgia del mercurio es sencilla, consiste únicamente en calentar el mineral para descomponerlo y volatilizar el mercurio, operación seguida por la condensación del vapor.

Con un mineral que acaso contiene más de 99% de ganqa, cualquier operación de fusión de una escoria sería imposible y muy cara.

Para la obtención de mercurio, el mineral que exclusivamente merece -- atención es el cinabrio, HgS, el cual contiene, en el estado de pureza,

86,21% de metal, tiene un color rojo cochinilla al rojo escarlata, con brillo diamante, raya roja, fractura desigual y astillada, granular fibrosa o compacta.

En el tratamiento de los minerales de mercurio, se han usado hornos de tostación de fuego directo y la retorta de caldeo directo.

En cuanto al rendimiento, es difícil obtener una cifra general de rendimiento, ya que en la metalurgia del metal existen muchos factores que causan pérdidas del metal durante la obtención, calculadas entre 15-20% en las mejores instalaciones, y hasta el doble de estas cifras en instalaciones mal conducidas.

Las mejores instalaciones modernas recogen 90-95% de mercurio del mineral.

Las causas de pérdidas del metal durante su extracción son:

- 1.- Pérdidas en el horno: Por gases desprendidos del horno y de la chimenea; por penetración del mercurio en la mampostería del horno y en la fundición del mismo; por combustión incompleta de los minerales; y por vapores de mercurio arrastrados por los residuos calientes.
- 2.- Pérdidas en los aparatos de condensación: Por las aguas de condensación que salen de los aparatos, o por las de refrigeración que entran en ellos, las cuales contienen mercurio por mercurio metálico que los atraviesa; por penetración del mercurio metálico en el material de los aparatos de condensación; por desperdicios en los

residuos bituminosos y del mercurio metálico en la limpieza de los aparatos de condensación y por gases que contienen mercurio que escapan por las partes de los condensadores que no cierran herméticamente.

3.- Pérdidas por la chimenea, en forma de stupp y vapores de mercurio.

4.- Pérdidas en el tratamiento de los productos bituminosos.

En las tablas # 33, 34 y 35 se ilustran los datos relativos a la producción nacional, exportación y producción mundial de mercurio, durante el período de 1983 a 1987.

TABLA # 33

MERCURIO	PRODUCCION				
	TONELADAS				
FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Metálico:	221	384	394	185	124

p/Cifras preliminares

FUENTE: INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 34
EXPORTACION / TONELADAS

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Mercurio:	216	230	92	154	121
Argentina	62	89	36	34	37
Australia	3				
Brasil	104	124	55	73	72
Chile	2				
Colombia	3	5	1		
Cuba					2
Estados Unidos	1			31	
Japón	33				
Nicaragua	7	7			
Panamá		4			
Perú				14	3
República Dominicana					1

(Continúa Exportación...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Uruguay				2	6
Venezuela	1	1			

p/Cifras preliminares
l/Peso neto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 35
PRODUCCION MUNDIAL 1/

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	6,438	6,158	6,815	5,878	5,774
Argelia	341	345	862	792	689
España	1,655	1,379	1,551	1,447	1,447
Estados Unidos	864	657	570		
México	221	384	394	185	124
Turquía		145	207	207	741
U.R.S.S.	2,206	2,206	2,241	2,274	2,274
Otros países de economía central	841	838	841	841	827
Otros países de economía de mercado	310	204	149	152	172

p/Cifras preliminares
l/Producción minera en contenido metálico.

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A., E INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS (PARA EL CASO DE MEXICO).

MOLIBDENO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	Mo
Número atómico	42
Distribución electrónica	2, 8, 13, 1
Peso atómico	95.95
Densidad g/ml	10.2
Estructura cristalina	Cúbica
Radio metálico Å	1.291
Conductividad térmica	0,35
Resistividad eléctrica	5
Calor de fusión Kcal/mol	6,6
Punto de fusión °C	2610
Punto de ebullición °C	4830
Calor de vaporización Kcal/mol	142
Color	Gris
Solubilidad	Insoluble en agua, soluble en ácido sulfúrico caliente insoluble en HCl, HF y NH ₃ .
Dureza	5.5
Calor específico Cal/g	0.0624 a 20°C
Electronegatividad (Esc. Pauling)	1.8
Estados de oxidación	2+, 6+

El estado de oxidación más estable es 6+ y el 3+ que es el segundo más estable, formando complejos. Las propiedades mecánicas del molibdeno dependen mucho del tratamiento que ha recibido el metal. Cuando se consolida por métodos de metalurgia de polvos o por fusión, el molibdeno es un metal frágil. No existe libre en la naturaleza, se cree que si existiera como tal y puro, sería dúctil, incluso en tales condiciones.-

Después de trabajarlo en caliente, por forja, laminado o estampado a -- temperaturas de 1 000 a 1 300 °C, la estructura del grano grueso del me tal sinterizado o vaciado, se convierte en estructura fibrosa y dúctil, en tal estado, la dureza y tenacidad son mejores y la ductibilidad es - aumentada, pero si es recocido a 1 500°C, el metal se hace nuevamente - frágil, esto mismo pasa si se somete al metal a bajas temperaturas. Por otra parte, la ductibilidad disminuye rápidamente cuando la temperatura se hace ligeramente inferior a la de la sala. En compensación con es-- tas desventajas, el molibdeno mantiene su tenacidad y dureza a tempera-- turas extremadamente altas, de hecho, el molibdeno posee gran resisten-- cia útil a temperaturas en que la mayor parte de los demás metales se - funden. El molibdeno es muy resistente a la corrosión. El carbono y - el oxígeno afectan la ductilidad de éste metal.

Usos.

Se utiliza en aleaciones junto con el wolframio para la industria elec-- trónica, se utiliza también como material resistente al calor en moto-- res de cohete y en turbinas de gas. Es usado en el hierro fundido como aditivos para aumentar la tenacidad; en la época de la guerra se le con sideró como material estratégico por ser elemento de aleación en aceros para aviación, en grandes rompedoras y en las planchas de blindaje, en aceros de baja aleación se encuentra en 0.1-0.4% y en aceros inoxidada-- bles del 2-4%.

Antes de la guerra se utilizada como alambre para ganchos y soportes de filamentos en las lámparas incandescentes y tubos de radio, en forma de hojas como elemento de placa en tubos de radio y energía, como hilo de

núcleo mandril en bobinas de wolframio y en forma de cinta o alambre como elemento de calefacción en hornos de resistencia eléctrica.

Este metal es útil en obturaciones metálicas para el vidrio y en esta industria, se usa para electrodos y varillas agitadoras.

Historia.

Durante el siglo XVIII, la molibdenita, mineral más importante de este metal, se confundió con la galena y con el grafito. En 1778. Scheele - publicó un análisis sobre la molibdenita y llega a la conclusión de -- que si la trata con ácido nítrico, se separa una tierra de molibdeno, - y que dicho material es diferente al grafito.

Bergmann, sugirió a Scheele que quizá se trataba del óxido de un nuevo elemento, careciendo Scheele de horno pidió a su amigo Hjelmselov el trabajo y éste, en 1782, por reducción del ácido molíbdico con carbón de aceite obtuvo el nuevo metal.

B. Pelletier, en 1785, demostró que la molibdenita, era solo el sulfuro de este metal.

Su nombre deriva del latín molybdoena (galena), mineral con el cual se confundió al principio. Su nombre también es el del plomo, pero en -- griego (Molubdos).

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

En México, el molibdeno sólo se encuentra como subproducto de minerales

de cobre en el estado de Sonora.

PRODUCCION.

A nivel nacional, la producción de molibdeno es muy pobre, en 1983, la producción total fue de 5 866 toneladas en forma de concentrados, y para 1987 se produjeron 4 319 toneladas como tales y 81 toneladas en forma de mineral. Para 1988, la producción aumentó ligeramente, fue de -- 4 456 toneladas, cuyo valor se calculó en 57 603 millones de pesos.

Y con relación a 1987, la producción aumentó 1.3%. México exporta minerales de molibdeno a Estados Unidos y como concentrados de molibdeno -- a Alemania Federal, Reino Unido, entre otros.

Asimismo, el metal se importa en bruto de Estados Unidos y Austria.

La producción mundial de molibdeno la representan principalmente países como: Chile, Canadá y Estados Unidos, con 18 144 toneladas, 11 340 toneladas y 29 483 toneladas, respectivamente.

Las empresas nacionales que la producen son Minera Galvís, S.A., Minera Montecristo, S.A., Minerales América, S.A., y Cía. Minera Benwilco, S. A.

La principal empresa consumidora, a nivel nacional, es la empresa Ferrocarriles Nacionales de México, S.A., localizada en Gómez Palacio, Dgo.

Extracción.

El mineral más importante del molibdeno es la molibdenita (MnS_2), con un contenido del 60% del metal y la wulfenita (MoO_4Pb), que es menos --

importante que contiene 39.3% de MoO_3 .

Un nuevo método para producir lingotes de molibdeno por fundición en arco, en el cual el polvo de molibdeno pasa desde una tolva a un depósito en el que se forma una barra compacta continua, esta se usa como electrodo de molibdeno consumible que es el cátodo si se emplea corriente continua. En el vacío se usa a veces corriente alterna.

El arco es encendido por contacto de la barra, con un lingote en el fondo de un manguito de cobre refrigerado con agua y transporta continuamente molibdeno desde el electrodo al baño donde solidifica. Generalmente se añade carbono a la carga para efectuar la desoxidación.

Los lingotes fundidos en arco requieren alta temperatura inicial de forjado con el fin de suprimir la estructura gruesa de la fundición. Los lingotes fundidos en arco pueden ser manejados igual que las barras de metalurgia en polvos.

Las varillas de molibdeno se hacen forjando o estampando a 1 200- 1 400 °C, el lingote sinterizado o el tocho forjado. A medida que se trabaja el metal, se disminuye la temperatura. El alambre de molibdeno de calibre grueso se hace de la varilla con hilera de carburo de wolframio y con hilera de diamante para alambre de calibre fino, el estirado de este tipo de alambre se hace en frío, y para el alambre de grueso se hace con caliente, con una suspensión de grafito como lubricante.

Los datos estadísticos sobre la producción nacional, exportación, importación y producción mundial de molibdeno durante el periodo de 1983 a -

1987 se pueden apreciar en las tablas # 36, 37, 38, y 39 respectivamente.

TABLA # 36

MOLIBDENO FORMA DE PRESENTACION	PRODUCCION 1/ TONELADAS				
	10983	1984	1985	1986	1987 p/
Concentrados	5,866	4,020	3,761	3,286	4,319
Mineral		34		64	81

p/Cifras preliminares

1/Contenido metálico

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.

TABLA # 37

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	EXPORTACION TONELADAS 1/				
	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Minerales de molibdeno:		40		199	80
Alemania República Federal				124	
Estados Unidos		48			80
Reino Unido				75	
Molibdeno en concentrados:	7,841	4,626	14,533	2,676	4,157
Alemania República Federal	4,810	3,419	2,379	898	982
Bélgica-Luxemburgo	617	277		75	56
Estados Unidos	2,404	367			120
India			100	499	
Países bajos					1,834

(Continúa Exportación...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Reino Unido	280	563	2,054	1,204	1,165
Rep, Popular China			10,000		
Molibdeno en bruto:				1	
Alemania República Federal				1	

p/Cifras preliminares
1/En contenido metálico

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, - S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 38
IMPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Molibdenita sin calcinar y/o tostar:		72	52		
Alemania República Federal		8			
Estados Unidos		64	52		
Molibdeno en bruto:		2	15	20	31
Austria			10	19	4
Estados Unidos		2	5	1	27
Molibdeno (los demás):	1	2	3	3	4
Alemania República Federal		1	1		
Estados Unidos	1		2	3	3

(Importación continúa...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Reino Unido		1			
Otros países					1

p/Cifras preliminares
1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 39
PRODUCCION MUNDIAL 1/ (TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	62,942	96,552	97,648	93,319	81,965
Canadá comercializadores	10,478	10,965	7,588	12,900	11,340
Chile	15,478	16,861	18,390	16,316	18,144
Estados Unidos	15,400	47,021	49,173	42,626	29,483
México	5,866	4,054	3,761	3,350	4,400
Perú	2,631	3,084	3,828	3,502	3,629
Otros países de economía central	13,018	14,347	14,478	14,333	14,515
Otros países de economía de mercado	535	220	430	292	454

p/Cifras preliminares
1/ Producción minera en contenido metálico

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A. Y DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO).

PLOMO

Generalidades :

Propiedades Físicas:

Símbolo	Pb
Número atómico	82
Conf. electrónica	2, 8, 18, 32, 18, 4
Peso atómico	207.21
Densidad g/ml	11,34
Estructura cristalina	Cúbica
Radio metálico	1.538
Cond. térmica	0.083
Resistividad eléctrica	21
Punto de fusión °C	327.4
Calor de fusión Kcal/mol	1.14
Punto de ebullición °C	1751
Calor de vaporización Kcal/mol	42,88
Color	Metálico plateado
Solubilidad	Insoluble en agua soluble en ácido nítrico, HCl frío ácido sulfúrico
Dureza	1.5
Calor específico cal/g	0.030
Estados de oxidación	2+, 4+
Coef. de dilatación	$29.3 \cdot 10^{-6}$ de 20-100°C

El plomo no posee alótropos y su número usual de valencia es 2+, aunque también presenta 4+, especialmente en sus compuestos orgánicos. Cristaliza en el sistema cúbico en forma de cara centrada y la distancia interatómica mínima es de 3.492 Å. El plomo posee la particularidad única de ser el producto último de las desintegraciones atómicas de los áto-

mos radioactivos pesados.

El plomo es el más blando de los metales pesados ordinarios, se corta fácilmente con un cuchillo y su superficie de corte presenta un brillo metálico perfecto, pero en contacto con el aire se empaña instantáneamente tomando un color gris.

El plomo es un metal de elevado peso específico, reducido punto de fusión, pequeña tenacidad, bajo límite elástico, posee propiedades lubricantes, escasa resistencia eléctrica, alto coeficiente de expansión y una excelente resistencia a la corrosión atmosférica y al ataque por los ácidos. Igual que la mayoría de los metales pesados, el plomo y sus compuestos son muy tóxicos y venenosos, debido a que es un potente inhibidor de las reacciones enzimáticas.

Usos.

Los principales usos del plomo son, en la confección de placas para acumuladores eléctricos y como antidetonante en las gasolinas, se utiliza para fabricar láminas, tubos, forrado de cables, como material de relleno, en pigmentos para pinturas, en la industria de la construcción, en la producción de municiones y en la elaboración de diversas aleaciones, principalmente ligado a antimonio y estaño, en investigaciones atómicas y en las plantas que generan este tipo de energía.

Historia.

El plomo fue otro de los principales elementos que conoció el hombre. El famoso yacimiento Gebel-Rosas debió ser el principal proveedor ----

de este metal al pueblo egipcio, que le llamaba That. Los famosos jardines colgantes del pueblo babilónico, estaban surcados de tuberías de plomo. En los libros sagrados se alude varias veces a este metal. Pero el conocimiento de sus propiedades y aprovechamiento fue fruto de la colonización romana.

Las famosas termas y conducciones de agua, tan características del lujo de la antigua Roma, fueron consecuencia de saber aprovechar las propiedades y el fácil modelo de este metal, que por cierto, produjo fuertes y frecuentes casos de intoxicaciones por su solubilidad en las aguas puras.

Los alquimistas dedicaban este metal a Saturno y lo representaban jeroglíficamente por una flecha. Su nombre proviene del latín plumbum.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

En México los yacimientos de plomo se localizan en la mayor parte del territorio nacional. Se encuentran yacimientos en Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.

PRODUCCION.

En México, los principales estados productores de plomo son Chihuahua y Zacatecas con 75 800 toneladas, respectivamente, en 1987, contribuyendo con el 43% y 31%, respectivamente. en 1983, la producción nacional fue

de 184 261 toneladas y para 1987 disminuyó a 177 161 toneladas, en 1988 el volumen de producción fue estable, en 171 337 toneladas, con un valor de 290 042 millones de pesos.

México exporta plomo, en forma de concentrados, a Bélgica-Luxemburgo y España, como plomo en bruto a E.U., Japón y a la Unión Soviética. Como desechos de plomo, el metal se importa de E.U.

La producción mundial de plomo en 1987 fue en volumen de 3 332 millones de toneladas métricas, siendo Australia, Canadá y E.U., los principales productores con un 13%, 12% y 10%, respectivamente.

La mayor parte de la producción nacional se obtiene principalmente de empresas como Asarco Mexicana, S.A., Minera Frisco, Fresnillo, S.A., y Metalurgia Mexicana Peñoles, S.A.

Los principales demandantes de plomo son: Productos de Zinc y Plomo, S.A. de C.V., Pigmentos y Oxidos, S.A., Productos Industriales, S.A. y Condumex, S.A.

Extracción.

Los principales minerales de plomo son: La galena (PbS), que contiene 86.4% de plomo, y la cerusita ($PbCO_3$), que contiene 77.5%.

Las explotaciones de plomo a cielo abierto son poco comunes, generalmente se usan métodos subterráneos.

Los minerales de plomo son sometidos a procesos de concentración, pero, generalmente, se usan procesos de flotación para efectuar una concentra

ción directa de los minerales.

El plomo es recuperado de los minerales concentrados, casi exclusivamente por el método de alto horno. Los minerales concentrados, conteniendo algunas impurezas, pueden ser reducidos a metal en los hornos de llama, usando aire para oxidar los sulfuros y coque carbón para reducir los óxidos. El plomo se recupera comunmente del 97 al 99% del contenido en los minerales.

Los datos estadísticos de producción, explotación, importación y producción mundial de plomo se muestran en las tablas # 40 a la 43.

TABLA # 40
 PRODUCCION MINERA DE PLOMO EN MEXICO POR ENTIDAD FEDERATIVA(TONS.)

ESTADOS:	1983	1984	1985	1986	1987 e/
T O T A L :	184,261	202,561	197,479	195,449	177,161
Aguascalientes	392	721	1,146	1,342	1,215
Coahuila	11,449	8,371	2,604	1,045	948
Chihuahua	78,587	88,153	87,302	83,713	75,880
Durango	12,634	14,322	13,742	10,749	9,742
Guanajuato	48	49	30	46	41
Guerrero	12,917	14,064	13,389	11,826	10,720
Hidalgo	8,390	8,252	9,165	4,609	4,178
Jalisco	3,923	5,355	4,198	5,898	5,347
México	283	573	440	678	615
Michoacán	484	1,119	2,644	1,415	1,283
Morelos	116	85	36	94	85
Nayarit	134	227	271	236	214
Nuevo León	105	79	80	61	55
Oaxaca	40	27	43	66	60
Puebla	542	35	38	353	321
Querétaro	2,333	2,264	2,366	2,488	2,255
San Luis Potosí	6,667	7,702	7,060	8,443	7,653
Sinaloa	234	259	275	1,520	1,378
Sonora	2,086	2,262	1,450	900	815
Tamaulipas	284	238	12	5	5
Zacatecas	42,611	48,402	31,168	59,962	54,351
Origen desconocido	2	2			
FORMA DE PRESENTACION 1/:					
Afinado	152,619	153,788	185,193	173,342	169,034
Antimonial	9,842	9,417	8,332	5,518	4,796
Barras impuras	4,089	11,492	9,401	3,129	3,156

(Continúa Producción Minera....)

	1983	1984	1985	1986	1987
Concentrados	605	8,479	3,696	651	175
Otros productos metalúrgicos	250	138	110	32	

e/Cifras estimadas

1/Cifras preliminares para el año de 1987

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.

TABLA # 41
EXPORTACION TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Minerales de plomo:					1
Estados Unidos					1
Plomo en concentrados o en productos pirometalúrgicos:					
Alemania República Federal	370	10,980	9,871	5,618	15,769
Bélgica-Luxemburgo		3,268	4,823	3,912	85
España				1,080	7,375
Estados Unidos	100	7,712	3,371	626	8,295
Marruecos			1,677		14
Rep. Popular China	270				
Plomo sin refinar:					
Alemania República Federal	4,989	10,732	7,102	6,050	4,878
Argentina		2,499			
Bélgica-Luxemburgo		420			
Costa Rica		2,640			
		20			

(Continúa Exportación...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Ecuador	20				
El Salvador	110	120	40	40	19
Estados Unidos	162	226	1,111	1,158	922
Filipinas			2,099		
Finlandia			1,185	447	
Guatemala			20	100	140
Honduras			88	67	79
Japón	4,550	4,556	2,379	3,977	2,128
Nicaragua	132				
Reino Unido		100	100		
Rep. Popular China		109			
U.R.S.S.					1,200
Uruguay	15	42	80	261	390

p/Cifras Preliminares
1/Peso neto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN

TABLA # 42
IMPORTACION TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Plomo en bruto:					
Alemania República Federal	6	46	336	61	44
Estados Unidos	1				
	5	46	336	61	44

(Continúa Importación...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Desperdicios y desechos de plomo:	249	1,204	503	1,270	2,300
Estados Unidos	249	1,203	503	1,270	2,300
Polvos y partículas de plomo:	2			269	2
Estados Unidos	2			269	2

p/Cifras preliminares

l/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 43

PRODUCCION MUNDIAL (MILES DE TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
TOTAL :	3,335	3,188	3,397	3,205	3,352
Australia	477	446	490	435	435
Canadá	252	260	278	304	400
Estados Unidos	449	322	424	335	330
Marruecos	102	101	100		
México	167	183	207	183	177
Perú	205	196	200	195	190
Rep. de Sudáfrica	80	95	98	98	100
Yugoslavia	120	100	110	110	100
Otros países de economía central	883	865	890	890	980
Otros países de economía de mercado	600	620	600	655	640

p/Cifras preliminares

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A., Y DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO)

WOLFRAMIO O TUNGSTENO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	W
Número atómico	74
Distribución electrónica	2, 8, 18, 32, 12, 2
Peso atómico	183.86
Densidad g/ml	19.1
Estructura cristalina	Exagonal compacta
Radio metálico Å	1.299
Calor específico	0.036
Conductividad térmica	0.48
Coefficiente de dilatación	$336 \cdot 10^{-6}$
Resistividad eléctrica	5.4
Punto de fusión °C	3 380
Calor de fusión Kcal/mol	8.42
Punto de ebullición °C	5 530
Dureza	7.5
Calor de vaporización	191
Solubilidad % agua	Insoluble
Otros reactivos	Soluble con KOH conc. caliente, li- geramente soluble en NH_3 , HNO_3 y en agua regia.
Color	Gris-negro
Estados de oxidación	2+ a 6+

Hasta ahora no se ha podido encontrar libre en la naturaleza, por lo regular existe en combinación con óxidos metálicos. Es un elemento de color gris, acero, duro, denso, difícilmente fusible, tenaz y extremada-mente dúctil, los minerales que lo contienen están muy distribuidos en

la naturaleza, es muy resistente a los ácidos, exceptuando al nítrico.

Usos.

El wolframio se utiliza para la preparación de filamentos para alumbrado, así como en la industria de lámparas eléctricas de incandescencia, se utiliza en la industria del acero para la fabricación de aceros especiales. Se usa en las aleaciones junto con el hierro, acompañados de otros elementos como carbono, silicio, cromo, manganeso, níquel, etc., son apropiadas para la fabricación de aceros especialmente duros, asimismo, y con el mismo fin, en la industria automotriz, en la fabricación de chapas para coraza (W-Ni). También se emplea en lugar de platino para discos y cátodos de los tubos de rontgen, para ruptores de los magnetos de los motores de explosión, y en general, para todos los contactos eléctricos incandescentes y en el mejoramiento del hierro y el acero.

Entre otros usos también se aplica en la fabricación de colores de gran poder cubriente (wolframato de bario y de zinc) color blanco verde (sal de cromo), níquel (verde) y de cobalto (azul), se utiliza también en la cerámica, la sal de sodio se emplea para impregnar tejidos a fin de hacerlos incombustibles y para obtener tintas negras. En la fabricación de partes de turbinas. El carburo de tungsteno se utiliza para recubrimientos altamente resistentes a la abrasión

Historia.

En tiempos remotos y en la explotación de estaño, se encontraba un min

ral que acompañaba a aquél, este mineral era notable por ser la causa de escoriaciones y por influir desfavorablemente en el rendimiento de estaño.

La observación de una serie de tales fenómenos hizo temible para los mineros, el influjo perjudicial de aquella piedra, y como en cierta manera devoraba el estaño, la compararon con un lobo (wolf en alemán) y la llamaron Wolfert y probablemente esta designación fue la que dio origen al nombre de wolfram primero al mineral y seguidamente al metal. El nombre de tugsten, piedra muy pesada, procede de Suecia. Mientras que los minerales de wolframio se conocían desde hace mucho tiempo, fue mencionado por primera vez en 1574 por Ercker, con el nombre de wolframs. -- Scheele descubrió en 1781 que el mineral daba un ácido que formaba --- sales. El metal fue obtenido por primera vez por los hermanos Elhuyar en España en 1786, por reducción del ácido con carbón. La exposición de París, en 1900, puede tomarse también como punto de partida del desarrollo de la industria del wolframio, llamó la atención de los técnicos la presentación de herramientas cortantes para tornos. Desde entonces, la preparación y uso del wolframio y sus compuestos ha adquirido un desarrollo considerable, especialmente para la preparación de aceros especiales, asimismo, en la industria de la fabricación de lámparas incandescentes, además del abaratamiento de la corriente eléctrica, las propiedades del metal fueron decisivas.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Los principales yacimientos de wolframio en el país están casi en su -

totalidad del estado de Sonora.

PRODUCCION.

La producción mineral de wolframio en México se inició desde la época de la Primera Guerra Mundial y se suspendió hasta 1942.

En los últimos años, la producción se ha mantenido más o menos estable en 1983, la producción nacional fue de 171 toneladas y para 1987 fue de 213 toneladas. Asimismo, para 1988 la producción en México fue de 206 toneladas, con un valor calculado de 271 millones de pesos, con relación a 1987, la producción nacional disminuyó 3% del total.

La producción nacional procede, en su totalidad de las siguientes empresas:

Cfa. Cibola, S.A., Cía Minera Dos Amigos, S.A., y Minerales América, S.A.

El wolframio se exporta en mineral, en forma de concentrados y en bruto principalmente a los Estados Unidos.

Asimismo, se importa como mineral de wolframio en bruto de países como Australia y Estados Unidos.

En lo que se refiere a reservas positivas, éstas se estiman en 200 000 toneladas de mineral con un contenido de 0.5%.

Extracción.

Los minerales más importantes del wolframio son: La wolframita, wolfra-

mato de hierro y manganeso, la scheelita, wolframato de calcio y la hubnerita que es un wolframato de Mn.

Estos son los minerales más importantes en la industria y de ellos la wolframita es el que figura en primera línea entre los que se utilizan. El elemento que frecuentemente se halla asociado con el wolframio es el estaño, en forma de casiterita entre otros, también se encuentra Bi, Pb, Mo, Cu y Zn.

La composición de la wolframita corresponde a la fórmula:



con un contenido aproximado del 61% de wolframio.

La materia prima para la preparación del wolframio así como de la totalidad de sus compuestos es el wolframato de sodio, que se prepara por disgregación de los minerales de wolframio con los alcalis y el ácido wolfrámico, obtenida de dicha sal.

El tratamiento químico de los minerales del wolframio para la obtención de sus compuestos va precedido casi siempre de una preparación mecánica y electromagnética del mineral bruto, por un lado, para obtener mineral de wolframio de elevada concentración y por otro para separación y ap_{ro}vechamiento de cuerpos extraños de gran valor.

La preparación de wolframio metálico puro se verifica exclusivamente -- por reducción del ácido wolfrámico amarillo. Como reductores se usan -- metales como el cinc y el aluminio, e industrialmente, son de gran im--

portancia el carbón y el hidrógeno, se utiliza más el primero en forma de polvo. Por cada 100 Kg de WO_3 se utiliza 15.5 Kg de carbón en polvo y por la diferencia de densidades, se separan fácilmente los dos compuestos por lo que se utilizan aglutinantes como la pez en polvo, el amidón o colofonia, la reducción se efectúa en crisoles de arcilla de calidad y se realiza en grandes hornos de coque o de llama, la reducción se efectúa a 1 300- 1 400°C. El metal se saca rascando los crisoles, -- luego se muele en molinos especiales, se leviga y se lava.

Las impurezas se separan por densidad. La pureza del metal es de 97 a 99%, teniendo como impureza el carbono en 0.2 - 0.3%.

También da buen resultado en la industria la disgregación de la wolframita por la sosa o carbonato de sodio o potasio. Al precipitar el ácido wolfrámico de las soluciones de wolframato con HNO_3 Conc. en caliente, se precipita el trióxido de wolframio y ácidos sulfúrico y estánnico.

Las estadísticas de producción, exportación, importación y producción mundial de wolframio se muestran en las tablas # 44, 44A, 45 y 46 respectivamente.

TABLA # 44
 PRODUCCION 1/
 TONELADAS

TUNGSTENO

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Concentrados	171	272	282	294	213
Mineral	15	2			

p/Cifras preliminares
 1/En contenido metálico

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P., E INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 44-A
 EXPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Minerales de tungsteno:	36	196	74	78	12
Estados Unidos	36	196	74	78	12
Tungsteno en concentrados:	510	651	1,019	694	621
Estados Unidos	510	651	1,019	694	621
Wolframio(tungsteno) en bruto:	19	11	3	43	5
Alemania República Federal				9	
Bélgica-Luxemburgo	4				
Estados Unidos			3	7	4
Japón				3	

(Continúa Exportación...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Reino Unido	7				
Suecia	8	11		24	1

p/Cifras preliminares.
l/Peso neto.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 45
IMPORTACION TONELADAS l/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Wolframio(tungsteno)en bruto, excepto lo comprendido en la fracción 81-01A-004:					
Alemania República Federal	5	47	59	24	28
Austria			4	17	22
Brasil	1		2	19	
Estados Unidos	4	47	36	5	6
Wolframio (tungsteno) y los demás	6	12	51	19	8
Alemania República Federal		1	4	1	1
Estados Unidos	6	10	46	13	7
Japón				5	
Singapur		1			
Otros países			1		

p/Cifras preliminares

l/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 46
 PRODUCCION MUNDIAL 1/
 (TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES:	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	38,918	45,213	47,258	42,511	41,400
Australia	2,060	1,043	1,912	1,300	1,100
Austria	1,117	1,294	1,565	1,500	1,500
Birmania	930	1,096	945	715	700
Bolivia	2,400	2,100	1,551	1,160	1,200
Brasil	1,200	998	1,175	800	800
Canadá	327	3,690	3,100	1,416	
Estados Unidos	1,016	1,173	983	817	
Francia	700	796	700	982	
Portugal	1,360	1,493	1,751	1,637	1,700
Rep. de Corea	2,293	2,703	2,752	2,500	2,500
Rep. Popular de China	12,500	13,500	15,000	15,000	17,000
Tailandia	562	741	586	361	600
U.R.S.S.	9,100	9,100	9,200	9,200	9,200
Otros países de economía central	550	1,050	1,078	2,550	2,500
Otros países de economía de mercado	2,803	3,636	5,140	2,573	2,600

p/Cifras preliminares

1/Producción minera en contenido metálico

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A.

METALES INDUSTRIALES FERROSOS.

HIERRO, MANGANESO

Introducción:

Bajo el nombre de metales ferrosos generalmente se entienden el hierro y las aleaciones de hierro con diversos elementos. El elemento principal, que le confiere al hierro diferentes propiedades es el carbono.

Las aleaciones con un contenido de carbono hasta 2.14 por ciento, se llaman "Aceros".

Además del carbono, que le confiere principalmente su resistencia, en la composición del acero y la fundición entran diferentes elementos que mejoran las propiedades del acero, llamados "elementos de aleación"; -- a estos elementos pertenecen el manganeso, silicio, cromo, níquel, molibdeno, wolframio y otros.

El manganeso, como elemento de aleación, se emplea en diferentes porcentajes: De 1 a 2 por ciento, para aumentar la fuerza y tenacidad, en tanto que con 12 por ciento, le imparte además de tenacidad, resistencia al desgaste.

Según el contenido de elementos de aleación, el acero o la fundición adquieren diversas propiedades, pudiendo ser empleados en una u otra esfera de la industria.

El hierro, coque y la piedra caliza, son los materiales básicos con los que se fabrica el acero, y son relativamente abundantes en la na-

turaliza.

El coque (de carbón mineral), es el principal combustible para la fusión en altos hornos, el coque dentro del horno genera calor y sustancias volátiles que reducen el fierro de la mena y lo funden. En tanto, la piedra caliza hace las veces de fundente.

Gran parte de nuestro progreso tecnológico está ligado a la industria del acero. La producción mundial de acero llega a cientos de millones de toneladas por año; Estados Unidos, la Unión Soviética y Japón, son los principales productores de acero.

Por el volumen de producción de metales ferrosos, en 1988 la Unión Soviética ocupó el primer lugar en el mundo con 200 millones de toneladas de acero, y 147 millones de toneladas de fierro fundido.

La producción mexicana de acero es insuficiente para satisfacer el mercado consumidor nacional, por lo que es necesario importarlo.

México ha permanecido autosuficiente en mineral de fierro, ya que cuenta con importantes yacimientos de este metal: Peña Colorada, Hércules y Las Truchas, entre otros. En 1988, se produjeron en nuestro país --- 5 564 492 toneladas de fierro con un valor de 157 738 millones de pesos.

Existen reservas positivas y probables de fierro, manganeso y coque que aseguran su viabilidad económica para su explotación. Estas reservas - probadas, sobre todo en el caso del manganeso, han logrado mantener a - nuestro país en el sexto lugar en el mundo, sin condiderar al bloque -- socialista.

En 1988, se produjeron aproximadamente 12 276 152 toneladas de metales industriales ferrosos (Minerales Siderúrgicos), con un valor estimado - de 398 240 millones de pesos, contribuyendo con el 7.4% del valor de la producción minero nacional.

En el cuadro No. II, del Apéndice I se encuentran datos estadísticos de la producción de hierro, manganeso y carbón mineral.

FIERRO O HIERRO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	Fe
Número atómico	26
Peso atómico	55.84
Punto de fusión°C	1539
Punto de ebullición°C	2740
Densidad	7.89 g/cm ³
Conductividad calorífica	0.19 cal/(seg) (cm ²) (°C/cm)
Conductividad eléctrica a 25°C	100 000 microhmios/cm ³
Límites de elasticidad	700 - 1 400 Kg/cm ²
Dureza Brinell	50 - 70
Dilatación térmica a 100°C	0.12 Cal/gr
Resistividad	9.8 Microhmios/cm ³
Color	Gris
Solubilidad	Soluble en ácido, insoluble en álcali.

Una propiedad distinta es su intenso magnetismo en un campo magnético, o por la acción de una corriente eléctrica en el hierro casi puro, la influencia magnética provocada por campo magnético o por corriente eléctrica desaparece por completo cuando se retira el imán o se suprime la corriente eléctrica. El hierro que contiene carbono, cobalto o níquel retiene el magnetismo. Los cristales de hierro puro, bien formados son raros, la denominación metalográfica del hierro puro como parte componente de la textura es ferrita; regularmente acompañan al hierro impurezas metálicas y no metálicas no deseadas como: C, Si, Mn, P, S, O, H, dióxido de carbono y nitrógeno, a éstos se debe su carácter quebradizo que se absorben durante la fundición en bruto, el bromo y el yodo, así

como el azufre se combinan directamente con el metal. El grado de forjabilidad y maleabilidad del acero depende de su composición química, los aceros con menos carbono son más susceptibles de deformación, ya que ofrecen menos resistencia a ella.

La soldabilidad: Se dice que un metal es soldable cuando puede reunirse, apretándolos uno contra otro dos pedazos distintos, de modo que formen un conjunto único, este procedimiento se hace solo a temperaturas elevadas.

La magnetita presenta frecuentemente polaridad magnética, mineralógicamente es una espínela ($\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3$). La hematita pesa 5 veces más que el agua, se presenta en forma de polvo rojo y se prepara calcinando el hidróxido ferrico. La limonita contiene gran cantidad de agua, es menos dura y más ligera que la magnetita y la hematita y su coloración va del amarillo al castaño oscuro. La siderita o espato de hierro se presenta en vetas negras o en masas irregulares.

El acero es una aleación de hierro y carbono en proporción que varía entre 0.1% y 1.25%, su punto de fusión va de 1 353°C para el acero duro a 1 575°C para el acero blando. Las aleaciones de hierro se hacen en base a níquel, cromo, silicio, manganeso, molibdeno, wolframio y vanadio.

Usos:

Tiene múltiples aplicaciones en la industria, en el arte y en la medicina, además de ser materia prima en la fabricación de acero, el hierro -

se emplea en pigmentos-cemento, en refractarios básicos, en la fundición de metales no ferrosos y por reducción del óxido ferroso con hidrógeno, contra la anemia, pues es un componente esencial de la hemoglobina. La hematita se usa para pulir metales y vidrio, como pigmento rojo en la preparación de algunas pinturas. La siderita se emplea también como fundente gracias a su contenido de carbonato de calcio y magnesio.

Historia.

Hace miles de años, el hombre hacía todas sus toscas herramientas con piedra, fue la Edad de Piedra, luego descubrió el cobre y el latón y -- los unió para fabricar el bronce, la época de llamó Edad de Bronce. Entonces los antiguos hititas aprendieron a extraer el hierro y al difundirse este conocimiento, los hombres entraron a la Edad de Hierro. En cierto sentido, se puede decir que aún viven en ella.

El descubrimiento del hierro se produjo en forma accidental, en alguna parte, el hombre había encendido una hoguera muy intensa frente a una pendiente llena de ganga de hierro, y cuando el fuego se apagó, aquel hombre aprendió a fundir la ganga para obtener un metal más duro, esto señaló el alba de la Edad de Hierro.

En tiempos muy remotos, el hierro y el acero se usaron principalmente -- en las guerras y en la caza para hacer cuchillos, más tarde, se utilizaron en las armaduras que utilizaban los caballeros de la Edad Media, -- los árabes lo usaban para sus herraduras hace 1 300 años y se cree que los chinos fueron los primeros en hacer agujas de acero, éstas llegaron a Europa con los moros, hacia el año 1 200; cuando apareció la pólvora,

el hierro se usó para los cañones y armas de fuego en general.

El primer uso del hierro, relacionado con la religión, la mitología y el folklore, fue el del hierro meteórico, que no solo sirvió para las herramientas y armas del hombre primitivo, sino también se le suponían poderes sobrenaturales en virtud de que caía del cielo.

Se han encontrado pruebas de que el hierro se usaba ya hacia el año --- 4 000 a. de C. por los egipcios, la cultura china, los fenicios y los romanos que lo llevaron hasta la Europa Occidental e Inglaterra.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

El hierro se encuentra en arcillas y arenas, se halla en mayor o menor cantidad en casi todas las rocas, especialmente en las que contienen -- anfíboles, piroxenos, mica y olivino. Los minerales que contienen hierro se presentan en óxidos, carbonatos, silicatos y sulfuros. La magnetita y la hematita son óxidos de hierro, la pirita y la marcasita son sulfuros, etc., que contienen este elemento.

La magnetita y la hematitas son las menos principales del hierro, pero los sulfuros son también útiles por su contenido de azufre.

Minerales de hierro de primera importancia:

<u>NOMBRE</u>	<u>FORMULA</u>	<u>CLASIFICACION</u>	<u>%Fe</u>	<u>CRISTALIZACION</u>
Magnetita	Fe_3O_4	Oxido ferroso férrico	72.4	isométrico
Hematita	Fe_2O_3	Oxido férrico anhidro	70	isométrico

NOMBRE	FORMULA	CLASIFICACION	%Fe	CRISTALIZACION
Limonita	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Oxido férrico hidratado	59.8	No cristalizado (coloidal)
Goethita	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Oxido férrico hidratado	62.9	Ortorrómbico
Siderita	FeCO_3	Carbonato ferroso	48.2	Rombohédrico

Minerales de hierro de menos importancia:

NOMBRE	FORMULA	CLASIFICACION	%Fe
Frankilinita	$(\text{Fe}, \text{Zn}, \text{Mn})\text{O} \cdot (\text{Fe}, \text{Mn})_2\text{O}_3$	Oxidos	21
Ilmenita	$\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$	Titano ferroso	variable
Cromita	$\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$	Cromito ferroso	variable
Pirrotita	$\text{Fe} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{S}_3$	Pirita magnética	variable
Calcopirita	CuFeS_2	Sulfuro de cobre y hierro	30,4
Pirita (marcasita)	FeS_2	Pirita de hierro (pirita blanca)	46.7

Las reservas de hierro en México se estiman en 800 millones de toneladas, de las cuales 350 son positivas, 250 probables y 200 más posibles. Los conceptos anteriores se definen de la siguiente manera: Reserva positiva: Es la cantidad de mineral que se tiene perfectamente determinada en un depósito; las reservas probables: las que se exponen por dos lados, o sea se tienen localizados yacimientos probables; y las reservas posibles: las que se supone existen debajo de los afloramientos. -- En México existen yacimientos en casi todo el territorio: En Ensenada, Baja California; en Minatitlán y Cuautitlán, Jalisco; en Chihuahua; Du-

rango; Guerrero; Las Truchas, Michoacán; también existen yacimientos en Colima y Coahuila.

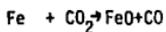
Las principales empresas consumidoras de hierro en el país son las siderúrgicas, entre las que destacan: Altos Hornos de México, S.A. y Hojalata y Lámina, S.A., La Cfa. Fundidora de Fierro y Acero Monterrey, -- fue por mucho tiempo la compañía más importante consumidora del país.

Extracción.

El hierro en lugar de encontrarse nativo en la corteza terrestre, se encuentra como hematita (Fe_2O_3) y magnetita (Fe_3O_4), pero estos óxidos no se encuentran comunmente puros, generalmente están acompañados de menas. Estas presentan variedades tanto química como físicamente, la extracción del hierro y separación de todas sus impurezas se hace por dos principios: Principio de reducción y proceso de conversión.

El principio de reducción o de altos hornos, donde ocurren las siguientes etapas: 1.- Reducción de los óxidos de hierro; 2.- Fusión del hierro; y 3.- Fusión de la ganga. En el proceso se emplea coque como fuente y como agente reductor; el alto horno se llena por su abertura superior alternativamente con mineral y combustible (coque) mientras que el aire es introducido bajo presión por la parte inferior y fundiéndose las demás sustancias, estas fluyen hacia la parte baja del alto horno por donde se le da salida a la fundición, por salidas especiales. El óxido ferroso (mineral) es reducido por el monóxido de carbono con formación de hierro y anhídrido carbónico, este punto se llama reducción directa, por tanto, cuanto más CO se forme, la reacción será más

completa:



PRODUCCION.

En los últimos años la producción nacional se ha visto disminuida en -- 12%, ya que en 1983 se produjo un volumen de 5 306 toneladas y para --- 1987 la producción fue de 4 965 133 toneladas, pero para 1988, hubo una recuperación en la producción, siendo en volumen 5 564 492 toneladas, - con un valor aproximado de 157 738 millones de pesos.

En México, los Estados más productores de hierro son: Colima, Michoacán y Chihuahua, con un volumen de producción de 1 392 819 toneladas, --- 1 026 144 toneladas, y 881 907 toneladas respectivamente, en el año de 1987. Ver tabla # 47.

Este metal se exporta principalmente a Estados Unidos, en 1987 se expor taron 1 204 toneladas de hierro como mineral. Asimismo, se importa hie rro de países como E.U., en forma de concentrados, lingotes y en chata rras de envases de hojalata, otros países de donde se importa son: Vene zuela, Canadá, Brasil y la India entre otros. Ver tabla # 48 y 49.

Los países que más hierro producen en el mundo son: Brasil y la Unión - Soviética. Como se observa en la tabla # 50.

TABLA # 47

PRODUCCION MINERA DE FIERRO EN MEXICO POR ENTIDADES FEDERATIVAS

ESTADOS:	1983	1984	1985	1986	1987 e/
T O T A L :	5,306,343	5,489,343	5,161,144	4,817,410	4,965,133
Coahuila	66,064	272,019	540,613	735,499	758,076
Colima	1,513,466	1,607,725	1,531,747	1,351,401	1,392,819
Chihuahua	1,109,927	1,173,125	1,290,257	855,667	881,907
Durango	649,941	545,398	301,325	199,387	205,507
Jalisco	1,010,232	868,618	798,492	679,840	700,680
Michoacán	956,813	1,020,358	698,710	995,616	1,026,144
Oaxaca		2,100			
FORMA DE PRESENTACION 1/:					
Concentrado	1,423,238	1,340,179	1,065,526	780,421	722,547
Mineral	250,568	561,725	973,790	919,993	801,927
Pellets	3,624,537	3,587,439	3,121,828	3,116,996	3,440,659

e/Cifras estimadas.

1/Cifras preliminares para el año 1987.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.

TABLA # 48
EXPORTACION TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Míneral de fierro:	1,359	1,764	260	12	1,204
Chile			10		
Ecuador	1				
Estados Unidos	1,358	1,764	250	7	1,204
Francia				5	
Los demás:			245	1,003	
Bélgica-Luxemburgo				1,003	
Estados Unidos			240		
Panamá			5		

p/Cifras estimadas

1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN

TABLA #49
 IMPORTACION
 TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Minerales de fierro y sus concentrados:					
Alemania Rep. Federal	159	133	2,136	208,617	44,803
Argelia		3			4
Bélgica-Luxemburgo			468	54,918	2
Brasil		1	800		
Chile		74		51,574	
Estados Unidos	152	53		101,121	44,646
Guatemala	5				
Suecia		1			
Suiza	2	1	10	4	1
Venezuela			658	1,000	150
Fundición en bruto (inclui da la fundición especular), en lingotes, tochos, sala- pados o masas					
	2,234	7,190	17,399	8,630	9,171
Brasil	124	2,468	2,604	477	299
Canadá	661	791	1,183	704	1,252
Estados Unidos	1,449	3,931	13,612	6,649	7,520
Panamá				800	100
Chatarra de envases de hoja lata:					
	1,302	17,659	18,088	20,366	6,541
Brasil				41	
Canadá		21			
Estados Unidos	1,302	17,638	18,088	20,324	6,541
India				1	

(CONTINUA IMPORTACION...)

	1983	1984	1985	1986	1987
De ruedas de ferrocarril inutilizadas:					
Brasil	60	20	856	800	247
Cuba			60		
Estados Unidos	60	20	761		247
Guatemala			35	800	
Límaduras virutas o rebabas:					
Alemania Rep. Federal	7,431	7,147	6,532	9,893	26,070
Belice				30	3
Brasil				10	
Estados Unidos	7,431	7,147	6,161	9,446	26,067
Japón				407	
Chatarra en paquetes prensados:					
Alemania Rep. Federal	28,427	32,877	20,268	33,677	20,241
Bahreín	5,826	1,149	210	14,039	
Bélgica-Luxemburgo	18	91			
Canadá				10	
Estados Unidos	22,583	31,637	20,058	13,736	17,724
India				5,892	
Japón					995
Otros países					1,522
Chatarra sin prensar de fierro gris:					
Alemania Rep. Federal	20,326	43,076	69,996	54,630	42,245
Arabia Saudita	250	319		257	122
Belice			15		
Estados Unidos	2	40	310	906	1,127
	20,042	42,687	69,544	50,058	39,116

(CONTINUA IMPORTACION...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Francia			79	419	460
Ghana		14			
India			48	117	
Japón	32			2,873	
Panamá					1,373
Otros países		16			47
Chatarra sin prensar de acero:					
Alemania Rep. Federal	552,922	524,943	713,763	324,911	358,005
Bélgica-Luxemburgo	953	526		13,354	589
Belice	349	275	148	299	140
Brasil			476	70	161
Canadá				65	198
Cuba	1,376	2,674	962		
Chipre			34		35
Ecuador			61		
España			83	5	533
Estados Unidos	550,244	521,368	710,656	306,377	353,504
Etiopía		34			
Finlandia					579
Francia				377	267
Guatemala				447	
India			855	1,539	
Italia			24		
Japón			464	378	1,898
Panamá		30			
Otros países		36			101

(CONTINUA IMPORTACION...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Desperdicios y desechos (chatarra), de fundición de hierro o de acero (los demás):	6,225	5,460	10,387	9,655	10,730
Alemania Rep. Federal					49
Bélgica-Luxemburgo					73
Brasil					13
Cuba			1,920		
España			13		164
Estados Unidos	4,695	5,460	8,242	9,625	8,438
Guatemala				56	
Italia				70	
Japón	1,530		212	264	1,623
Mongolia					71
Singapur					1
Otros países					298
Granallas de fundición, de hierro o de acero, incluso trituradas o calibradas:	77	116	632	475	211
Alemania Rep. Federal		32	19	38	36
Brasil				1	
España	5	2		1	
Estados Unidos	71	78	593	435	173
Guatemala	1				
Italia			20		
Perú		1			
Reino Unido		3			
Suecia					1

(CONTINUA IMPORTACION...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Polvo de fierro o de acero fierro o acero esponjoso:					
Alemania Rep. Federal	1,678	1,943	2,847	1,690	2,059
Bélgica-Luxemburgo	7	6	24	5	7
Canadá	351	463	42	22	13
Estados Unidos	1,320	1,371	951	490	785
Suecia		103	94	1,173	1,254
Fierro y acero en bloques delados, empaquetados, lingotes o masas:					
Alemania Rep. Federal	43,387	244,475	255,596	132,546	537
Bélgica-Luxemburgo		96,322	211,579	114,234	
España		53	1,485		
Estados Unidos	8	23	57	120	537
Francia	15,313	146,577	28,964	10,622	
Italia	28,066	1,500	13,511	7,570	
Fierro y acero en desbastes cuadrados y rectangulares ("blooms") y palanquillas, desbastes planos (slabs) y ilanton:					
Alemania Rep. Federal	27,624	13,882	71,082	5,095	3,318
Bélgica-Luxemburgo	192		984	23	
Brasil			989	1,553	
España		24		28	
Estados Unidos	27,432	13,858	46,719	3,491	3,318
Venezuela			22,390		

(CONTINUA IMPORTACION...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Barras macizas laminadas en caliente, excepto lo comprendido en las fracciones 73-10A-002, 004, 005 y 006:					
Alemania Rep. Federal	2,008	3,693	9,053	5,398	3,884
Australia	37	113	184	238	7
Austria	5	16			
Bélgica-Luxemburgo			1	15	4
Brasil	5		47		91
Canadá		485	886	162	115
España			4	1	
Estados Unidos		20	1,234	251	30
Francia	1,960	2,922	6,150	4,015	3,507
Ghana		5		50	
Italia			21		
Japón		131	507	600	119
Libia					2
Panamá			17	56	
Reino Unido	1		2		
Suecia		1		10	
Rieles(carriles), cuando se importan para su refinación por empresas laminadoras o para hornos de fundición:					
Cuba	29,512	75,522	97,186	90,491	22,238
Estados Unidos		9,297	1,786	730	
	29,512	66,225	95,400	89,761	22,238
Barcos destinados al					
Cuba		8,834	14,300	12,044	
Estados Unidos				1,173	
Panamá		8,834	11,600	10,871	
			2,700		

p/Cifras preliminares

1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA.SECOFIN.

TABLA # 50
 PRODUCCION MUNDIAL

(MILLONES DE TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	741	801	858	863	885
Australia	74	90	100	90	90
Brasil	89	90	120	132	136
Canadá	33	37	39	36	34
Estados Unidos	38	52	49	40	44
Francia	16	15	14	12	12
India	38	41	44	48	55
Liberia	14	15	15	15	15
Rep. de Sudáfrica	16	24	24	25	24
Rep. Popular China	71	75	80	90	98 1/
Suecia	13	18	20	21	20
U.R.S.S.	245	247	248	251	252
Venezuela	9	12	15	19	21
Otros países de economía central	23	23	15	15	15
Otros países de economía de mercado	58	59	70	69	69

p/Cifras preliminares

1/Cifras estimadas

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A.

MANGANESO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	Mn
Peso fórmula	54.93
Color	Gris metálico-rosado
Forma cristalina	(3 formas) cristalina, cúbica y tetragonal.
Densidad relativa	7.2 a 20°C
Punto de fusión °C	1260
Punto de ebullición °C	1900
Solubilidad %	
Agua fría	Se descompone
Agua caliente	--
Otros reactivos	Soluble en ácido diluido
Configuración Elect.	2, 8, 13, 2
Radio metálico Å	1,168
Resistividad eléctrica	175
Calor de fusión Kcal/mol	3.50
Calor de vaporización Kcal/mol	52.5
Coef. de dilatación térmica	22×10^{-6} 0-100°C
Calor específico	0.115 Cal/g
Dureza	5 Mohs

La electrólisis en presencia de ácido nítrico concentrado es útil para separar el manganeso de los metales.

Es un metal que en la fractura presenta a menudo hermosos colores parecidos al arco iris que no se alteran al aire. Es un metal muy quebradizo y puede pulverizarse fácilmente con mortero de acero, arde a 1210-1220°C, con corriente de nitrógeno produciendo una llama con mucho humo

dando una masa negra-agrisada. El producto comercial contiene 97% de pureza, el resto es Aprox. 1% fierro, silicio, aluminio, etc., por medio del carbono (carburo de manganeso) se modifican esencialmente las propiedades del metal, el ácido sulfúrico concentrado y frío no lo ataca, el caliente lo disuelve rápidamente desprendiendo SO_2 . El manganeso no se separa de su solución por ningún otro metal.

Usos.

Ni el manganeso que contiene carbono, ni el que está libre de él, tienen aplicación como tales, el último sirve en gran escala para la preparación de aleaciones. Bajo la forma de ferromanganeso sirve como desoxidante de la fundición de hierro, el cobre, el bronce y el níquel. Como pirosulita tiene mucha aplicación en la industria del vidrio y de los metales.

El dióxido de manganeso que contiene del 82 al 87% (grado químico). Se emplea como agente oxidante en la producción de cloro, bromo, yodo, compuestos químicos orgánicos y desinfectantes.

Ligado a otros metales tiene importantes aplicaciones por ejemplo, la aleación de cobre se usa en las turbinas, con bronce se emplea en la construcción de chumaceras y soportes, con el níquel forma una aleación muy útil para fabricar bujías.

Historia.

Antiguamente se creía que los minerales de manganeso eran minerales de hierro. El nombre de manganeso procede de la palabra latina "magnes" -

que significa imán. El primer manganeso metálico fue producido por el mineralogista sueco J.G. Gahn en 1774. En 1839 Heath usó el carburo de manganeso en la fabricación del acero crisol. En 1856 W. Siemens patentó el uso del ferromanganeso como adición del acero fundido para contrarrestar los efectos perjudiciales del azufre, y en 1888, R. Hadfield -- descubrió el acero con un alto contenido de manganeso, conocido hoy como acero hadfield al manganeso.

El manganeso está ligado íntimamente con la pirolusita. Plinio cita - muchas veces a la pirolusita y su aplicación en la industria vidriera. En la Edad Media se designaba la pirolusita con el nombre de magnesia nigra (falso imán) y a la magnetita con el nombre de magnes. Los vidrieros llamaban a este mineral manganeso, porque decoloraba el vidrio coloreado por el óxido de hierro; jabón de vidrieros.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Los principales minerales de manganeso son los siguientes:

Pirolusita: MnO_2 , que contiene del 60 al 63% de manganeso, Psilomelana, $4MnO_2 (Mn, Ba, K) \cdot nH_2O$, es un óxido que contiene del 45 al 60% de manganeso, la manganita que contiene 62.4% de manganeso y 10.3% de agua entre otros. $(Mn_2O_3 \cdot H_2O)$.

En muy pequeñas cantidades se encuentra en agua de mar, en muchas aguas minerales, en aguas ferruginosas de pozos en terrenos llanos, en cenizas de numerosas plantas. La corteza terrestre de 10 millas de espesor contiene .08% de manganeso.

PROPIEDADES Y COMPOSICION QUIMICA DE ALGUNOS MINERALES DE MANGANESO

Mineral:	Composición:	%Mn	Densidad:	Dureza:	Color:	Estructura:	Raya:
Pirosulita	MnO_2	60-63	4,73-4,86	2-2,5	Gris de acero o negro de hierro	Columnar radiada; generalmente masas granulares	Negra
Psilomelana	$BaMn^{2+}Mn_B^{4+}O_{16}(OH)_4$	45-60	3,7-4,7	5-6	Azul de acero a negro	Masas estalactitas botroidales	Negra
Manganita	$MnO(OH)$	62,4	4,2-4,4	4	Gris de acero o negro de hierro	Cristales radiados	Parda rojiza oscura
Hausmanita	Mn_3O_4	72,1	4,73-4,86	5-5,6	Negro o negro pardusco	Amorfo o nodular	Negra pardusca
Wad	Mezcla de óxidos de Mn hidratados	Variable	3-4,3	1-6	Negro o pardo	Amorfo o nodular	Parda o negra
Alabandita	MnS	63,1	3,95	3,5-4	Negro de hierro o pardo	Masas granulares	Verde oliva
Rodocrosita	$MnCO_3$	47,8	3,45-3,6	3,5-4	Rosa claro o rosa oscuro	Masas concrecionadas o granulares; generalmente exfoliables	Incolora
Rodonita	$MnSiO_3$	41,9	3,4-3,68	5,5-6,5	Rosa	Masas exfoliables o compactas en granos incluidos	Incolora
Braunita	$3Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$	60-69	4,75-4,82	6-6,5	Negro o pardo negrusco	Cristales o granular	Negra pardusca
Rementita	$8MnO_7SiO_2 \cdot 5H_2O$ $6Mn_6Si_4O_{10}$	31,0	3,1	6	Gris claro o pardo grisáceo	Agregados de láminas o fibras de grano fino	Negra pardusca
Franklinita	$(Fe, Zn, Mn)O \cdot (Fe, Mn)_2O_3$	10-20	5,0-5,3	5,5-6,5	Negro de hierro	Masas compactas o granulares	Parda rojiza o negra

Se tiene conocimiento que la mayor concentración de depósitos manganesíferos se localizan en la parte norte central de la altiplanicie mexicana, abarcando los estados de Chihuahua, Durango, Hidalgo, San Luis Potosí, Zacatecas y Sonora.

Se menciona que en México existen reservas estimadas en 7 millones de toneladas en contenido metálico, reservas probadas que han logrado mantener a México en 6o. lugar en el mundo, sin considerar la U.R.S.S

PRODUCCION.

En los últimos años, los estados de la República que producen mayores - cantidades de manganeso son Chihuahua, Durango, y principalmente Hidal- go, este último con una producción de 146 035 toneladas en 1988. En -- los últimos años se ha disminuido la producción de manganeso en el país, ya que sólo en 1984 se produjeron 180 940 toneladas, pero para 1988 la producción total fue de 168 573 toneladas, con un valor de 53 800 millones de pesos, el abatimiento en la producción fue de 6.83% con respecto a 1984.

En México, las principales compañías productoras de manganeso son: Cfa. Minera Autlán, S.A. de C.V., Mercados Estratégicos, S.A., y Manganeso, S.A.

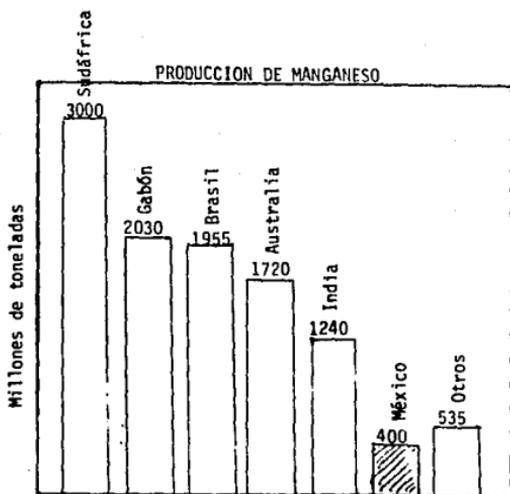
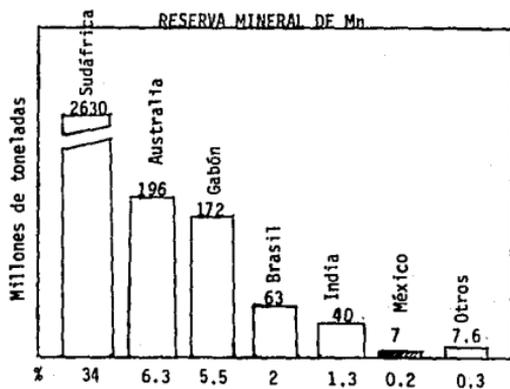
El manganeso también se exporta como mineral manganesoso a países como -- E.U. y Guatemala, aunque en 1987 no la hubo. También como mineral de manganeso en concentrado se exporta a Canadá, Chile y España entre otros; - asimismo, se importa de E.U. y Suiza.

La producción mundial de manganeso en 1987 se representa de la siguiente manera: La URSS con 9 707 toneladas métricas, después la República - de Sudáfrica con 3 175 toneladas métricas y Brasil y Gabon con 2 722 y 2 268 toneladas métricas, respectivamente, como se muestra en la tabla # 54.

Extracción.

El color y el lustre característico de muchos minerales de manganeso, - hacen posible clasificarlos a mano, este método puede ser muy eficiente para este objetivo. Todos los minerales de manganeso, excepto la piro-lusita, pueden concentrarse por trituración y cribado; después de la -- trituración, las partículas más grandes y que son las más duras, contie- nen casi siempre la mayor concentración de manganeso, frecuentemente un solo cribado del mineral después de la trituración proporciona una con- centración satisfactoria de manganeso. Rara vez en la industria se uti- liza el procedimiento magnético para este fin. La arcilla que acompaña al mineral se elimina en canales de lavado y la sílice se elimina con - cribas hidráulicas.

La flotación se emplea en minerales que contienen óxido. El mineral se muele en circuito cerrado hasta 65 mallas y más fino. El MnS se separa por flotación con adiciones de carbonato de sodio, luego se flota la ro- docrosita con jabón, resultando un concentrado con 40% de manganeso, -- después este se noduliza en un horno rotatorio para obtener un producto con 58-62% de manganeso.



Métodos hidrometálicos:

Estos métodos se aplican a minerales pobres en contenido de manganeso - para que puedan tener usos metalúrgicos.

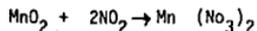
Lixiviación con sulfato de amonio. Este procedimiento consta de los siguientes pasos: 1) Tostación reductora del mineral; 2) Reacción con solución de sulfato de amonio en la que se forma sulfato manganoso y amoníaco; 3) Precipitación de hidróxido mangánico por oxidación del sulfato manganoso con aire, el amoníaco se recupera y se recircula, obteniéndose Mn de muy buena calidad y como subproducto un mineral de hierro.

Lixiviación con ácido sulfúrico y dióxido de azufre: El dióxido de manganeso y los óxidos superiores se reducen primero por tostación a óxido manganoso (MnO) en la reducción se usa hulla, coque, petróleo o gas de petróleo.

El mineral tostado puede lixiviarse con dióxido de azufre, que por reacción con los óxidos de manganeso forma el sulfato. El sulfato de manganeso se concentra y calcina produciendo manganeso de alta calidad.

Lixiviación con NO_2 ó HNO_3 :

En este proceso no se hace tostación preliminar. El dióxido de manganeso se hace reaccionar con dióxido de nitrógeno para formar nitrato manganoso.



El nitrato manganoso se concentra por filtración y evaporación, luego -

se descompone por procedimiento térmico, el manganeso producido tiene buena calidad metalúrgica.

El ferromanganeso también se puede obtener por el procedimiento de alto horno, haciéndose pasar una corriente de aire a baja presión y con bajo consumo de combustible, en comparación con la obtención de hierro.

Estadísticas de producción, exportación, importación y producción mundial de manganeso se muestran respectivamente en las tablas # 51, 52, 53 y 54.

TABLA # 51
 PRODUCCION MINERA DE MANGANESO EN MEXICO POR ENTIDADES FEDERATIVAS

ESTADOS	TONELADAS				
	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	133,004	180,940	150,647	174,416	146,407
Chihuahua	146	121	65	44	37
Durango	483	714	2,582	374	315
Hidalgo	132,375	180,105	148,000	173,998	146,035
FORMA DE PRESENTACION 1/					
Concentrados	132,375	180,105	148,000	173,998	145,001
Mineral	629	835	2,647	418	1,406

1/Cifras estimadas

p/Cifras preliminares para el año 1987

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.

TABLA #52
EXPORTACION
TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Minerales de manganeso:	1,711	1,650	121	212	
Colombia	93				
Costa Rica	110	617			
Estados Unidos	1,285	988		182	
Guatemala				30	
Honduras			21		
Perú	123		100		
Rep. Dominicana	100				
Venezuela		45			
Manganeso en concentrados	100,768	228,945	113,834	91,465	134,762
Alemania República Federal			821		
Canadá	10,450		9,800		30,625
Chile					21,609
España		14,406		14,700	29,400
Estados Unidos	25,908	89,120	25,333	24,335	6,052
Francia		20,000			
Guatemala					36
Noruega	23,100	76,108	24,500	28,910	16,660
Panamá		7,595			
Perú	123	236			
Portugal	12,994	13,720	29,700		
Venezuela	28,193	7,760	23,680	23,520	30,380

p/Cifras preliminares
1/Peso neto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECCOFIN.

TABLA #53
 IMPORTACION
 TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987	p/
Minerales de manganeso:	155,418	141,803	146,455	112,353	44,669	
Australia		842	21,999			
Bélgica-Luxemburgo					414	
Congo			1,006	993	314	
Estados Unidos	297	8,088	27,316	23,912	32,253	
Francia					1,000	
Gabon			18			
Italia	155,121					
Japón				5		
Panamá		132,873	96,116	87,443		
Suiza					10,688	

p/Cifras preliminares
 1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA #54
 PRODUCCION MUNDIAL
 (MILES DE TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	22,578	22,653	24,111	23,955	23,125
Australia	1,353	1,700	1,989	1,649	1,633
Brasil	2,087	2,200	2,700	2,700	2,722
Gabon	1,857	2,119	2,351	2,510	2,268
India	1,320	1,300	1,140	1,300	1,270
México	133	181	151	174	146
Rep. de Sudáfrica	2,886	3,049	3,601	3,720	3,175
Rep. Popular China	1,597	1,597	1,597	1,597	1,597
U.R.S.S.	10,433	10,070	9,888	9,707	9,707
Otros países de economía central	132	105	177	163	172
Otros países de economía de mercado	780	332	517	435	435

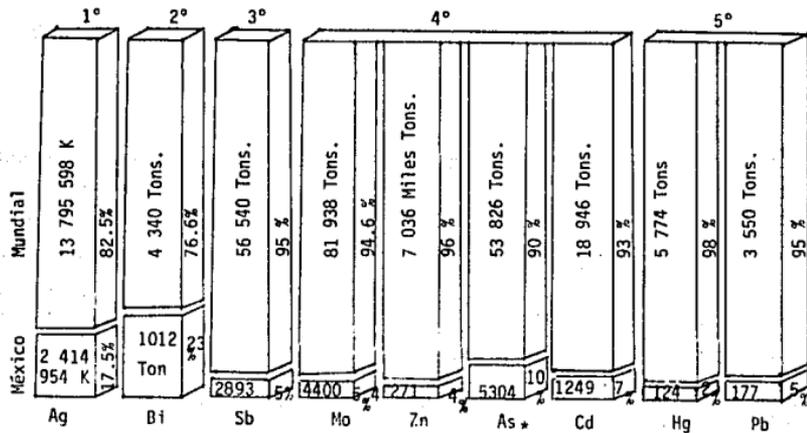
p/Cifras preliminares

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A.

1987

PARTICIPACION DE MEXICO EN LA PRODUCCION MINERA MUNDIAL

METALICOS



*. Elemento no metálico.

C A P I T U L O I I

ELEMENTOS NO METALICOS

Este capítulo se referirá a los elementos no metálicos: Arsénico, azufre y selenio, así como a los minerales no metálicos más importantes -- que se producen en el territorio mexicano: Barita, caolín, carbono, dolomita, fluorita, fosforita, grafito, sílice y yeso.

La producción de los minerales no metálicos es suficiente y alcanza para cubrir las necesidades del país. El excedente se destina a la exportación.

Arsénico: Su producción nacional en 1983 fue de 3 452 toneladas, aumentando a 5 304 toneladas en 1987; azufre: Su producción aumentó de 1 815 447 toneladas en 1982 a 2 303 775 toneladas en 1987; fluorita: Su producción se elevó moderadamente de 1982 a 1987, pasando de 331 686 a 723 524 respectivamente; barita: En 1982 su producción fue de 323 753 toneladas y en 1987 se calculó en 401 336 toneladas; carbono: En 1983 su producción total fue de 8 999 467 toneladas, aumentando para 1987 a 11 137 054 toneladas; grafito: Su producción fue de 37 946 toneladas en 1987 y 43 831 toneladas en 1988; fosforita: Se consumió el total de su producción: 361 721 toneladas en 1987.

El volumen de producción nacional de minerales no metálicos en 1988 fue de 15 226 057 toneladas, con un valor estimado de \$ 992 184 millones de pesos, contribuyendo en 18.1% del valor total de la producción minera nacional.

En los apéndices II y III se muestran estadísticas de producción de los minerales no metálicos.

ARSENICO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	As
No. atómico	33
Distribución electrónica	2, 8, 18, 5
Peso atómico	74.91
Densidad g/ml	5.72
Estructura cristalina	Amarillo: Tetraedros Gris: Piramidal
Radio metálico Å:	1.21
Resistividad eléctrica	35
Punto de fusión °C	817 (36 atm)
Calor de fusión Kcal/mol	6.62
Punto de ebullición °C	613
Calor de vaporización Kcal/mol	34.5

Aunque la estructura gris del arsénico es análoga a la del antimonio - metal, la naturaleza menos metálica del arsénico se refleja en su mayor volatilidad y calor de fusión.

Usos.

Sus compuestos son fuertemente venenosos y los más comunes, el óxido de arsénico o arsénico blanco y las sales arsenicales son empleadas -- como insecticidas.

Los compuestos del arsénico se unen fuertemente a la toxicología química, ya que durante 20 siglos sus compuestos han sido el veneno más empleado.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

La producción de arsénico proviene de la explotación de otros minerales como sulfuros de plomo y plata, donde es muy frecuente y común la presencia de arsénico.

La extracción de arsénico como compuestos arsenicales en México se encuentran en San Luis Potosí, Torreón, Monterrey, Michoacán y Guerrero.

Sin embargo, en el mapa de yacimientos de arsénico distribuidos en México se indican localidades donde existen minerales esencialmente de arsénico como los del Estado de México, que es arsénico nativo. En la mayoría de las demás localidades se ha encontrado que el mineral es generalmente arsenopirita, pero que no se explota directamente por baja rentabilidad.

Actualmente, la producción de arsénico blanco en México es a razón de 4.5 Ton/año, y de arsénico impuro alrededor de 759 Ton/año, asimismo, el arsénico se importa de Alemania Federal y de Estados Unidos, a razón de 86 Ton/año como arsénico. Ver tabla # 56

La producción mundial de arsénico hasta 1987 fue de 54 304 toneladas métricas, participando en la producción países como Estados Unidos, Francia, U.R.S.S., Suecia, Perú, Chile, etc. Ver tabla # 57.

Extracción.

Se extrae de los concentrados plumbosos que se benefician en las fundiciones y se hace recogiendo de las plantas Cottiel los sublimados, derivados de los humos expelidos al tratarse aquellos concentrados. Esos

polvos de las fundiciones de plomo se remiten para su refinación para la producción de arsénico blanco.

A continuación se muestran las remisiones dentro del país y el valor - minero de arsénico en la República Mexicana durante los años de 1984 y 1985.

TABLA # 55

AÑO	VOLUMEN(TONELADAS):			VALOR(MILES DE PESOS):		
	PROD.	EXPORT	CONSUMO	PROD.	EXPORT	CONSUMO
<u>1984</u>						
Presentación:						
BLANCO	4067	3 233	756	646 448	501 891	132 420
IMPURO	97	-	97			
<u>1985</u>						
Presentación:						
BLANCO	3918	3 505	662	1 071 531	857 090	160 438
IMPURO	864	320	54			

FUENTE DE INFORMACION: S.E.M.I.P. DIRECCION GENERAL DE MINAS.

TABLA #56

ARSENICO (PRODUCCION TONELADAS)

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
BLANCO	3,395	4,067	3,918	4,030	4,545
IMPURO	57	97	864	1,285	759

p/Cifras preliminares

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS S.-E.-M.-I.-P.

ARSENICO (IMPORTACION TONELADAS I/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Arsénico	1	1	5	43	86
Alemania República Federal	-	-	5	-	-
Estados Unidos	1	1	-	43	86

p/Cifras preliminares

I/PESO LEGAL

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOTIN.

TABLA # 57
 PRODUCCION MUNDIAL 1/ (TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	24,028	32,338	44,782	54,761	54,304
Bélgica	-	-	3,000	3,000	3,000
Canadá	-	-	3,000	3,000	3,000
Chile	-	3,500	4,000	6,000	6,000
Estados Unidos	-	-	2,200	-	-
Filipinas	-	-	5,000	5,000	5,000
Francia	5,000	5,000	4,000	10,000	10,000
México	3,452	4,164	4,782	5,315	5,304
Namibia	1,126	2,504	2,500	1,936	2,000
Perú	1,800	1,100	800	1,210	1,000
Suecia	4,000	5,900	6,000	10,000	10,000
U.R.S.S.	8,000	8,000	8,100	8,100	8,000
Otros países de economía de mercado	650	2,170	1,400	1,200	1,000

p/Cifras preliminares

1/SE REFIERE SOLAMENTE A LA PRODUCCION DE ARSENICO AFINADO

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES. BUREAU OF MINES. E.U.A.

DIRECCION GENERAL DE MINAS S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO)

AZUFRE.

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	S
Número atómico	16
Configuración electrónica	2, 8, 6
Peso atómico	32
Densidad g/ml	2,06
Estructura cristalina	rómbico, monoclinico
Radio metálico Å	1,04
Conductividad térmica	6.3 10
Resistividad eléctrica	2 1023
Punto de fusión °C	119
Calor de fusión Kcal/mol	0,34
Punto de ebullición °C	440,6
Calor de vaporización Kcal/mol	2,3

Elemento no metálico, se conocen varios estados alotrópicos, el más frecuente es la variedad rómbica de color amarillo limón.

Existen más de 30 formas alotrópicas del azufre, pero la mayoría son -- inestables, además de existir en una o más modificaciones cristalinas, puede presentarse en una forma plástica o amorfa mediante un enfriamiento repentino del azufre líquido.

Cuando el azufre sólido se forma muy rápidamente, las moléculas de azufre no tienen tiempo de orientarse, obteniéndose cristales que no tienen una estructura global, o sea: amorfo. Cuando se evapora a sequedad una solución de azufre en tolueno, el azufre cristaliza en una red róm-

bica si la temperatura es menor de 95.5°C, pero si la temperatura es mayor, lo hará en forma monoclinica, la transformación completa puede durar días, ya que las moléculas no pueden moverse con facilidad para --- orientarse. La molécula de azufre se compone por un anillo de 8 átomos.

Usos.

Principalmente se utiliza en la elaboración de insecticidas, fertilizantes, ácido sulfúrico, productos químicos de petróleo y petroquímica, -- pigmentos, acero, rayón y hule, también se utiliza para la fabricación de pólvora negra y en ciertos tipos de cerillos, así como en la fabricación de disulfuro de carbono como disolvente.

Historia.

Este elemento es conocido por el hombre desde tiempos remotos, en la -- Odisea y en las Sagradas Escrituras se hace mención de él.

Plinio cita lugares donde se encuentra en Italia y Sicilia y en los escritos árabes es no solo frecuentemente aludido, sino también caracterizado con gran acierto. La definición que da Geber del azufre es de una belleza y símbolos insuperables: "Una grasa de la tierra, que por decocción lenta y suave, que se espesa y que cuando está bien seca, se llama azufre".

En la historia del Nuevo Mundo, el azufre desempeñó un papel importante, ya que las tropas de Cortés emplearon para hacer pólvora el azufre exis

tente en el cráter del volcán Popocatepetl.

Lavoisier, Gay-Lussac, establecieron finalmente la naturaleza elemental del azufre. El origen de su nombre es incierto, pues parece derivar -- del Sanscrito Solvedra o del Latín Sulphurium.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

En la República Mexicana, son 18 estados donde existen yacimientos de - azufre, los que se localizan principalmente en las regiones volcánicas, aunque también en depósitos formados por sublimación.

Los estados productores son: Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Oaxaca, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Colima, Coahuila, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas. En estos últimos se han localizado yacimientos asociados en rocas de origen sedimentario: Calizas, anhidritas y lutitas que poseen yeso en abundancia.

En los campos petrolíferos del istmo existen domos en donde se localizan enormes yacimientos de azufre semejantes a los existentes en Texas, los cuales han dado a México el 4o. lugar en la producción mundial de - azufre. Las reservas de azufre se estiman en 60 millones de toneladas, - localizadas en la zona ístmica del país.

Los yacimientos de este mineral son de diversos tipos, distinguiéndose, ya sea por su forma de deposición, o por su asociación como sigue:

Diseminado: Formado por cristales de azufre incluidos en calizas y yeso se localizan en las costas del Golfo de México.

Domos Salinos: Se encuentran diseminados en la caliza porosa o en el yeso que forma los márgenes de los mismos. Para que un domo sea comercial debe tener en promedio las siguientes características: Espesor de la zona mineralizada de 25 metros, porcentaje de mineral de 20 a 40% y porosidad de la parte mineralizada del 15 al 20%. Los depósitos de México y Estados Unidos son de este tipo.

Volcánicos: Se encuentran en regiones volcánicas en las que se encuentran en algunos casos verdaderos yacimientos de mineral casi totalmente puro.

Sedimentarios: Se forman cuando los sulfuros existentes en las rocas o los gases sulfhídricos de la actividad volcánica son disueltos por aguas que los arrastran a lugares donde existen bacterias anaerobias, las que precipitan el azufre, haciendo que este se deposite en el fondo de las cavidades. En México no existe de este tipo pero sí en Polonia, URSS y Sicilia.

Piríticos: Los sulfuros metálicos, conocidos como piritas son una fuente importante de este elemento, encabezando la producción países como Japón y Rusia. Las principales piritas que se utilizan son de hierro, pirrotita, marcasita y calcopirita.

La minería o minado varía según el tipo de yacimiento, pues mientras que en los diseminados, los domos y en algunos sedimentarios, se emplea el sistema Frash, o sea, fusión directa del azufre y posterior bombeo del mismo a tanques de cristalización. En los de tipo pirítico, volcánicos y ciertos sedimentos, la explotación se hace de una manera conven

cional, o sea, con obras directas.

Cuando el producto se obtiene con muchas impurezas, se sublima y después se recupera o se utiliza para la fabricación de ácido sulfúrico -- o sulfhídrico.

PRODUCCION.

La producción mexicana de azufre se obtiene de 4 fuentes: El proceso -- Frasch, donde el azufre es recuperado de los gases magros el minado de los yacimientos de Huascama en San Luis Potosí y el contenido en H_2SO_4 que se recupera en las fundiciones de plomo y cinc.

De la producción de azufre, el 95% proviene de los domos salinos mediante el proceso Frasch, el segundo lugar lo ocupa el azufre recuperado -- por petróleos mexicanos con un 3% de la producción total y, por último, el 2% está constituido por la producción de los yacimientos de Huascama en San Luis Potosí.

En los últimos años (1984 y 1985) el volumen de producción de azufre, - en 1984 fue de Domos: 1 363 870 toneladas y de PEMEX: 461 859 toneladas, que dejaron un valor en la producción de \$ 31 372 955 millones de pesos de los cuales se exportó azufre de domos en un volumen de 781 975, con un valor aproximado de \$ 13 434 331 millones de pesos. Se consumió en el país un volumen de 1 028 308 toneladas en domos, 4 461 859 (PEMEX), - estas con un valor de \$ 25 601 069 millones de pesos.

En 1985 se produjo un volumen de azufre de 1 550 803 toneladas (domos)- y 468 950 (PEMEX), de los cuales no se determinó el valor en pesos.

El volumen total de producción de azufre fue 1 602 029 toneladas y ---
2 303 775 toneladas en los años de 1983 a 1987, respectivamente.

En estos mismo años, la exportación de azufre sin refinar fue de 1 933
445 toneladas y 1 434 913 toneladas a países como Estados Unidos, Guate
mala, Reino Unido entre otros (ver tabla de exportación # 59).

De los países productores de azufre se citan: Canadá, Estados Unidos, -
Francia entre otros. Ver tabla # 61.

En México, las principales empresas productoras de azufre son: Cfa. Azu
frera Panamericana, S.A. (95%); Cfa Azufre Veracruz, S.A. (3%); Negocia
ción Minera de Azufre, S.A. (2%) y Petróleos Mexicanos(1%).

De las importaciones de azufre destaca mencionar, que en primer término
está el "azufre pulverizado, luego el azufre sublimado y precipitado --
o coloidal". Ver tablas # 58 y 59 en las que se muestran estadísticas -
de producción y exportación, respectivamente, y en las tablas # 60 y 61
aparecen estadísticas de importación y producción mundial, respectiva--
mente.

TABLA # 58
 PRODUCCION DE AZUFRE EN MEXICO POR ENTIDADES FEDERATIVAS
 TONELADAS

ESTADOS:	1983	1984	1985	1986	1987	P/
T O T A L :	1,602,029	1,825,729	2,019,753	2,050,735	2,303,775	
Chiapas	271,338	340,575				
Distrito Federal	1,697	8,313				
Guanaajuato	3,017	4,942				
Hidalgo	2,971	739				
Oaxaca	754					
Tabasco	50,239	50,805				
Tamaulipas	11,504	11,269				
Veracruz	1,253,785	1,402,574	1,550,803	1,588,359	1,805,560	
Origen desconocido	6,904	6,512	468,950	462,376	498,215	
FORMA DE PRESENTACION 1/						
Domos	1,224,856	1,363,870	1,550,803	1,588,359	1,805,560	
PEMEX	377,173	461,859	468,950	462,376	498,215	

1/Cifras estimadas

P/Cifras preliminares para el año 1987

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS. S.E.M.I.P.

TABLA #59
EXPORTACION
TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Azufre sin refinar:	1,933,445	1,520,163	1,643,046	1,047,367	1,434,913
Alemania Rep. Federal	4,003	1			6,552
Argentina					
Colombia	1				
Costa Rica			10	554	
El Salvador	611				
Estados Unidos	1,283,316	1,304,620	1,485,397	718,335	812,713
Finlandia	81,568	13,751			
Francia		20,403			
Guatemala	7,480	10,130	8,591	12,349	2
Honduras		15			101
Italia					23,724
Marruecos	239,055				328,765
Panamá					141
Reino Unido	224,503	141,305	106	173	15,726
Rumania	17,850		148,942	80,992	112,118
Senegal					115,913
Tunez	75,058			60,215	26,257
Turquia		13,278		62,631	67,555
U.R.S.S.		16,660			37,464
Siria					
Azufre no especificado (los demás)	24	13	33		1
Estados Unidos		12	23		
Guatemala	24		10		1
Italia		1			

1/Peso bruto

p/Cifras preliminares

FUENTE INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN

TABLA # 60
IMPORTACION
TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Azufre de cualquier clase, con exclusión del azufre sublimado, azufre precipi- tado y del azufre coloidal:	324	493	56,881	329,938	448,566
Bélgica-Luxemburgo			56	135	145
Canadá				154,921	229,033
Estados Unidos	324	493	23,955	154,456	219,388
India			32,855	20,426	
Virgenes, Isla. E.U.A.			15		
Azufre sublimado o precipi- tado, azufre coloidal 2/	179	361	149	35	75
Alemania Rep. Federal	2	1	8	5	
Estados Unidos	177	360	141	30	75

p/Cifras preliminares
1/peso bruto
2/peso legal

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E
INFORMATICA. S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 61
 PRODUCCION MUNDIAL
 (MILES DE TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	50,472	51,785	54,686	54,047	54,504
Alemania Rep. Federal	1,550	1,490	1,605	1,575	1,650
Canadá	6,600	6,609	6,748	6,516	6,750
Cercano Oriente	1,450	1,695	2,531	2,563	2,800
España	1,130	1,230	1,259	1,310	1,000
Estados Unidos	9,290	10,652	11,609	11,087	10,600
Francia	2,000	1,900	1,694	1,306	1,200
Italia	450	490	481	494	500
Japón	2,650	2,572	2,510	2,361	2,300
México	1,602	1,826	2,020	2,051	2,304
Otros países de economía central	19,000	19,137	19,596	19,500	20,200
Otros países de economía de mercado	4,750	4,184	4,633	5,284	5,200

p/Cifras preliminares

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES. BUREAU OF MINES. E.U.A., Y DIRECCION GENERAL DE MINAS S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO).

BARITA O BARITINA

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Fórmula	BaSO ₄
Peso fórmula	233.42
Color	Incoloro
Fórmula cristalina	Rómbica
Índice de refracción	1.636
Densidad relativa	4.449
Punto de fusión °C	1 580. d.
Punto de ebullición	1 149 tr a mn.
Solubilidad %	
Agua fría	$1.15 * 10^{-4}$ A 0°C
Agua caliente	$2.85 * 10^{-4}$ 30°C
Otros reactivos	$6 * 10^{-3}$ en HCl 3%

Existen en forma rómbica isomorfa, se denomina también espato pesado y espato barfítico, los cristales son a veces muy voluminosos y perfectos, casi siempre tubulares. Se encuentran en masas espáticas y compactas, puede ser incolora, blanca o vítrea (cuando es pura) puede estar teñida por óxidos metálicos, muchas dan olor fétido cuando se le rasca, colorea la llama de verde.

La barita se presenta a menudo como ganga de los filones metalíferos, principalmente los de plomo.

d Se descompone
tr Transición
mn Monocíclico

Usos.

Comercialmente se conocen dos clases: Molida y concentrada, la primera se utiliza principalmente en lodos para perforar pozos petroleros; tambien se emplea en la industria del vidrio, pinturas y hule. Asimismo, se usa como relleno en muchos productos donde se desea un peso adicional. La barita, señalada en segundo término, se destina a la fabricación de litofon, productos químicos, en la talabartería, en la metalurgia del magnesio, cerámica, esmaltes, azúcar, aceites y explosivos.

Historia.

A principios del siglo XVII, Carciarolo, alquimista de Bolonia, descubrió una sustancia fosforescente al calentar al rojo el mineral baritina (sulfato de bario) y a la que llamó "fósforo de Bolonia". Bergmann, Lavoisier, Pelletier y Gratet presumieron que la baritina contenía un óxido metálico, pero el metal no fue aislado hasta 1808 por Davy; y en 1885, Bunsen lo extrajo puro.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

En México, los yacimientos de barita por entidad federativa se distribuyen de la siguiente forma: En Coahuila, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Hidalgo, Puebla, Sinaloa, Zacatecas, Colima, Chiapas, Durango, Guerrero y San Luis Potosí. En conjunto, las entidades federativas más productoras de barita son Michoacán y Nuevo León que produjeron en 1987, 74 164 toneladas y 69 118 toneladas, respectivamente, pero sin duda, el principal productor es el estado de Sonora con

un volumen de producción de 164 427 toneladas en el mismo año.

PRODUCCION.

Las reservas nacionales de barita ascienden a 100 millones de toneladas actualmente.

En el año de 1984, la producción nacional de barita fue de 426 045 toneladas con un valor de \$ 37 043 millones de pesos, de los cuales se exportaron 158 310 toneladas con un valor de \$ 10 966 millones de pesos, en el país se consumieron 319 282 toneladas con un costo aproximado de \$ 22 966 millones de pesos.

En 1985 el volumen de barita fue de 497 696 toneladas, cuyo valor aproximado fue de \$ 40 039 millones de pesos, de los cuales se exportaron 21 885, cuyo valor se calculó en 20 498 millones de pesos; en el país se consumieron 134 025 toneladas, valuadas comercialmente en 13 313 millones de pesos. En las tablas 61-B, 62 y 64 se observan los valores de producción, exportación y producción mundial de barita, de la cual la República Popular de China es el mayor productor con 907 mil toneladas métricas.

En 1987, la producción minera nacional de barita fue en volumen de 401 336, con un valor aproximado de 35 678 millones de pesos; para 1988 la producción nacional fue de 534 954 toneladas con un valor de 47 930 millones de pesos.

Las principales compañías productoras de barita son: Cía Beneficiadora de Barita, S.A.; Barita Nacional, S.A. y Barita Apatzingan, S.A., esta

última es la principal abastecedora en el mercado nacional.

La principal, y casi la única empresa consumidora de barita es Petróleos Mexicanos que consume el 91% de la producción total nacional.

En la tabla # 63 se ilustra el volumen de la importación de barita ---
(1983-1987)

PRODUCCION DE BARITA EN MEXICO POR
ENTIDADES FEDERATIVAS Y MUNICIPIOS
(TONELADAS)

<u>ESTADOS Y MUNICIPIOS</u>	<u>1 9 8 3</u>	<u>1 9 8 4</u>	<u>1 9 8 5</u>	<u>1 9 8 6</u>	<u>1987 e/</u>
TOTAL:	357,043	426,095	467,693	321,186	401,336
COAHUILA	131,837	70,574	50,479	49,598	61,974
MUZQUITZ	92,227	32,904	10,347	14,765	18,449
RAMOS ARIZPE	---	---	---	5,590	6,985
SALTILLO	39,610	37,670	40,132	29,243	36,540
CHIHUAHUA	4,556	4,554	13,237	5,941	7,421
ALLENDE	4,556	---	---	122	152
JULIMES	---	4,554	13,237	5,819	7,269
JALISCO	19,953	25,067	34,121	19,386	24,225
TECALITLAN	16,953	25,067	34,121	19,386	24,225
MICHOACAN	65,722	121,059	88,396	59,351	74,163
COALCOMAN	65,722	121,059	88,396	59,351	74,163
NUEVO LEON	61,369	65,781	73,634	55,314	69,118
GALEANA	61,369	65,781	73,634	55,314	69,118
OAXACA	35	---	---	---	---
SANTIAGO TAMAZOLA	35	---	---	---	---
PUEBLA	2,674	1,836	---	---	---
XITÓTEPEC DE JUAREZ	2,674	1,836	---	---	---
SINALOA	---	---	---	5	8
CHOIX	---	---	---	5	8

B A R I T A

PRODUCCION EN MEXICO POR ENTIDADES Y MUNICIPIOS

(TONELADAS)

ESTADOS Y MUNICIPIOS	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 e/
SONORA	73,897	134,120	206,910	131,591	164,427
VILLA PESQUERA	73,897	134,120	206,910	131,591	164,427
ZACATECAS	---	3,104	916	---	---
MAZAPIL	---	3,104	916	---	---
<i>1/ Formas de presentación.</i>					
CONCENTRADOS	---	---	---	94,419	117,368
MINERAL	357,043	426,095	467,693	226,767	283,968

e/ Cifras estimadas.

1/ Cifras Preliminares para el año de 1987.

FUENTE: DIRECCION DE MINAS, S.E.M.T.P.

B A R I T A
EXPORTACION
(TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
<i>Sulfato de Bario natural (Baritina) sin Concentrar.</i>	146,818	51,517	34,675	29,792	65,794
CHIPRE	---	---	---	---	145
COSTA RICA	1,604	3,326	---	---	---
CUBA	1,604	3,326	---	---	---
ESTADOS UNIDOS	144,729	40,476	34,675	29,792	65,649
VENEZUELA	---	7,465	---	---	---
<i>Sulfato de Bario natural (Baritina) en Concentrados.</i>	12,989	585	---	---	---
CUBA	2,068	---	---	---	---
ESTADOS UNIDOS	10,921	585	---	---	---

p/ Cifras Preliminares.

1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

B A R I T A

IMPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION PAIS DE ORIGEN	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Sulfato de Bario (Espa- to Pesado o Baritina).	90,236	26	13	35	23
ESTADOS UNIDOS	63,478	26	13	35	23
REP. PUPULAR CHINA	26,758	--	--	--	--
Carbonato de Bario ' Natural o Witherta (Los demás)	16	7	3	74	65
ALEMANIA REPUBLICA FED.	--	3	--	--	2
ESTADOS UNIDOS	15	1	--	63	57
JAPON	--	--		10	--
SUIZA	1	3	3	1	6

p/ Cifras Preliminares.
1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTEIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GRAL. DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 63

B A R I T A

(MILES DE TONELADAS METRICAS)

PRODUCCION MUNDIAL

PAISES PRODUCTORES	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
T O T A L	5,764	5,783	6,030	4,850	4,331
ALEMANIA REP. FEDERAL	250	181	170	200	36
CANADA	28	50	45	37	36
E.U.A. (VENDIDA O USA- DA POR PRODUCTORES)	684	703	670	269	312
FRANCIA	150	141	150	145	136
INDIA	300	417	608	350	318
IRLANDA	218	200	220	210	136
ITALIA	150	107	100	114	91
MARRUECOS	275	299	425	190	181
MEXICO	357	426	468	321	401
PERU	163	163	163	30	45
REP. POPULAR CHINA	998	998	998	998	907 1/
TAILANDIA	188	175	172	200	181

p/Cifras preliminares

TABLA # 64

CAOLIN

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Silicato, cuya fórmula es $\text{Si}_2\text{O}_9 \cdot \text{Al}_2\text{H}$, monocíclico, blanco cuando es puro; se presenta en escamas hexagonales, indicios de crucero básico o en polvo plástico, adherente, que pierde el agua a 770°C , y no se retrae por cocción, procede de la descomposición del granito. Tiene elementos similares como la Nontronita $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Usos.

Se usa para el tratamiento de las enfermedades de la piel y del estómago, en fármacos para cubrir píldoras y en pomadas. También se utiliza en la fabricación de losa fina y porcelana.

Historia.

Del toponimo Chino Kao Ling, lugar donde se extrajo por primera vez, -- los caolines se derivan principalmente de rocas feldespáticas, bentonita y tierras de baton, de cenizas volcánicas. La descomposición es debida al interperismo seguido de una alteración hidrotermal.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Los mejores yacimientos son las pegmatitas y granulitas producto de la alteración de sus feldespatos, puede encontrarse en forma de estratos blandos no consolidados cubriendo totalmente el terreno, en forma de -- cuerpos sólidos bien compactos o como capas laminadas del tipo de

las pizarras.

Las reservas de México son considerables, puesto que son numerosos los lugares donde se encuentra este mineral en México.

Los estados productores de caolín son: Guanajuato, San Luis Potosí, Guerrero, Hidalgo, Veracruz, Michoacán y Jalisco.

Extracción.

Se explota generalmente a tajo abierto, aunque también suele usarse el sistema subterráneo de cuartos y pilares y en donde el material no está extremadamente compacto se usa explotación con taberas hidráulicas.

La metalurgia depende del uso a que se destine, pero generalmente sigue la misma escuela, obteniéndose el material para los diferentes usos. Este consiste en una separación hidrogravimétrica de la arcilla y sus impurezas, después se muele y posteriormente se filtra y finalmente se seca.

La arcilla generalmente se seca en hornos fluidizantes y en caso de material de relleno para papel y recubrimiento, se bloquea con ácido sulfúrico antes del secado a presión, el último paso para todo uso es el clasificado granulométrico.

PRODUCCION.

En los últimos años, la producción de caolín ha disminuido, en 1983 la producción nacional de caolín fue de 162 000 toneladas y en 1987 fue de 151 104 toneladas, aún así el caolín se exporta a países como Alemania

nia Federal, Colombia y Guatemala entre otros países como se muestra en las tablas # 65 y 66.

Asimismo, el caolín se importa en diferentes presentaciones de España y E.U. y Reino Unido entre otros. Ver tabla # 67.

En 1984, la producción nacional de caolín fue de 14 475 toneladas con un valor calculado de 1 180 000 pesos, en este año no hubo explotación.

En México, las principales empresas productoras son: Cía Minera Blanca Nieves, S.A.; Minerales no Metálicos, S.A.; Arcillas de Durango, S.A.; Yeso Universal, S.A. y Sierra Tale de México, S.A. de C.V.

Las principales consumidoras de caolín en México son: Productos Cerámicos "El Aguila", S.A. de C.V.; Cerámica Vitro Mex, S.A. de C.V.; Nueva San Isidro, S.A.; Fábricas de Papel San Rafael y Anexas; y Loreto --- y Peña Pobre; Cía Hulera Goodyear Oxo, S.A.; Industrias de Hule Galgo, S.A.; Mexicana de Refractarios A.P. Green, S.A.; Cía Harbison Walker - Flir de México, S.A.

Asimismo, la producción nacional en 1988 fue de 11 633 toneladas, cuyo valor calculado es de 35 millones de pesos.

Los principales productores de caolín en el mundo son: En primer lugar, E.U. con el 51.9%, destacando también Reino Unido con 22.8%, y la URSS con 15.7%, la India con 5.8% y Alemania Occidental con 3.8% de la producción mundial total.

C A O L I N

TABLA # 65

PRODUCCION (TONELADAS)

FORMA DE PRESENTACION	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
MINERAL	162,000	130,296	282,337	276,427	151,104

p/ Cifras Preliminares.

FUENTE: INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 66

EXPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Caolín	253	2,117	2,527	2,012	88
ALEMANIA REP. FED.	---	---	---	---	1
COLOMBIA	---	---	---	---	53
COSTA RICA	90	---	---	---	---
CUBA	1	1,928	2,470	2,011	---
ECUADOR	---	2	---	---	---
EL SALVADOR	---	---	---	---	2
ESTADOS UNIDOS	53	175	13	1	1
FRANCIA	---	---	---	---	1
GUATEMALA	90	12	10	---	30
HOLANDA	1	---	---	---	---
VENEZUELA	---	---	34	---	---

p/ Cifras Preliminares.

1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

CAOLIN

IMPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA Y PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Caolin sin Contenido de Hierro	190	167	181	409	---
ESPAÑA	---	3	---	---	--
ESTADOS UNIDOS	190	164	181	409	---
Caolin excepto lo com prendido en la frac- ción 25-07A-007	43,672	83,660	95,378	92,562	91,752
ALEMANIA REP. FEDERAL	3	34	104	2	3
CAMERUN	---	---	101	---	---
ESPAÑA	57	147	184	112	204
ESTADOS UNIDOS	62,913	82,729	94,852	92,341	91,545
INDIA	---	---	---	86	---
REINO UNIDO	690	735	137	21	---
SUECIA	9	15	---	---	---
Caolin Grado Farma- ceutico.	285	355	429	155	80
ALEMANIA REP. FED.	5	1	10	25	--
BELGICA-LUXEMBURGO	25	--	10	30	---
ESPAÑA	1	--	---	---	---
ESTADOS UNIDOS	191	266	322	62	50
REINO UNIDO	63	48	87	38	30

p/ Cifras Preliminares.

1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA #67

CARBONO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Símbolo	C
Número atómico	6
Configuración electrónica	2,4
Peso atómico	12
Densidad g/ml	3.51
Estructura cristalina	Grafito y diamante
Radio atómico Å	0,771
Conductividad térmica	0,057
Punto de fusión	--
Calor de fusión Kcal/mol	--
Punto de ebullición °C	3850 (S)
Calor de vaporización Kcal/mol	170

Se presenta en dos formas cristalinas diamante y grafito, y en forma -- amorfa, así como carbón negro de humo, negro de hueso, el carbón vegetal y el coque.

El carbono se clasifica tanto por su poder calorífico como por su porcentaje de cenizas, material no combustible, carbono fijo y materias volátiles. De acuerdo a su contenido en carbono se dividen de menor a mayor porcentaje en: Turba, lignito, hulla, antracita y grafito.

Usos.

El carbón tiene mucha utilidad actualmente en la industria.

El grafito natural se utiliza como constituyente negro de los lapiceros, como pigmentos en pintura negra, en la fabricación de cristales y --- electrodos para temperaturas muy altas, y como lubricante seco.

Los diamantes, especialmente los incoloros, se utilizan en la industria para fabricar polvos abrasivos más duros para piedras de amoldar o rectificadoras y puntas de brocas o sierras.

El negro humo, por sus diminutas partículas, se utiliza en tintas de imprenta, papel carbón, betunes para el calzado y pinturas, mezclado con el caucho, aumenta su elasticidad y duración, el cual se utiliza en la fabricación de neumáticos para autos.

El carbón vegetal activado adquiere una capacidad adicional de absor---ción muy elevada. Principalmente se usa como energético o combustible.

Las hullas bituminosas se emplean para producir coque y como combusti---ble en plantas térmicas, así como para la generación de energía eléctrica. De su destilación se obtiene gas, empleado para la industria y --- usos domésticos.

Una de las principales aplicaciones de la antracita es como energético en la calefacción de edificios habitacionales e industrias, sus cenizas son excelentes acondicionadores de suelos y se emplean también como elementos ligeros para la construcción. Algunos artesanos lo emplean como

piedra semipreciosa para joyería y artículos de arte.

Historia.

El carbono en forma de carbón y diamante se conocieron desde tiempos -- prehistóricos.

En las Sagradas Escrituras, se hace mención del carbón y del diamante.- En los viejos escritos indostánicos, los vedas, el ramayana y el mahaba rata repiten múltiples veces las alusiones al diamante.

En el año de 1704, Newton fue el primero quien probó que el diamante -- puede arder, y el químico inglés Tennant en 1797 demostró que el diamante era carbono puro cristalizado.

El nombre de carbono deriva del latín Carbo (Carbono).

Los criaderos de grafito deben su origen a los procesos de metamorfismo ígneo que se ejercieron sobre los montos de carbón contenidos entre los estratos de la formación triásico-jurásica de la extremidad meridional de la zona recorrida. Se ha considerado a las rocas andesitas de oblenda como las causantes de estos fenómenos metamórficos en otras localidades.

Extracción.

Las dos formas polimórficas del carbono se vaporizan cuando se calien--tan a unos 3 500°C. Al refrigerar los vapores condensan en forma de -- grafito, así es como este se fabrica a partir de la antracita y del coque.

Para la fabricación de diamantes se utilizan presiones mayores de --- 100 000 K/cm² y temperaturas mayores de 2 700°C. El negro humo se obtiene cuando se queman incompletamente el gas natural es fundamentalmente carbono. El gas natural (para la obtención de este tipo de carbono) se quema en una cantidad limitada de aire o por descomposición térmica del gas natural, se dirige la llama, rica en humos, contra un cilindro de - hierro giratorio (tambor) refrigerado por agua, del que se separa el material depositado mediante rascadoras.

El carbón vegetal y el coque se obtienen por destilación destructiva de la madera, los cuales se utilizan como combustibles.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Los principales yacimientos carboníferos del país se localizan en las - zonas denominadas cuencas del estado de Coahuila, cuenca Mixteca en Oaxaca y en el estado de Sonora.

La producción de carbón en México para 1987 fue de 11 137 054 toneladas de las cuales 6 885 339 toneladas fueron en forma de carbón coquizable, y 4 251 715 como carbón no coquizable. Ver tabla # 68.

Asimismo, la producción de coque hasta 1987 fue de 4 402 toneladas y se presentó como finos de coque, y como coque imperial en este mismo año, - fue de 6 000 toneladas, como se muestra en la tabla # 71.

El carbón se exporta a países como: Belice, Costa Rica, E.U., y Guatemala y se importa de Canadá, E.U., Francia, Inglaterra, Alemania, Holanda, India, Japón, etc., ver tabla # 69.

Las empresas productoras de carbón son: Cía. Carbonera La Saucedá, S.A., Asarco Mexicana, S.A., Cfa. Minera Guadalupe, S.A., Cfa. Minera La Florida de Muzquiz, S.A., Cfa. Huilera Mexicana, S.A., y Cfa. Carbonifera de San Patricio, S.A., en Coahuila.

Las principales empresas consumidoras de coque son: Altos Hornos de México, S.A., y los principales consumidores de carbón son: Cfa. Asarco Mexicana, S.A., Zincamex, S.A., Zinc Industrial, S.A., y Comisión Federal de Electricidad.

La cuantificación de reservas mineras en México se han manifestado en un total de 200 millones de toneladas, susceptibles de exportación.

La importación de carbón durante el período de 1983 a 1987 se ilustra en la tabla # 70.

TABLA # 68
 PRODUCCION DE CARBON EN MEXICO POR ENTIDADES FEDERATIVAS Y MUNICIPIOS
 TONELADAS

ESTADOS Y MUNICIPIOS	1983	1984	1985	1986	1987 p/
T O T A L :	8,999,467	9,387,822	9,770,751	10,157,998	11,137,054
Coahuila	8,999,467	9,387,822	9,770,751	10,157,998	11,137,054
Muzquiz	4,944,801	5,088,361	5,456,499	6,267,554	6,871,674
Nava	1,437,240	1,894,812	2,160,086	3,173,104	3,478,882
Progreso	706,752	432,442	413,480	256,440	281,099
Sabinas	1,236,237	1,358,252	1,304,163	102,450	112,373
San Juan de Sabinas	674,437	613,955	436,523	358,450	393,026
Forma de presentación 1/					
Coquizable	7,180,978	7,172,766	7,330,401	6,480,380	6,885,339
No coquizable	1,818,489	2,215,056	2,440,350	3,677,618	4,885,715

1/Cifras estimadas.

p/Cifras preliminares para el año 1987

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P., E INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 69

EXPORTACION
TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987	p/
Huillas y sus aglomerados:		140	94	204	766	
Belice				35		
Costa Rica					13	
Estados Unidos		140	94	169	753	
Guatemala						
Huillas, briguetas, ovoides y combustibles sólidos (los demás):	2		1	255	44.122	
Belice				197		
Estados Unidos	2		1	58	44.122	
Lignito y sus aglomerados:	42		28		95	
El Salvador			28		80	
Estados Unidos					15	
Guatemala	42					

p/Cifras preliminares

1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E IN--
FORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOPIN

TABLA #70
IMPORTACION
TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Hullas, briguetas, ovoides y combustibles sólidos ané- logos, obtenidos a partir de la hulla:	272,869	366,314	1,064,014	239,871	20,163
Canadá		164,051	441,636	52,661	
Colombia	87,864	171,794	26,948	54,996	
Estados Unidos	171,494	16,357	578,632	129,381	14,856
Francia			10		
Panamá	13,461	14,112	16,788	2,833	5,307
Reino Unido	50				
Lignito y sus aglomerados:	5,372	6,061	6,743	3,592	3,180
Estados Unidos	5,372	6,058	6,738	3,592	3,177
Francia			5		3
Reino Unido		3			
Turba (incluida la turba -- para cama de animales) y sus aglomerados:	257	163	256	268	40
Canadá		21			
Estados Unidos	257	142	256	268	40
Carbón de retorta:	191	43	209	69	2
Estados Unidos	191	43	209	69	2

(CONTINUA IMPORTACION...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Carbones activados:	132	197	206	439	680
Alemania Rep. Federa)	19	2	2	1	7
Estados Unidos	103	184	152	334	549
Holanda	5				
India			20		
Japón			17	87	105
Reino Unido	5	11	15	17	19

p/Cifras preliminares

l/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 71
COQUE

PRODUCCION 1/
TONELADAS

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987	p/
Finos de coque	27,128	8,077	5,126	4,453	4,402	
Imperial	8,948	34,862	29,624	30,653	6,000	
Metallurgico	2,960,050	2,884,541	2,866,560	2,568,894	2,329,863	

p/Cifras preliminares

1/Obtendidos con materias primas nacionales y de importación.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P., E INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 71A
IMPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987	p/
Coques y semicoques de hulla, de lignitos y de turba:	52,310	73,098	151,133	81,673	67,167	
Alemania Rep. Federal			4			
Canada	40			99		
Estados Unidos	32,755	46,313	76,043	42,498	29,878	
Panamá	19,515	26,785	75,086	39,076	36,836	
Singapur					453	

(CONTINUA IMPORTACION...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Coque de brea, de hulla o de otros alquitranes					
minerales:	222	6,654	4,440	2,426	2,737
Alemania Rep. Federal	222	6,654	4,440	2,426	2,648
Estados Unidos	50,501	57,498	173,803	162,009	77,119
85					
Coque de petróleo:					
Alemania Rep. Federal	39,510	42,326	160,532	9,871	77,034
Australia		60		152,138	
Estados Unidos	9,217	15,104	12,635		
Japón	1,114		636		
Reino Unido					
Suiza					

p/Cifras preliminares
l/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

DOLOMITA

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Fórmula	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
Peso fórmula	184.42
Fórmula cristalina	Trigonal
Índice de refracción	1.68174
Densidad relativa	2.872
Punto de fusión °C	730-760 descomposición
Punto de ebullición	--
Solubilidad %	
Agua fría	0,032 a 18°C
Peso específico	2.8
Dureza	3.5 - 4

Combinación equimolecular de los carbonatos de calcio y magnesio 54% -- del primero y 46% del segundo, cristaliza en romboedros, con frecuencia alabeados o lenticulares. Se presenta en todas las formas de la calcita, de la que se distingue por su efervescencia lenta y su brillo nacarado.

Usos.

La dolomita se usa como fundente en la industria siderúrgica, en -- la producción de cales ricas en magnesio; en la elaboración de fertilizantes y acondicionadores de suelos; como mármol en revestimientos ar--

quitectónicos. En forma pulverizada se consume en la industria de las pinturas y hule, en tanto que la dolomita calcinada se emplea en arquitectura; para la fabricación de tubería, tabiques y láminas de estuco; en la manufactura de lana mineral y como fuente de magnesio metálico.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

Abunda en la naturaleza como roca dolomía formando grandes cordilleras como la de Los Alpes, ejemplares bellamente cristalizados abundan en -- México.

Debido a sus resistencia a la erosión, se yerguen como bastiones inexpugnables formando como ya se dijo, paisajes dolomíticos, con pitones - aislados de flancos inaccesibles, torres y paredones almenados. La variedad del paisaje se complica en virtud de la frecuencia de fenómenos tectónicos (pliegues, fallas y corrimientos). Algunas de sus vertientes presentan vetas o manchas amoratadas o amarillas y otras de rojo -- brillante.

Los principales yacimientos se encuentran básicamente en el noroeste -- del país, formando grandes rocas calizas en los alrededores de la ciudad de Monclova, Coahuila; otros yacimientos se explotan en los Estados de Nuevo León, Hidalgo, México y Tabasco.

PRODUCCION:

Actualmente la producción de dolomita, a nivel nacional, va en aumento, en 1983 la producción total fue de 363 575 toneladas y para 1987 fue de

411 601 toneladas, en 1988 se produjeron 340 671 toneladas con un valor estimado de 1 703 millones de pesos, con respecto a 1987, la producción se abatió en 17% en 1988. Ver tabla # 72.

Las principales empresas productoras son: Dolomita de Monclova, S.A. y Fondos Dolomita, S.A., en forma calcinada la obtienen empresas como Cía. Refractarios Básicos, y Calcinado del Sureste, en Teapa, Tabasco.

Las empresas consumidoras son: Altos Hornos de México, S.A.; Hojalata y Lámina, S.A.; T.A.M.S.A.; Aceros Nacionales, S.A. entre otros.

La dolomita se exporta a El Salvador y se importa de E.U. y Panamá en peso bruto y en forma de dolomita sin calcinar. Ver tablas # 73 y 74.

DOLOMITA

PRODUCCION [TONELADAS]

TABLA # 72

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
MINERAL	363,575	392,677	330,711	453,861	411,601

p/ Cifras preliminares.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P. E INFORMACION PROPORCIONADA -- POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 73

EXPORTACION [TONELADAS I/]

FORMA PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
DOLOMITA EN BRUTO	110	---	---	---	---
EL SALVADOR	110	---	---	---	---

p/ Cifras Preliminares.

i/ Peso Bruto.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFI.

DOLOMITA

IMPORTACION (TONELADAS 1/)

<u>FORMA DE PRESENTACION</u> <u>Y PAIS DE ORIGEN</u>	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Dolomita sin calcinar	21	41	18	53	18
ESTADOS UNIDOS	21	41	18	53	18
Dolomita no especificada (las demás)	150	49	20	1,444	22
ESTADOS UNIDOS	76	49	20	1,444	22
PANAMA	74	49	20	1,444	22

p/ Cifras Preliminares.

1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 74

FLUORITA

Generalidades :

Propiedades Físicas:

Fórmula	CaF ₂
Peso fórmula	78.08
Color	Blanco
Forma cristalina	Cúbica
Índice de refracción	1.4339
Densidad relativa	3.180 a 20°C
Punto de fusión	1 1330°C
Solubilidad %	
Agua fría	1.6 * 10 ⁻³ a 18°C
Agua caliente	1.7 * 10 ⁻³ a 26°C
Otros reactivos	Ligeramente soluble en ácido

Fluoruro de calcio natural, conocido también con el nombre de espato -- fluor, su color varía del blanco al amarillo, rojo, azul y castaño, algunas fluoritas presentan una fosforescencia azulada. También presentan forma octaédrica muy perfecta, siempre con exfoliación octaédrica; las caras del octaedro suelen ser rugosas y las de las otras formas lisas y brillantes. Al soplete decrepita y se funde con dificultad.

Usos:

La fluorita incolora se utiliza para tallar lentes, por la escasa dispersión de sus cristales, se usa asimismo en la composición de fundentes útiles en metalurgia, para la fabricación de cristales, en la obtención de ácido fluorhídrico y de fluoruro de amonio, utilizados en la industria química, además, en cerámica, esmaltes para acero, así como en

revestimientos de parrillas de soldar, producción de fibra de vidrio en la industria del magnesio.

Historia.

Los compuestos de fluor eran conocidos desde la antigüedad, en 1529 se cita el mineral de fluorita (fluoves) que es fácilmente fusible y que fluye; de aquí su nombre en Latín, fluere, fluir. En la historia de la fabricación del vidrio y de los esmaltes, frecuentemente se alude a la fluorita, y en el año de 1768, Margraf llegó a dilucidar las diferencias entre los espatos de calcio y de bario y la fluorita, demostrando que esta no es un sulfato y que al tratarla con ácido sulfúrico forma un cuerpo que ataca y perfora el cristal. A igual conclusión llega Scheele en 1771, y además descubre el ácido fluorhídrico. Como localidades notables por la belleza de sus cristales, pueden citarse a los bellos octaedros rosados de Chamonix (Alpes Franceses) entre otros.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

La fluorita se distribuye en la República Mexicana de la siguiente manera: En casi todos los distritos del estado de Coahuila, en Chihuahua, Durango, Guanajuato, San Luis Potosí y en otras zonas de menor importancia en el país. Las reservas ascienden actualmente a 300 millones de toneladas con un contenido de 65% en promedio de fluoruro de calcio.

PRODUCCION.

La producción de fluorita a nivel nacional, en 1984 fue la siguiente: -

Se produjeron 627 433 toneladas, cuyo valor estimado fue de 97 296 millones de pesos, de las cuales se exportan 289 635 toneladas con un valor de 45 225 millones de pesos; el consumo interno del país fue de --- 361 195 toneladas, cuyo costo se valuó en 52 071 millones de pesos.

En el año de 1985, se produjeron 697 410 toneladas, cuyo valor se estimó en 117 792 millones de pesos, para exportación se destinaron 352 383 toneladas cuyo costo fue de 58 089 millones de pesos y el consumo interno llegó a 237 601 toneladas, con un costo de 57 495 millones de pesos.

Para 1987 el volumen nacional de producción de fluorita llegó a 756 765 toneladas, cuyo valor fue de 144 823 millones de pesos.

En 1988 la producción nacional de fluorita alcanzó un volumen de --- 756 096 toneladas, cuyo valor fue de 144 695 millones de pesos.

La fluorita se exporta a países como E.U., Canadá, Japón y Países Bajos, y se importa de países como Alemania Federal en forma de espato-fluor. Entre los principales productores mundiales se encuentran: México, Mongolia, URSS y China entre otros países.

Las principales compañías nacionales productoras de fluorita destacan: Cía. Minera de Cuevas, S.A.; La Cominicia, S.A. de C.V.; Fluorita de México, S.A.; Minerales Pennsalt, S.A. de C.V.; Minera del Rfo Colorado, S.A.; Minera Frisco, S.A.; Fluorita de Río Verde, S.A. y Minera Los Cayos, S.A.

En las tablas # 75, 76 y 77 se muestran valores de producción, exportación e importación, de fluorita respectivamente.

PRODUCCION DE FLUORITA EN MEXICO POR

ENTIDADES FEDERATIVAS Y MUNICIPIOS

[TONELADAS]

ESTADOS Y MUNICIPIOS	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 e/
TOTAL	536,977	627,433	697,410	756,765	723,594
COAHUILA	139,774	172,419	143,708	186,436	178,265
ACUÑA	78,701	97,331	81,063	88,185	84,321
GRAL. CEPEDA	---	393	---	---	---
MUZQUIZ	59,894	74,074	62,645	98,092	93,792
OCAMPO	1,099	621	---	159	152
CHIHUAHUA	111,041	108,546	86,358	70,986	67,873
HIDALGO DEL PARRAL	48,052	51,886	44,731	33,965	32,475
SN. FCO. DE ORO	62,989	56,660	41,627	37,021	35,398
DURANGO	4,611	5,977	2,784	4,196	4,016
CONETO DE COMONFORT	60	5,977	---	---	---
INDE	4,531	---	2,784	4,196	4,016
GUANAJUATO	117,919	144,074	132,427	133,753	127,888
SN. LUIS DE LA PAZ	65,781	121,480	132,427	133,753	127,888
VICTORIA	52,130	23,394	---	---	---
SAN LUIS POTOSI:	183,632	195,617	332,133	361,394	345,552
ZARAGOZA	183,632	195,617	332,133	361,394	345,552

e/Cifras estimadas

TABLA #75

FLUORITA

TABLA # 76

EXPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Espato Fluor o Fluorita de Concentración inferior o igual a 97 %	110,490	321,575	361,968	227,044	241,900
ALEMANIA REPUBLICA FEDERAL	---	---	---	---	3,937
ARGENTINA	606	1,002	---	---	---
BRASIL	---	---	---	---	14,598
CANADA	21,453	19,091	28,994	12,795	18,149
CHILE	3,046	3,030	3,025	24	4,061
COLOMBIA	---	---	---	---	160
COREA DEL NORTE	---	---	---	2,304	---
ESPAÑA	---	---	---	86	---
ESTADOS UNIDOS	47,157	169,357	116,989	95,267	122,180
ETIOPIA	---	---	---	---	60
FILIPINAS	---	---	---	---	2,625
GUATELAMA	---	1	---	---	---
GUINEA	---	---	---	---	11,076
HOLANDA	25,966	86,087	---	---	---
INDIA	510	422	103,727	73,531	---
JAPON	5,295	30,364	78,594	23,681	10,506
PAISES BAJOS	---	---	---	---	51,928
PANAMA	---	---	5,458	---	2
PERU	1,264	177	1,098	1,143	2,290
POLONIA	5,174	---	---	---	---
REP. DOMINICANA	---	51	20	60	20

FLUORITA

EXPORTACION TONELADAS 1/

REP. POPULAR CHINA	---	---	---	5,051	---
TRINIDAD Y TOBAGO	---	---	---	20	---
U. R. S. S.	---	11,668	24,063	12,150	---
VENEZUELA	19	325	---	932	300
ESPATO FLUOR O FLUORITA DE CONCENTRACION SUPERIOR A 97%	327,100	386,059	374,717	210,549	232,880
CANADA	102,756	122,933	119,305	59,557	72,525
CUBA	---	---	---	9	---
ESTADOS UNIDOS	224,143	250,064	219,045	150,908	2,153
ETIOPIA	---	6,718	---	---	---
HOLANDA	---	6,718	---	---	---
INDIA	---	---	5,144	---	---
ITALIA	---	6,324	17,510	---	---
JAPON	---	---	2,549	---	---
NUEVA GUTNEA	---	---	---	75	---
PERU	11	20	---	---	---
REP. DOMINICANA	40	---	---	---	---
U. R. S. S.	---	---	11,164	---	---
VENEZUELA	150	---	---	---	---

p/ Cifras Preliminares.
1/ Peso Bruto.

FLUORITA

IMPORTACION:	TONELADAS 1/				
FORMA PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
ESPATO FLUOR	800	--	81	--	65
ALEMANIA REPUBLICA FEDERAL.	---	--	11	--	--
ESTADOS UNIDOS	800	--	70	--	65

p/ Cifras Preliminares.

1/ Peso Bruto.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 77

FLUORITA

PRODUCCION MUNDIAL

(MILES DE TONELADAS METRICAS)1/

PAISES PRODUCTORES	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
TOTAL	4,157	4,527	4,748	4,860	4,807
ESTADOS UNIDOS	187	240	270	300	272
FRANCIA	239	195	219	235	236
ITALIA	160	190	181	145	145
KENIA	80	50	50	60	64
MEXICO	557	627	697	757	724
MONGOLIA	690	700	740	740	744
REINO UNIDO	200	160	150	170	163
REP. DE SUDAFRICA	268	321	349	340	345
REP. POPULAR CHINA	479	649	650	650	653
TAILANDIA	206	220	239	255	254
U.R.S.S.	504	220	560	560	5,621
OTROS PAISES DE ECONOMIA CENTRAL	256	256	257	258	254
OTROS PAISES DE ECONOMIA DE MERCADO	276	304	326	319	318

p/ Cifras Preliminares.

1/ CIFRAS ESTIMADAS.

FUENTE: MINERAL COMMODITY, BUREAU OF MINES, E.U.A. Y DIRECCION GENERAL DE ---
MINAS, E.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO).

FOSFORITA

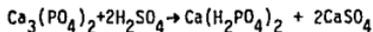
Generalidades:

Propiedades Físicas:

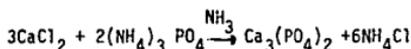
Fórmula	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Peso fórmula	310.20
Color	Blanco
Forma cristalina	Amorfo
Densidad relativa	3.14
Punto de fusión	1 670°C
Punto de ebullición	
Solubilidad %	
Agua fría	2.5×10^{-3}
Agua caliente	Se descompone
Otros reactivos	Soluble en ácido clorhídrico y sulfúrico Insoluble en metanol 95% Insoluble en ácido acético

Las apatitas son fluoruro o clorofosfatos de calcio, de fórmulas ---
 $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3\text{CaF}$ y $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3\text{CaCl}$. El ortofosfato de calcio forma parte de
yacimientos rocosos (fosforitas) de las islas del pacífico y de cuevas
habitadas por murciélagos.

Las fosforitas y la hidroxiapatita, tratadas con ácido sulfúrico produ-
cen sulfato de calcio y fosfato monobásico de calcio, mezcla a la que -
se denomina superfosfato de cal; rico fertilizante fosfato, debido a la
solubilidad del ortofosfato monobásico de calcio.



El ortofosfato tricálcico puede obtenerse por reacción entre una solución de cloruro de calcio y otra de fosfato de amonio con amoníaco en exceso.



La apatita posee cristales muy perfectos, a veces presenta figuras de corrosión de acuerdo con la hemiedriapiramidal. Presenta varios colores como azul, verde, rosado, incoloro, etc., con lustre vitreo, a veces opaco, de aspecto lapideo a ser fosforescente a los 51 grados y a los 200 grados mucho más, conservando su luminosidad por una hora, el rojo es aún más brillante, pero le dura muy poco la fosforescencia. Se funde con gran dificultad al soplete y da la reacción del ácido fosfórico. -- Las variedades compactas, nodulares, palmeadas, etc. impuras reciben en general el nombre de fosforitas (ortofosfato tricálcico).

Usos.

La fosforita se utiliza en la preparación de alimentos balanceados para ganado y aves de corral, así como en la manufactura de fósforo elemental y ácido ortofosfórico, los cuales a su vez, se emplean en la elaboración de detergentes, plásticos y lacas, cerillos, material bélico, -- tratamiento de superficies de metales, refinación del azúcar, trabajos de lavandería, industria textil, fotografía y en la cerámica. En agricultura no tiene sustituto.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS:

El único Estado mexicano que produce fosforita es Nuevo León, en el municipio de Ayancual.

PRODUCCION Y EXTRACCION.

En 1982 se produjeron 512 096 toneladas de fosforita con un valor promedio de 7 762 millones de pesos, en cambio para 1987 se produjeron --- 633 209 toneladas con un valor aproximado de 5 952 millones de pesos.

En 1986, la producción de fosforita fue de 660 425 toneladas, cuyo valor es diverso fue de 6 816 millones de pesos. La producción desde los años 1983 - 1987 se encuentran en tabla # 78.

La producción nacional de fosforita para 1987 fue de 688 973 toneladas, con un valor aproximado de 3 345 millones de pesos, y para 1988, el volumen de la producción fue de 606 753 toneladas, cuyo valor se estimó - en 3 334 millones de pesos.

En México la única empresa consumidora de fosforita es Guanos y Fertilizantes de México, S.A.

La fosforita se exporta a países como Belice y E.U.; los principales -- países productores de fosforita son entre otros: E.U., República Popular de China, URSS y Marruecos, como se observa en las tablas # 79 y -- 81. Los valores de importación 1983-1987 se ilustran en la tabla # 80.

F O S F O R I T A

TABLA # 78

PRODUCCION 1/ (TONELADAS).

FORMA DE PRESENTACION	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
MINERAL	785,038	652,651	786,500	746,863	688,973

P/ Cifras Preliminares.

1/ INCLUYE LA PRODUCCION DE ORTOFOSFATOS.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS S.E.M.I.P.: E INFORMACION PROPORCIONADA-POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 79
EXPORTACION (TONELADAS 1/).

FORMA Y PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Fosforita	21,846	--	353	437	3
BELICE	---	---	---	---	3
EL SALVADOR	---	---	---	1	--
ESTADOS UNIDOS	21,846	---	353	---	---
GUATEMALA	---	---	---	436	---

p/ Cifras Preliminares.

1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GRAL. DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

F O S F O R I T A

IMPORTACION (TONELADAS I/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
ORTOFOSFATO DE CALCIO (Fosforita)	1 115,000	1 250,757	2 034,856	1 096,766	1 345,437
ESTADOS UNIDOS	325,000	380,945	439,462	295,140	324,391
ISRAEL	---	---	---	---	28,000
JORDANIA	---	---	---	29,600	---
MARRUECOS	790,000	841,278	1 595,394	772,026	993,045
PERU	---	---	---	---	1
TOGO	---	28,534	---	---	---
ORTOFOSFATOS DE CALCIO Naturales, Fosfatos Alumino-calcicos na- turales apatita y -- cretas fosfatadas -- (las demás)	---	1	65	1	---
ESTADOS UNIDOS	---	1	65	1	---

p/ Cifras Preliminares.

1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

F O S F O R I T A

(MILES DE TONELADAS METRICAS)

PRODUCCION MUNDIAL					
PAISES PRODUCTORES	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
TOTAL	134,807	150,571	151,363	137,063	143,900
ESTADOS UNIDOS	42,573	49,197	50,835	38,710	40,000
ISAREL	2,969	3,312	4,076	3,673	3,700
JORDANIA	4,749	6,263	6,067	6,249	6,500
MARRUECOS	20,106	21,245	20,737	21,178	22,000
REP. DE SUDAFRICA	2,742	2,585	2,421	2,920	2,900
REP. POPULAR CHINA	12,500	11,800	12,000	6,700	10,000
SENEGAL	1,249	1,912	1,702	1,850	1,900
TOGO	2,081	2,696	2,452	2,314	2,300
TUNEZ	5,924	5,346	4,530	5,951	6,000
U.R.S.S.	27,200	31,900	32,200	32,500	32,500
OTROS PAISES DE ECONOMIA CENTRAL.	720	700	800	800	800
OTROS PAISES DE ECONOMIA DE MERCADO.	11,994	13,615	13,543	14,218	15,300

p/ Cifras Preliminares.

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES E.U.A.

GRAFITO.

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Fórmula	C
Peso fórmula	12.01
Color	Negro
Forma cristalina	hexagonal
Densidad relativa	2.26 a 20°C
Punto de fusión	3 500°C
Punto de ebullición	4 200°C
Solubilidad %	
Agua fría	Insoluble
Agua caliente	Insoluble
Otros reactivos	Soluble en ácido nítrico y clorato de potasio.

Mineral de color negro agrisado, formado por pequeños cristales de carbono puro. Se denomina también plumbagina o lápiz-plomo natural; otra forma del carbono más pura es el diamante. No se conocen cristales perfectos, pero suelen presentarse en forma de láminas pequeñas de contorno hexagonal con crucero básico y la superficie surcada por tres series de estrellas que cruzan a 60 grados y probablemente su verdadera simetría sea monocflica.

El grafito es muy blando, es untuoso al tacto y tizna, dando sobre la porcelana una raya de color gris de acero brillante.

Arde en atmósfera de oxígeno de 600 a 900°C, dejando unas cenizas ferruginosas. Se hinchan en contacto con el ácido nítrico y si se le pone

una disolución de clorato de potasio en ácido nítrico, se disuelve el grafito. El diamante se transforma en grafito en un horno eléctrico o por bombardeo eléctrico en el vacío, pero se ha conseguido la transformación inversa. El grafito puede presentarse también en forma de escamas, granos o pulverulento. En las cenizas cristalinas o bien constituyendo vetillas en granulos, masas fibrosas y en verdaderos filones.

Es un buen conductor del calor y de la electricidad. Se encuentra asociado con el cuarzo, feldespato, mica, calcita, piritita, piranita y óxido de hierro.

Usos.

El material más puro sirve para la fabricación de cristales refractarios. Es bien conocida su aplicación para fabricar lápices finos.

En galvanoplastia, por su buena conductividad eléctrica se le emplea para cubrir los moldes con un barniz conductor, también sirve para barnizar las piezas de fundición, como lubricantes en ejes de madera, para pinturas protectoras, etc. Modernamente tiene gran aplicación en la fabricación de pilas de uranio y plutonio. El grafito también se utiliza como electrodo por su buena conductividad.

Historia.

El grafito, al parecer, se origina por el metamorfismo de carbones naturales y en otros de la destilación de hidrocarburos orgánicos, pero en el caso más general, debe haberse originado por metamorfismo de calizas al contacto con rocas ricas en sílice, formándose silicatos calcáreos y

dejando libre anhídrido carbónico, que se reduce y origina grafito. En rocas paleozoicas, forma nódulos (habas) y venillas muy puras.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

La variedad cristalina proviene de dos tipos de depósitos, una de las cuales consiste en rocas con dimensiones de escamas, del cual se obtiene el grafito en escamas, también se encuentran depósitos en vetas, --- siendo el yacimiento más importante el que se localiza en Ceylán, donde se produce el "grafito en terrones".

En lo que se refiere al grafito amorfo, este proviene de cualquier tipo de depósito, incluso en algunos de los cuales se obtiene la variedad -- cristalina.

Industrialmente se obtiene grafito sintético, el que se elabora por procesos de horno eléctrico, industrializándose en la mayoría de los casos como materia prima, el coque de petróleo.

En México se localizan depósitos de grafito en los estados de: Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Sonora, siendo este último donde se localizan los yacimientos de mayor importancia comercial, cuyas vetas contienen del -- 80 al 85% de carbón grafitico y es conocido en la región como carbón -- amorfo.

PRODUCCION.

Las reservas de esta importante zona ascienden a 10 millones de tonela-

das del mineral con 85% de carbón grafitico.

La producción nacional en los últimos años fue en 1983 de 42 669 toneladas de grafito amorfo, y 1 658 toneladas de grafito cristalino; y para 1988, la producción alcanzó 43 831 toneladas con un valor estimado de - 10 510 millones de pesos. Ver tabla de volumen y valor de la producción minero-metalúrgica en la República Mexicana para 1988, para no metales. Cuadro I. Apéndice II.

En México, las principales compañías de grafito son: Cía. Minera San -- José, S.A. de C.V.; Grafito Sonora, S.A.; Grafito Superior, S.A.; y - Grafitos Mexicanos, S.A.

El consumo de este mineral en México lo abarcan industrias como: Industria Eléctrica de México, S.A.; Hojalata y Lámina, S.A.; Super Winchester, Ray-O-Vac de México, Talleres Universales; Altos Hornos de - México, Eagle Pencil Co. de México y Lapíceras Mexicanas, consumidoras - de grafito amorfo, y el grafito cristalino se consume por empresas como Radimsa, S.A.; Eagle Pencil de México; Lapíceras Mexicanas; Química Orgánica, S.A.; Representantes Técnicos; y Mex Bestos, S.A., estas empresas consumen grafito cristalino proveniente del exterior (importado).

En la tabla # 82 se muestra estadística de producción de grafito de --- 1983 a 1987.

Los indicadores sobre su exportación, importación y producción mundial se pueden apreciar en las tablas 83, 84 y 85, respectivamente.

GRAFITO

TABLA # 82

PRODUCCION (TONELADAS)

FORMAS DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987p/
AMORFO	42,669	39,846	33,468	36,018	36,674
CRISTALIZADO	1,658	1,683	1,910	1,838	1,787

p/ Cifras Preliminares.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS S.E.M.I.P., E INFORMACION PROPORCIONADA --
POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 83

EXPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO.	1903	1904	1905	1986	1987p/
Grafito Natural	19,420	21,322	19,298	18,718	19,590
BELGICA-LUXEMBURGO	10	---	---	---	---
COSTA RICA	32	---	---	---	---
DINAMARCA	18	---	---	---	---
ESPAÑA	36	---	150	1,203	610
ESTADOS UNIDOS	19,235	21,113	19,130	17,633	18,959
FRANCIA	18	---	---	---	---
GUATEMALA	49	5	---	---	20
HONDURAS	14	6	10	---	---
HUNGRIA	---	18	---	---	---
PANAMA	---	---	---	2	9
REP. DOMINICANA	---	180	---	---	---

p/ Cifras Preliminares.

1/ Peso Bruto.

FUENTE: INST. MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INST. NAL. DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL-
E INFORMATICA SECOFIN.

GRAFITO
IMPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
<i>Grafito Natural</i>	195	13	46	48	399
ALEMANIA REP. FEDERAL	5	---	10	7	22
BRASIL	---	---	1	16	71
CANADA	104	---	---	---	---
ESTADOS UNIDOS	85	10	29	21	202
REINO UNIDO	---	---	6	4	---
SUIZA	1	3	---	---	---
OTROS PAISES	---	---	---	---	104

p/ Cifras Preliminares.

1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 84

GRAFITO

PRODUCCION MUNDIAL I/ (MILES DE TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
TOTAL	593	575	607	611	610
AUSTRIA	25	40	40	35	36
INDIA	35	40	40	30	32
MADAGASCAR	14	13	14	15	14
MEXICO	44	42	35	38	38
REP. DE COREA	31	30	52	67	64

p/Cifras preliminares

TABLA # 85

SELENIO

Generalidades :

Propiedades Físicas:

Símbolo	Se
Número atómico	34
Distribución electrónica	2, 8, 18, 6
Peso atómico	78,96
Densidad g/ml	4.82
Estructura cristalina	Hexagonal y trigonal
Radio metálico Å	1.17
Punto de fusión °C	220,2
Calor de fusión Kcal/mol	1.25
Punto de ebullición °C	688
Calor de vaporización	6,29
Índice de refracción	3,0
Color	Rojo y gris
Solubilidad	Insoluble en agua, soluble en sulfuro de carbono y en ácido sulfúrico.
Dureza	2
Calor específico Cal/g	0.084 a 28°C
Electronegatividad	2.4 (esc. pauling)
Potencial de electrodo (vol)	-0,35
Estados de oxidación	1-, 2-, 2+, 3+, 4+ y 6+

Es poco conductor de calor y el gris es mal conductor de la electricidad en la obscuridad, al ser iluminado, esta propiedad aumenta hasta mil veces para decaer de nuevo a causa del efecto fotoeléctrico, su conductividad eléctrica aumenta con la temperatura. Se electriza por frotamiento, forma coloides y las variedades de este metal son tóxicas, --

asimismo, sus compuestos.

De sus variadas formas alotrópicas. La forma más estable a temperaturas ordinarias es el selenio gris, su red cristalina es hexagonal. El selenio rojo cristalino trigonal, existe en dos formas monoclinicas y que se extraen del selenio rojo amorfo por evaporación de extractos de sulfuro.

Su manejo requiere precauciones especiales, ya que por contacto directo de sus sales, produce dermatitis; aspirado en vapores o tragado también produce desarreglos intestinales y efectos nocivos permanentes para los pulmones, hígado y otros órganos, la concentración tolerable en la atmósfera es de 0.1 ppm.

Usos.

Se utiliza para colorear vidrio y piezas de cerámica (seleniuro de cadmio), también para decolorarlos, se emplea como recubrimiento contra la corrosión, en la preparación de derivados orgánicos destinados para el método de flotación en el beneficio de metales, se aplica en la industria del caucho, fotográfica, para baños de viraje, en la confección de células fotoeléctricas y fotómetros y una de sus principales aplicaciones es para los rectificadores de corriente eléctrica en aparatos, amplificadores magnéticos, teléfono, telégrafo, radio, televisión y radar.

Se incorpora a los aceros limpios, para liberarlos de inclusiones gaseosas, también se emplea como catalizador en algunas reacciones orgánicas.

También se utiliza en la destilación del petróleo y del carbón, así co-

mo en la manufactura de fungicidas, insecticidas y yerbicidas.

Historia.

En el año de 1817, Berzelius y su ayudante Gahn, descubrieron y caracterizaron el nuevo elemento selenio en los pozos rojos de una fábrica de ácido sulfúrico, por su parecido con el telurio; Berzelius, 35 años -- atrás, confundió el selenio con este metal, después de un gran trabajo analítico, llegó a la conclusión de que el nuevo elemento, era selenio, que al quemarse ardía, desprendiendo un olor característico. Su nombre deriva del griego Selene que significa "luna", para recalcar su analogía con el telurio, derivado del latín Tellus que significa tierra.

La propiedad del selenio metálico, de variar su conductividad eléctrica por la luz, fue aprovechada por Bell en 1880, para construir la primera célula fotoeléctrica.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

En México, los yacimientos de selenio existentes están al norte del D.-F., localizados en el Estado de Coahuila y Guanajuato.

PRODUCCION.

En México se producen volúmenes muy pequeños de este metal, manteniéndose se estables: En el país se produjeron sólo 24 toneladas de selenio en 1983, y para 1987, la producción nacional fue de 29 toneladas, pero para 1988, la producción disminuyó en un 55%, se produjeron sólo 13 toneladas, estas con un valor de 643 millones de pesos.

Las compañías productoras de selenio son: Metalúrgicas Peñoles, S.A. y Minera del Cubo, S.A. de C.V., ubicadas en Sonora y Guanajuato, respectivamente.

No existen exportaciones de selenio desde 1983 hasta la fecha, en ese año se exportaron 15 toneladas de 24 producidas, para Brasil se destinaron 8 toneladas y 7 toneladas para E.U.

El metal se importó en 1987, de países como: Chile, E.U., Reino Unido y Yugoslavia.

La producción mundial de selenio en 1987 fue de 1 156 toneladas, siendo Japón y Canadá los máximos productores con 500 toneladas y 550 toneladas, respectivamente.

Extracción.

Casi todo el selenio se obtiene como subproducto de la recuperación de los metales preciosos en los lodos de refinación electrolítica del cobre, estos lodos contienen selenio del 3% al 28%.

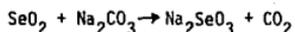
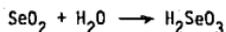
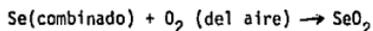
Los métodos más importantes para el tratamiento de lodos son: 1) Fundición con carbonato de sodio anhidro; 2) Tostación con carbonato de so dio anhidro, y 3) Tostación con ácido sulfúrico.

Fundición con Carbonato de Sodio.

Los lodos crudos se separan primero del cobre por tostación oxidante, - seguido de lixiviación con ácido sulfúrico o por aereación en ácido -- sulfúrico diluido. Los lodos tratados se mezclan con carbonato de so--

dio anhidro y sílice y luego se funden en el horno para metaldoré. Las primeras escorias son principalmente de sílice, contienen impurezas de hierro, As, Sb y Pb. Luego se inyecta aire a través de la carga fundida para oxidar y volatilizar el selenio y teluro posible, los óxidos volatilizados se recogen en un sistema depurador de Cottrell; luego se trata la carga con más carbonato de sodio para eliminar en forma de escoria todo el selenio y teluro remanente.

La escoria sódica se lixivia con agua y se filtra obteniendo selenito de sodio y telurito de sodio, se neutraliza este líquido (mezcla) con H_2SO_4 Conc. a pH=6 para precipitar el teluro como ácido, el filtrado se acidula, se junta con dióxido de azufre para precipitar el selenio en forma de un lodo rojo amorfo, éste se hierve con vapor directo para coagular el selenio coloidal para transformar el precipitado rojo a la forma negra metálica, esta se lava, se seca y se pulveriza. La destilación del selenio seco aumenta su pureza, el rendimiento de selenio es de 80%. Algunas reacciones que se realizan son:



En las tablas # 86, 87, 88 y 89 se muestran estadísticas de producción, exportación, importación y producción mundial de selenio, respectivamente.

TABLA # 86

SELENIO
PRODUCCION 1/ (TONELADAS)

FORMA DE PRESENTACION	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Metálico	24	44	42	23	29

p/Cifras preliminares
1/En contenido metálico

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P.

TABLA # 87

EXPORTACION TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Selenio:	15				
Brasil	8				
Estados Unidos	7				

p/Cifras preliminares
1/Peso bruto

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 88
IMPORTACION
TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1983	1984	1985	1986	1987 p/
Selenio:	10		25	25	65
Chile					3
Estados Unidos	10		25	21	47
Reino Unido				4	12
Yugoslavia					3

p/Cifras preliminares
1/Peso legal

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P., Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

TABLA # 89
PRODUCCION MUNDIAL 1/ (TONELADAS METRICAS)

PAISES PRODUCTORES	1983	1984	1985	1986	1987 p/
TOTAL:	1,311	1,449	1,121	1,053	1,156
Bélgica	60	60	60	70	70
Canadá	295	448	350	334	350
Chile	23	40	25	40	40
Estados Unidos	354	254			
Finlandia	10	11	17	17	17
Japón	433	465	497	427	500
México	24	44	42	23	29
Perú	22	20	22	12	20

(Continúa Producción Mundial...)

	1983	1984	1985	1986	1987
Suecia	44	45	45	70	70
Yugoslavia	24	45	46	45	45
Zambia	22	17	17	15	15

p/Cifras preliminares.

1/En contenido metálico.

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, BUREAU OF MINES, E.U.A., Y DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P. (PARA EL CASO DE MEXICO).

SILICE

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Fórmula	SiO_2
Peso fórmula	60.06
Color	Bianco
Forma cristalina	Hexagonal
Índice de refracción	1.5442
Densidad relativa	2.650 a 20°C
Punto de fusión°C	Fracción 1 425.
Punto de ebullición °C	2 230
Solubilidad %	
Agua fría	Insoluble
Agua caliente	Insoluble
Otros reactivos	Soluble en ácido fluorhídrico Insoluble en álcalis
Dureza	--
Peso específico	--

Compuesto natural de silicio y oxígeno muy abundante en nuestro planeta; se encuentra en distintas formas entre ellas el cuarzo, al cual nos referimos, cristal de roca, opalo, amatista.

Su color varía desde el blanco al gris oscuro, dependiendo de sus impurezas, es el componente indispensable del vidrio y de los silicatos solubles.

Mezclado con carbón y tratado en hornos eléctricos, se reduce transformándose a carborundo, de una dureza parecida a la del diamante.

En el reino vegetal y animal aparece la sílice como material morfológico que imparte resistencia mecánica a los organismos.

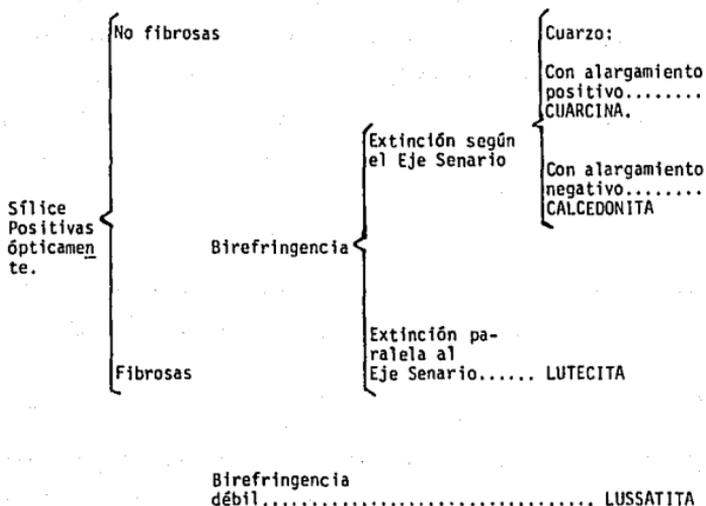
Existen diferentes tipos como: Cuarzo citrino, rosado y ahumado; el primero se presenta cristalizado de color amarillo con diversos tonos, y se utilizaba mucho para falsificar el topacio, cuando esta piedra tenía más valor.

El cuarzo se encuentra casi siempre en masas compactas hialinas, pero no en cristales, quizá deba su color al titanio y al manganeso. El cuarzo ahumado está teñido de color pardo más o menos intenso, puede llegar al negro y entonces se llama morion.

Cuarzo lechoso, hematoideo y azul, el primero recibe ese nombre por presentar cristales blancos opacos, poco brillantes, muy frecuentes en --- cuarzo filoniano que atraviezan los granitos. El cuarzo hematoideo son cristales pequeños rojos opacos, se encuentran implantados en yeso. El cuarzo azul llamado también cuarzo siderita o falso zafiro, es una variedad del mencionado color, objeto de cierta explotación para la talla en golling, otras variedades macrocristalinas de cuarzo son cuarzo para fiso, la venturita, ferruginoso, micaceo, actinolítico, etc., y los hay bacilares, fibrosos, terrosos, escamosos y de otras estructuras.

Variedades Criptocristalinas del cuarzo:

Se reconocen cinco formas fibrosas de sílice anhidra que se distinguen de la siguiente manera:



Sílice ópticamente negativa..... PSEUDOCALCEDONITA

Usos:

La arena de curazo o sílice, se usa como abrasivo y en esmerilado de vidrio, en la industria química se emplean arenas de alta pureza y con una granulometría que debe mantenerse dentro de límites muy estrictos, quedando en segundo lugar la forma y tipo de grano.

En la metalurgia se usan generalmente guijarros bajos en aluminio y hierro como componente en la obtención de fósforo elemental. Para refractarios se emplean arenas con alto poder calorífico para evitar su sintetización y subsecuentemente adhesión al metal.

Las arenas sílicas se destinan para la obtención de silicio metálico, ferrosilicio y otras silicoaleaciones metalúrgicas que se agregan a varios metales para modificar sus características físicas de resistencia, maquinado, fusión y otras. También en la industria de cemento se usan como material correctivo, en tanto que en la de asbesto-cemento sirve para darle a los productos una mayor consistencia.

Otras aplicaciones se observan en las plantas potabilizadoras de agua, donde se consumen desde granos de cuarzo hasta molida a malla 30.

Historia.

La sílice es un compuesto de silicio que fue conocido por el hombre desde los tiempos prehistóricos y que incluso marcó una época en la cronología de las edades de la humanidad.

Las herramientas y las armas, hechas de pedernal, una de las variedades de la sílice, fueron los primeros utensilios del hombre, aunque Davy -- creyó que la sílice no era un elemento no pudo descomponerla.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

La distribución de yacimientos en la República Mexicana comprende a los estados de Veracruz, Chihuahua, Hidalgo, Zacatecas, México, Baja California, Sonora y Puebla.

PRODUCCION.

En los últimos años, la producción de sílice fue como sigue: En 1988, -

se reprodujeron 1 081 276 toneladas con un valor de 5 406 millones de pesos, la producción en 1987 fue de 965 921 toneladas, con un valor --- aproximado de 4 675 millones de pesos. Ver tabla # 90.

La sílice se exporta a países como E.U., Guatemala y Ecuador. En forma de arenas sílicas, en forma de cuarzo o como cuarcita. Asimismo, se importa a países como E.U., Alemania Federal, Suiza y Suecia en forma de arenas sílicas o cuarzosas para la fundición, como cuarcita en polvo, - etc., como se muestra en la tabla # 91.

Las empresas que contribuyen a la producción de cuarzo son entre otras: Sílice de México, S.A.; Sílice Industrial, S.A.; Materias Primas Monterrey, S.A.; Arenas Sílicas, S.A.; Sílice y Refractarios Pizzuto, -- S.A.; Sílica Potosina, S.A. y Compañía Minera y Mercantil El Pelizar, S.A.

La tabla # 92 ilustra datos de la importación de sílice 1983-1987. De acuerdo a sus distintos usos, la arena de sílice tiene una demanda -- muy diversificada, las principales industrias consumidoras del país --- son: La vidriera, del cemento, de fundición, cerámica y del asbesto-cemento, y entre las de menor importancia se encuentran: La química, pe--trolera, detergentes, abrasivos, filtros y otras.

S I L I C E

PRODUCCION 1/ (TONELADAS)

FORMA DE PRESENTACION	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
MINERAL	929,059	1 462,158	1 479,100	896,411	965,921

p/ Cifras Preliminares.

1/ Incluye la Producción de Arena para vidrio, cuarzo y silicosos.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS S.E.M.I.P. E INFORMACION PROPORCIONADA POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 90

SILICE

TABLA # 91

EXPORTACION TONELADAS 1/

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	19 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Arenas naturales sili- ceas o cuarzosas	6,111	3,965	371	360	1,409
ALEMANIA REP. FEDERAL.	---	---	---	12	---
COLOMBIA	---	---	6	---	---
COSTA RICA	0	6	4	2	11
ECUADOR	4	---	---	---	---
EL SALVADOR	89	23	40	43	20
ESTADOS UNIDOS	5,989	3,924	306	245	1,363
FRANCIA	---	---	---	---	1
GUATEMALA	7	6	5	53	11
HAITI	5	---	---	---	---
HONDURAS	3	1	10	---	2
NICARAGUA	7	---	---	---	---
PANAMA	---	---	---	3	---
REP. DOMINICANA	5	5	---	2	1
Cuarzo excepto en Polvo	---	8	19	10	19
ESTADOS UNIDOS	---	8	19	10	19
GUATEMALA	---	---	19	---	---
Cuarcita excepto en polvo	---	---	---	55	---
ESTADOS UNIDOS	---	---	---	55	---
Cuarzo o cuarcita en polvo	1	---	1	---	---
COSTA RICA	1	---	1	---	---
Cuarzo no especificado (los Demás)	8	1	---	---	---
ESTADOS UNIDOS	8	1	---	---	---

p/ Cifras Preliminares.

1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA S.P.P. Y DIREC. GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

SILICE

IMPORTACION (TONELADAS 1/).

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1 9 8 3	1984	1985	1986	1987p/
<i>Cuarzo piezoelectyrico, con primer corte para cristales de cuarzo, de controles de frecuencia y filtros electricos.</i>	---	---	24	---	---
ESTADOS UNIDOS	---	---	24	---	---
Cuarcita o Cuarzo Triturado en Polvo	580	890	702	365	370
ALEMANIA REP. FEDERAL.	---	---	41	20	---
AUSTRIA	---	4	10	10	---
BELGICA-LUXEMBURGO	3	9	---	6	5
ESPAÑA	25	66	89	---	---
ESTADOS UNIDOS	275	529	317	246	465
SUECIA	277	282	85	83	100
SUIZA	---	---	160	---	---

p/ Cifras Prelinares.
1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

SILICE

IMPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE ORIGEN	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Arenas silíceas o cuarzo- sas excepto lo comprendi- do en la fracción 25-05A -002.	33,902	48,811	64,108	37,035	36,858
ALEMANIA REP.FEDERAL	---	18	1	---	6
BELGICA-LUXENBURGO	---	22	---	---	13
ENIRATOS ARABES UNIDOS	---	---	---	88	---
ESTADOS UNIDOS	33,902	48,760	64,107	36,924	36,700
INDIA	---	---	---	23	---
PANAMA	---	---	---	---	54
REINO UNIDO	---	11	---	---	---
REP. POPULAR CHINA	---	---	---	---	5
Arenas sin para fundición	36,748	37,866	47,613	44,810	27,421
ALEMANIA REP. FED.	---	71	---	---	---
ESTADOS UNIDOS	36,748	37,763	47,601	44,780	27,421
GHANA	---	28	---	---	---
JAPON	---	4	12	---	6
SUIZA	---	---	---	30	---
Arenas no Especifica- das (Los demás)	466	242	598	405	141
BELTICE	---	9	---	---	---
ESTADOS UNIDOS	430	233	596	396	139
JAPON	---	---	---	7	---
NICARAGUA	---	---	---	---	2
PANAMA	28	---	---	---	---
Cuarzo (excepto las arenas naturales) cuarcita en bruto. desvastadas o simplemente tro- ceadas por aserrado, excepto lo comprendido en la Fracción 25-06A-002 y 003	57	128	71	39	59
ESPAÑA	18	5	12	---	---
ESTADOS UNIDOS	39	123	59	39	59

YESO

Generalidades:

Propiedades Físicas:

Fórmula	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Peso fórmula	172.21
Color	Incoloro o blanco
Forma cristalina	Monocíclico
Índice de refracción	1.5226
Densidad relativa	2.32
Punto de fusión	Pierde una molécula de agua a 128°C
Punto de ebullición	Pierde sus dos moléculas de agua a 163°C
Solubilidad %	
Agua frías	0.223 a 0°C
Agua caliente	0.257 a 50°C
Otros reactivos	Soluble en ácido glicérol, tiosulfato de sodio y sales de amonio
Dureza (Mohs)	2

El yeso o "selenita" es la única del grupo de sulfatos de la serie del calcio, sus cristales se pueden reducir a el llamado "trapeciano", constituido por un prisma vertical, un prisma de cuarta especie superior y el segundo pinacoide.

Los cristales sencillos suelen presentarse retorcidos y corrodos. El yeso cuando está puro, es incoloro y transparente, entonces recibe el nombre de "selenita" o "espejuelo"; puede presentarse en forma laminar,

sacaroideo, fibroso, granudo, terroso y hasta polvorulento es blando y ligeramente flexible. Al soplete no se funde, pero se vuelve opaco y se blanquea formando el yeso vivo; si se le moja con HCl colorea la llama de rojo.

Este mineral lo pueden formar las aguas sulfurosas a su contacto con calizas; margas y dolomías. Se origina también en los volcanes por la acción de los gases en las fumarolas sobre las rocas.

Usos.

El yeso se usa para recubrir interiores en arquitectura, como retardador de cemento; en la industria de la construcción, se usa en recubrimientos especiales de tipo acústico; como fertilizante, acondicionador de suelos, fijador de nitrógeno volátil, modelos para la industria de herramientas automotriz y aeronáutica, en crayones y gises, vendajes y entablilladores quirúrgicos, moldes de fundición para metales de bajo punto de fusión, cemento y moldes dentales, polvos faciales y dentífricos y en la potabilización del agua.

Historia.

La cal no fue conocida por las primitivas civilizaciones egipcias, aunque muchos historiadores afirmen lo contrario; lo que los egipcios emplearon en sus morteros era el yeso. En 1808 Aavy no logró extraer el calcio del yeso por reducción con potasio metálico, pero empleando la corriente eléctrica y mercurio consiguió la amalgama de calcio.

LOCALIZACION DE YACIMIENTOS.

En México existen importantes depósitos de yeso, por su importancia, -- tanto para la exportación como para el consumo interno, son especialmente interesantes los depósitos localizados en Santa Rosalía, Baja California Sur, en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Morelos, Puebla y Oaxaca, así como en San Luis Potosí, Colima y Jalisco que son menos importantes.

Las reservas posibles se estiman en 150 millones de toneladas con una Ley de 96% en sulfato de calcio.

PRODUCCION.

La producción nacional de yeso en los últimos años ha sido la siguiente:

El volumen de producción en 1987 fue de 4 575 416 toneladas cuyo valor aproximado es de 14 996 millones de pesos; aunque la producción se vio disminuida para 1988 que sólo alcanzó 2 649 290 toneladas con un valor de 7 948 millones de pesos.

El yeso se exporta como yeso natural a países como: Canadá, Costa Rica, E.U., Nueva Guinea entre otros y se importa como yeso natural o anhídrida de países como: España y como yeso calcinado: De Alemania, Italia, - E.U. Los principales productores de yeso entre otros son: Australia, - E.U. y Francia.

La producción y exportación de yeso se muestra en las tablas # 93 y 94.

TABLA # 93

PRODUCCION (TONELADAS)

FORMAS DE PRESENTACION	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987p/
MINERAL	2 958,005	4 260,022	4 602,796	4 232,805	4 575,416

p/ Cifras Preliminares.

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE MINAS, S.E.M.I.P., E INFORMACION PROPORCIONADA -- POR LAS EMPRESAS PRODUCTORAS.

TABLA # 94

EXPORTACION (TONELADAS 1/)

FORMA DE PRESENTACION Y PAIS DE DESTINO	1 9 8 3	1 9 8 4	1 9 8 5	1 9 8 6	1987 p/
Veso Natural	3 654,165	3 911,345	3 897,374	2 335,630	2 182,825
BRASIL	---	---	---	8,254	---
CANADA	151,258	275,340	277,386	55,980	164,468
COREA DEL SUR	75,137	25,000	---	31,494	---
COSTA RICA	---	6,000	3	19,449	14,000
ESTADOS UNIDOS	3 370,746	3 351,599	3 429,077	2 106,525	1 978,501
CHANA	---	---	---	28,040	---
INDIA	---	---	160,313	---	---
JAMMU	29,144	224,039	---	85,873	---
JAPON	---	27,717	30,595	---	25,507
NUEVA GUINEA	---	1,650	---	---	---
PANAMA	---	---	---	15	349
REP. POPULAR CHINA	27,880	---	---	---	---

p/ Cifras Preliminares.

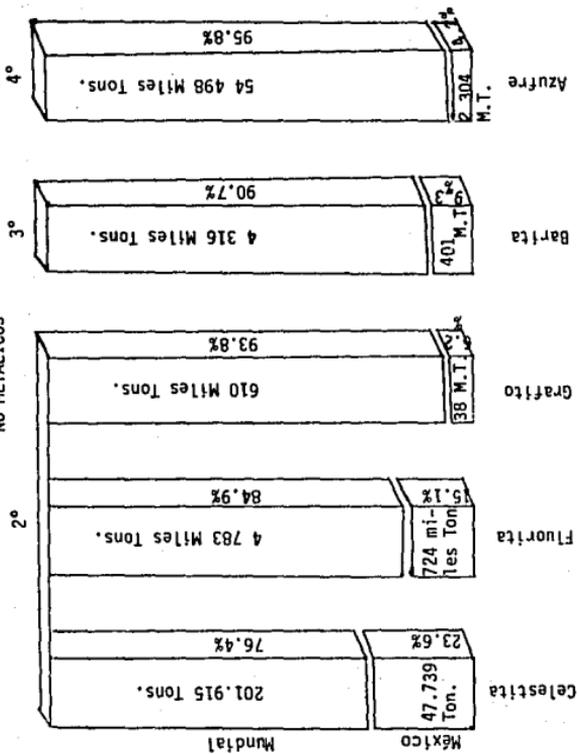
1/ PESO BRUTO.

FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, S.P.P. Y DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA, SECOFIN.

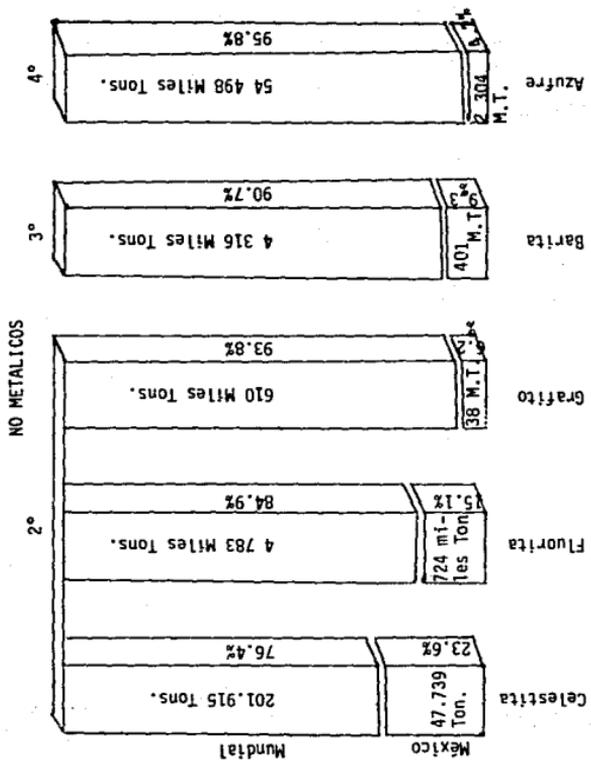
1987

PARTICIPACION DE MEXICO EN LA PRODUCCION MINERA MUNDIAL

NO METALICOS



1987
PARTICIPACION DE MEXICO EN LA PRODUCCION MINERA MUNDIAL



CONCLUSIONES

En 1988, el volumen de producción minero-metalúrgica en la República Mexicana fue como sigue:

En primer lugar se encuentra la producción de minerales no metálicos, - que cubrió un 49.8% del total de la producción con un volumen de --- 15 226 057 toneladas.

El segundo sitio lo ocuparon los metales industriales ferrosos, con un 40.12% de la producción minero-metalúrgica, y cuyo volumen alcanzó --- 12 276 156 toneladas.

En tercer lugar con el 7.74% de la producción minera total se ubicaron los metales preciosos (principalmente plata), cuyo volumen de producción fue de 2 308 005 toneladas.

Por último se encuentran los metales industriales no ferrosos, con un volumen de 718 251 toneladas, lo que representó el 2.35% del total de - la producción minera.

Pero en cuanto al valor de la producción, el mayor porcentaje lo representan los metales industriales no ferrosos, cubriendo el 48.4% del valor total de la producción, siguiendo en orden descendente los metales preciosos, minerales no metálicos y metales industriales ferrosos o siderúrgicos con 26.1%, 18.1% y 7.4%, respectivamente.

Para 1987, la entidad federativa que mayor volumen de mineral produjo - fue Coahuila con 11 896 106 toneladas de las cuales el 93.6% lo repre--

senta el carbón mineral; el segundo sitio lo ocupó Colima con 1 392 819 toneladas de las cuales el 100% de su producción lo representa el hierro.

El elemento que mayor volumen de producción tuvo a nivel nacional en el año de 1987 fue el carbón mineral, con 11 millones de toneladas, el cual únicamente lo produce el Estado de Coahuila. El segundo sitio lo ocupa el hierro, con un volumen de casi 5 millones de toneladas y el tercer lugar, a nivel nacional, en volumen de producción lo ocupó el zinc con 271 480 toneladas.

En 1987 de todos los elementos metálicos que mayormente se exportaron fueron: mercurio, molibdeno, manganeso y bismuto con un porcentaje de 97.6%, 96.3%, 92% y 85.67% de la producción nacional total, respectivamente.

En cuanto a entidades federativas se refiere, en la República Mexicana, los Estados donde se localizan la mayor parte de yacimientos de elementos metálicos son:

Sonora, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, principalmente, y en menor importancia están: Coahuila, Chihuahua, Guerrero y Michoacán; todos estos Estados cubren el 67% del total de yacimientos del país.

La mayor parte de los yacimientos de elementos no metálicos se encuentran principalmente en los Estados de Hidalgo, Coahuila, Chihuahua, Guerrero, San Luis Potosí y Sonora.

Asimismo, los minerales no metálicos que se produjeron en mayor volumen en 1987 y 1988 fueron principalmente yeso con 4 575 416 toneladas, siguiendo sílice, fluorita, fosforita y grafito, con un volumen de producción respectivo de 965 921 toneladas, 723 524 toneladas, y 688 973 toneladas.

De la producción nacional total, los minerales no metálicos que mayormente se exportaron fueron: Grafito (51%), yeso (47.1%) y fluorita --- (33.4%), dichas exportaciones se destinaron principalmente a Estados -- Unidos y en menor volumen a: Canadá, Brasil, España, Panamá, Venezuela y Costa Rica.

RECOMENDACIONES

A pesar del avance logrado, se identifica la necesidad de formular estrategias para explotar los más importantes minerales industriales, entre los que destacan: El carbón y el hierro, dado que las reservas y calidad de los yacimientos solo cubren un número limitado de años y que en cuanto a consumo, presentarán factores condicionantes para el futuro desarrollo de la industria siderúrgica nacional.

También se puede mencionar la falta de procesamientos suficientes y eficientes de minerales, tales como fluorita, fosforita y algunos metales indispensables que se importan. Sin embargo, los proyectos de producción de bienes de capital en proceso permitirán a corto plazo un elevado nivel de autosuficiencia.

Se tendrá que desarrollar una base tecnológica propia que consolide la producción de proyectos minero-metalúrgicos, y una adecuada infraestructura de recursos humanos y de producción de bienes de capital.

Impulsar la participación de la pequeña y mediana minería, mediante el incremento de apoyos técnicos-financieros; asimismo, fomentar la instalación de plantas industriales para el aprovechamiento de residuos metálicos.

A P E N D I C E I

(METALICOS)

PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES METALES PRECIOSOS

1521-1983 (CUADRO 1)

<u>PERIODO</u>	<u>ORO:</u>		<u>PLATA:</u>	
	Kg.	Valor \$	Kg.	Valor \$
1521-1540	4 200		68 340	
1541-1560	3 400		253 660	
1561-1580	6 800		1 004 000	
1581-1600	9 600		1 486 000	
1601-1620	8 440		1 624 000	
1621-1640	8 020		1 764 000	
1641-1660	7 420		1 904 000	
1661-1680	7 265		2 042 000	
1681-1700	7 380		2 204 000	
1701-1720	10 470		3 276 000	
1721-1740	13 600		4 615 000	
1741-1760	16 380		6 020 000	
1761-1780	26 170		7 328 000	
1781-1800	24 580		11 249 000	
1801-1820	28 340		8 658 000	
1821-1830	9 760	6 486 496	2 648 000	110 067 504
1831-1840	8 640	5 742 144	3 309 900	137 559 444
1841-1850	19 940	13 252 124	4 203 100	174 680 836
1851-1855	10 050	6 679 230	2 330 500	96 855 580
1856-1860	6 800	4 519 280	2 239 000	93 052 840
1861-1865	8 740	5 808 604	2 365 000	98 289 400
1866-1870	8 801	5 849 080	2 604 500	108 243 020
1871-1872	3 364	2 235 714	967 400	40 206 806
1872-1873	1 467	975 000	515 910	414 589 000
1873-1874	2 307	1 354 000	488 790	20 314 000

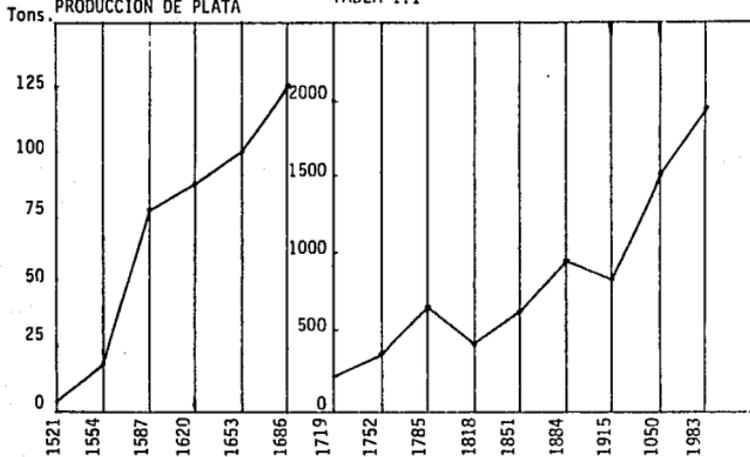
PERIODO	ORO		PLATA	
	Kg.	Valor \$	Kg.	Valor \$
1874-1875	1 591	1 057 000	514 040	21 314 000
1875-1876	1 636	2 174 000	522 820	21 728 000
1876-1877	1 466	1 818 000	570 000	23 689 000
1877-1878	2 290	1 473 912	635 572	24 836 903
1878-1879	2 707	1 739 764	641 502	25 135 264
1879-1880	2 889	1 859 506	704 783	27 555 627
1880-1881	3 386	9 999 152	756 505	29 234 388
1881-1882	2 872	1 848 186	743 373	29 231 078
1882-1883	2 942	1 886 514	756 346	29 568 577
1883-1884	3 237	2 083 025	810 449	31 695 841
1884-1885	2 804	1 804 669	849 580	33 226 211
1885-1886	1 978	1 298 989	873 996	34 208 214
1886-1887	2 046	1 348 603	959 215	37 534 104
1887-1888	1 975	1 311 514	1 005 080	39 367 983
1888-1889	2 030	1 351 223	1 051 995	41 347 626
1889-1890	2 069	1 383 655	998 742	39 156 687
1890-1891	2 718	1 817 546	1 068 089	41 874 411
1891-1892	3 162	2 121 427	1 197 796	47 096 156
1892-1893	3 743	2 506 907	1 404 878	55 245 434
1893-1894	3 675	2 456 990	1 477 040	58 210 150
1894-1895	13 479	9 366 139	1 466 874	58 204 085
1895-1896	17 816	12 012 395	1 490 985	61 003 672
1896-1897	20 048	13 544 461	1 556 620	63 689 112
1897-1898	22 167	14 971 836	1 714 520	70 149 606
1898-1899	27 318	18 450 886	1 771 935	72 498 723

PERIODO	ORO Kg.	Valor \$	PLATA Kg.	Valor \$
1899-1900	22 867	15 444 667	1 716 214	70 218 914
1900-1901	27 262	18 413 381	1 816 605	74 326 406
1901-1902	29 031	19 607 967	1 772 723	72 530 983
1902-1903	29 422	19 872 148	2 023 922	81 808 783
1903-1904	33 721	22 750 815	2 013 382	82 377 546
1904-1905	42 059	28 407 313	1 961 662	79 047 148
1905-1906	17 307	36 409 368	1 845 299	75 605 605
1906-1907	27 423	36 563 898	1 754 251	77 088 827
1907-1908	30 395	40 527 185	2 155 131	85 366 904
1908-1909	33 661	44 881 621	2 292 021	77 076 097
1909-1910	36 221	48 295 508	2 251 795	76 371 884
1910-1911	37 111	49 481 956	2 305 748	80 878 729
1915	7 359	-	712 599	
1920	22 864		2 068 938	
1925	24 541		2 889 962	
1930	21 807		3 278 644	
1935	21 223		2 351 087	
1940	27 468		2 750 394	
1945	15 530		1 900 352	
1950	12 693		1 528 470	
1955	11 941		1 379 768	
1960	9 718		1 359 527	
1965	6 404		1 152 857	
1970	6 166		1 332 362	
1975	4 501		1 182 822	
1976	5 604		1 326 243	
1977	5 616		1 462 798	

PERIODO	ORO	Valor \$	PLATA	Valor \$
	Kg.		Kg.	
1978	6 283		1 579 393	
1979	5 911		1 536 772	
1980	5 478		1 556 880	
1981	6 177		1 645 866	
1982	6 667		1 840 544	
1983	6 930		1 910 839	

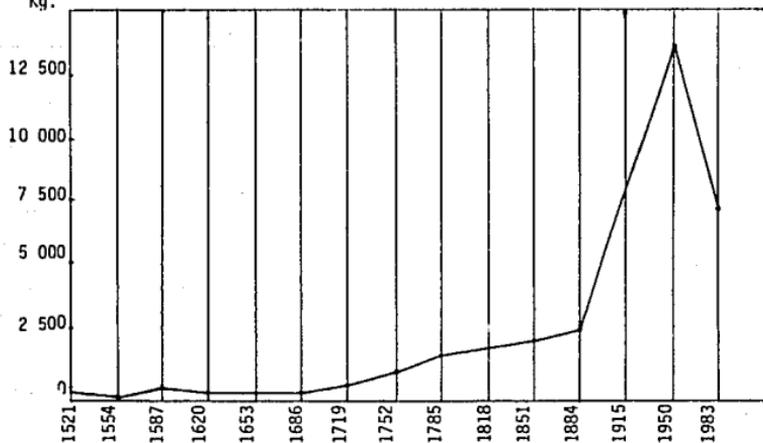
PRODUCCION DE PLATA

TABLA 1.1



PRODUCCION DE ORO

TABLA 1.2



VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCION MINERO METALURGICA EN LA REPUBLICA ---
MEXICANA PARA EL AÑO 1988 (CUADRO II)

METALES. -

	VOLUMEN (TONS.)	VALOR (MILLONES) PESOS	% VALOR TOTAL
I. METALES PRECIOSOS 1/		1 404 559	26.1
Oro(Kg)	9 098	288 618.8	5.4
Plata(Kg)	2 358 907	1 115 940.2	20.7
II. METALES INDUSTRIALES NO FERROSOS 1/		2 588 063	48.1
Pb	171 337	290 042	5.4
Cu	268 359	1 450 012	27
Zn	262 228	676 151	12.6
Sb	2 185	12 464	0.2
* As	5 164	10 534	0.2
Bi	958	23 576	0.4
Sn	274	5 707	
Cd	1 726	50 832	1.0
Hg 6/	345	7 781	
* Se	13	643	
Tungsteno	206	271	
Mo	4 456	57 603	1.0
III. METALES Y MINERALES SIDERURGICOS		398 240	7.4
* Carbón mineral 2/ 3/	4 210 842	63 163	1.2
* Coque 2/	2 332 245	123 539	2.4
Fe 1/	5 564 492	157 738	2.9
Mn 1/	168 573	53 800	0.9
T O T A L :		4 390 862.2	81.6

1/ Contenido metálico

2/ Volumen de mineral

3/ Las cifras se refieren el carbón mineral no coquizable

6/ Cifras obtenidas mediante la SEMIP

* MINERALES NO METALICOS

VALOR COMPARATIVO DE LA PRODUCCION MINERO-METALURGICA EN LA REPUBLICA -
MEXICANA PARA 1987-1988 (CUADRO III)
(CONSTANTES)

	METALES (MILLONES DE PESOS)		1987/1988
	1987	1988	
I.- METALES PRECIOSOS	918 456	923 459	0,5
Oro	162 299	184 852	13,9
Plata	756 564	738 607	2,3
II.- METALES INDUSTRIALES NO FERROSOS	979 795	1 037 473	5,9
Pb	153 148	148 113	-3,3
Cu	456 535	531 351	16,4
Zn	300 033	289 808	-3,4
Sb	9 428	7 256	-23
*As	6 199	6 035	-2,6
Bi	8 284	7 892	-5,3
Sn	4 215	3 130	-25,7
Cd	4 838	6 685	38,2
Hg	3 552	3 552	0
*Se	477	214	-55,2
Tungsteno	1 226	1 224	-3,3
Mo	31 821	32 226	1,3
III. METALES Y MINERALES SIDERURGICOS	119 056	133 891	12,5
*Coque	1,322	1 318	-0,3
Fierro	93 720	105	12,1
Mn	23 334	26 867	15,1

* MINERALES NO METALICOS.

A P E N D I C E I I

(NO METALICOS)

VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCION MINERO METALURGICA EN LA REPUBLICA MEXICANA PARA 1988 (CUADRO I)

NO METALES

	VOLUMEN (TONS.)	VALOR (MILLONES) PESOS	% VALOR TOTAL
I. MINERALES NO METALICOS 2/			
Azufre 4/	2 138 240	556 471	10.5
Grafito	43 831	10 510	0.2
Barita	534 954	42 930	0.8
Dolomita	340 671	1 703	
Fluorita	756 096	144 695	2.6
Caolín	11 633	35	
Sílice 5/	1 081 276	5 406	
Yeso	2 469 290	7 948	
Fosforita	666 753	3 334	
Sal 6/	6 695 173	208 955	3.9
Wollastonita	346	2	
Celestita	38 794	194	
T O T A L :		992.184.1	18.4

2/Volumen del mineral

4/ Incluye extracción minera y el obtenido en la refinación del petróleo crudo

5/ Incluye arena para vidrio, cuarzo y silicos (feldespato)

6/ Cifras obtenidas mediante la SEMIP

VALOR PRODUCTIVO DE LA PRODUCCION MINERO METALURGICA EN LA REPUBLICA --
MEXICANA PARA 1987-1988 (CUADRO II)

NO METALES

	(MILLONES DE PESOS)		
	1987	1988	1987/1988
I. MINERALES NO METALICOS	567 980	562 771	0,9
Azufre	359 140	329 615	-7,2
Grafito	5 175	5 978	15,5
Barita	18 512	24 676	33,3
Dolomita	187	176	-5,8
Fluorita	78 036	81 541	4,5
Caolín	1,4	1,3	-7,1
Sílice	551	550,5	-0,2
Yeso	676	729	7,8
Fosforita	556	585	5,3
Sal	109 132	118 895	8,9
Wollastonita			
Celestita	19	22,7	19,5

COTIZACIONES INTERNACIONALES (METALES NO FERROSOS)

(CUADRO 111)

1977-1986

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
PLATA y H.M.Y.	(1 605.295	587.638	555.925	522.90	511.476	515.262	504.929	521.833	568.286	566.696	599.556	516.400	546.995
PLOMO E.U.A. ENTREGADO	(2 18.354	17.790	18.202	18.731	19.384	22.069	21.940	17.859	23.429				
PLOMO L.M.E. CASH	(2 16.684	16.637	16.636	16.793	17.056	18.956	17.211	17.771	18.451	19.692	21.451	23.483	18.429
ZINC U.S. H.G.	(2 32.868	30.879	31.224	32.128	32.971	36.538	39.648	40.830	43.704	45.976	45.765	43.510	38
ZINC L.M.E. CASH	(2 29.177	27.580	28.353	29.909	32.063	36.454	36.576	37.011	39.478	38.585	37.171	36.180	34.194
CODRE L.A.B. REFINERIA	(2 68.481	66.853	68.744	67.401	65.685	66.071	62.415	60.974	63.444	62.064	61.456	62.237	
CODRE L.A.B. PUERTO EXP.	(2 60.084	59.526	61.317	60.845	60.111	59.853	56.850	54.922	56.921	55.549	54.951	56.335	58.105
CODRE L.M.E. GRADE SETTLEMENT	(2 64.314	63.753	65.548	65.072	64.353	64.099							
CODRE EN CANTIDOS L.M.E. SETTLEMENT	(2 63.347	63.030	65.317	64.981	63.354	63.200							
CAOPIO E.U.A. PRODUCTOR	(2 100	100	100	117.1	135	135							
MERCURIO N.Y.	(4 264.952	254	248.095	259.091	270	282.333	135	135	135	135	135	135	135
BISMUTO	(2						107.635	106.714	110.571	118.773	116	111.136	121.902
ZINC PROD. EUROP. GOR.	(3 700	663.158	650	690.909	732.857	820.952	840	849.524	902.857	970	895	870	794.605
ORO H. Y H.	(5 345.491	339.332	345.420	340.552	342.457	342.788	232.864	196.286	173.095	196.591	215.111	220	232.785
ORO LONDRES FINAL	(5 345.377	338.890	345.700	342.380	342.717	348.850	348.850	376.852	459.014	423.617	398.806	391.225	367.867
ESTIAGO M.M.	(2 369.280	433.684	318.517	270.045	256.619	256.619	348.337	376.595	417.730	423.509	397.550	390.921	369.512
ANTIMONIO N.Y.	(2 130.905	132	133.33	135.227	133.714	126.810	255.409	255.595	258.310	267.795	287.611	300	294.117

1) Centavos de dólar por onza troy (31.035 gramos)

2) Centavos de dólar por libra (453.59 gramos)

3) Dólares por tonelada métrica

4) Dólares por frasco de 76 libras (34.472 kilogramos)

5) Dólares por onza troy (31.1035 gramos)

APENDICE III

(GENERAL)

MINERALES MAS IMPORTANTES EN MINERIA (METALES Y NO METALES):
(CUADRO I)

METALES PRECIOSOS:

Argentita Ag_2S

Estromeirita $(Ag,Cu)_2S$

Silvanita $(Au,Ag)Te_2$

Cerargirita, $AgCl$

Petzita, $(Ag,Au)_2Te$

Calaverita, $AuFe_2$

METALES INDUSTRIALES NO FERROSOS:

Alemantita, $SnAs_3$

Estibnita, Sb_2S_2O

Valentinita, Sb_2O_3

Estiviconita, $H_2Sb_2O_5$

Bismutinita, Bi_2S_3

Guanajuatita, Bi_2Se_3

Bismita, Bi_2O_3

Bismutita, $Bi_2O_3 \cdot CO_2 \cdot H_2O$

Grenoquita, CdS

Oxido de cadmio, CdO

Octavita, $CdCO_3$

Calcocita, Cu_2S

Bornita, Cu_5FeS_4

Calcopirita, $CeFeS_2$

Cuprita, Cu_2O
Malaquita, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$
Covelita, CuS
Calcantita, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Estannita, $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS} \cdot \text{SnS}_2$
Tealita, PbSnS_2
Casiterita, SnO_2
Amalgama, (Ag, Hg)
Metacinarita, HgS
Tiemanita, HgSe
Coloradoita, HgTe
Cinabrio, HgS
Calomel, HgCl
Molibdenita, MoS_2
Molibdita, MoO_3
Wulfenita, PbMoO_4
Galena, PbS
Plumboferrita, $\text{PbO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$
Cerusita, PbCO_3
Fosgenita, $\text{PbCO}_3 \cdot \text{PbCl}_2$
Anglesita, PbSO_4
Tungstenita, WS_2
Tungstita, WO_3
Wolframita, $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$
Cuprotungstita, CuWO_4
Estalerita, ZnS

Wurtzita, ZnS

Zincita, ZnO

Smithsonita, ZnCO₃

Wilemita, Zn SiO₄

METALES FERROSOS:

Pirrotita, FeS

Calcopirita, CuFeS₂

Pirita, FeS₂

Marcasita, FeS₂

Arsenopirita, FeAsS

Hematita, Fe₂O₃

Magnetita, FeO.Fe₂O₃

Siferita, FeCO₃

Ilmetita, FeTiO₃

Hipersteno, (Fe,Mg)SiO₃

Alabandita, MnS

Manganosita, MnO

Pirosulita, MnO₂

Manganita, Mn₂O₃.H₂O

Rodocrosita, MnCO₃

Rodonita, MnSiO₃

NO METALICOS:

Barita, BaSO₄

Caolín, Si₂O₉.Al₂H

Dolomita, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

Fluorita, F_2Ca

Fosforita, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

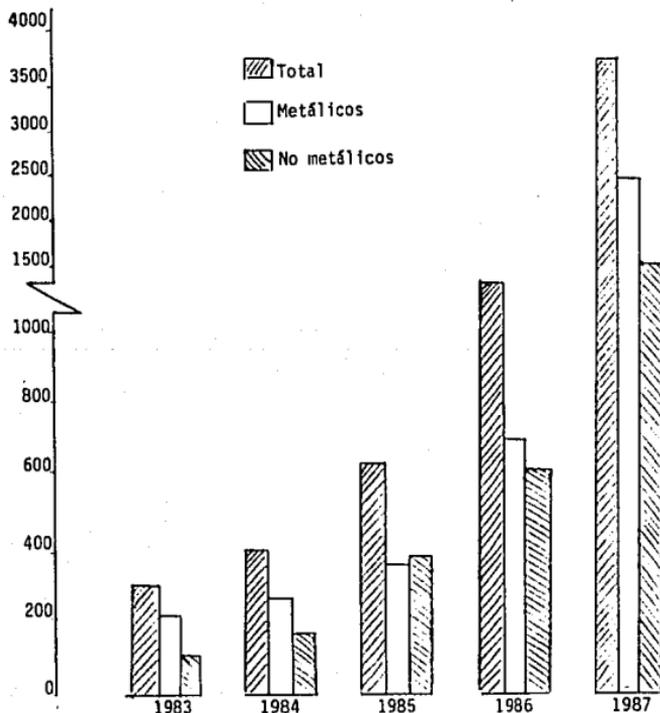
Sflice, SiO_2

Yeso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

PRODUCCION MINERA METALURGICA
(MILLONES DE PESOS) (CUADRO II)

AÑOS	TOTAL MINERIA	METALICOS	NO METALICOS
1983	303 769	198 987	104 782
1984	427 472	260 060	167 412
1985	664 756	329 654	335 102
1986	1 374 395	721 203	653 192
1987+	3 795 480	2 137 710	1 657 770

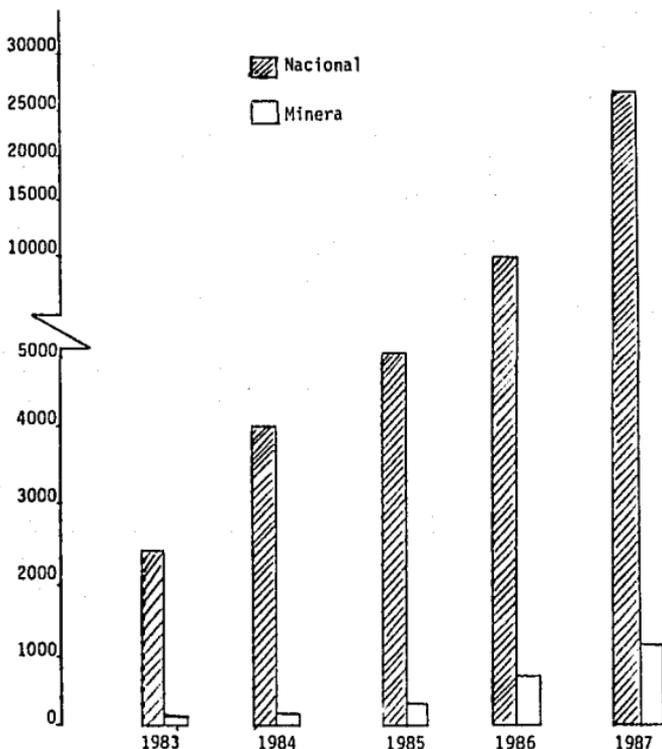
+Cifras preliminares



EXPORTACIONES:
(MILLONES DE PESOS) (CUADRO III)

<u>ANOS</u>	<u>NACIONAL</u>	<u>MINERIA</u>	<u>%</u>
1983	2 571 440	141 713	5.5
1984	4 059 339	182 856	4.5
1985	5 855 065	249 693	4.3
1986	9 916 200	613,796	6.2
1987+	26 451 431	1 376 078	5.2

+ Cifras preliminares



INDICADORES MINEROS

VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCION MINERO-METALURGICA EN LA REPUBLICA MEXICANA
1984-1985 (CUADRO IV)

METALES Y MINERALES:	PRODUCCION EN TONELADAS:			VALOR EN MILES DE PESOS:		
	1984	1985	Crecimiento %	1984	1985	Crecimiento %
TOTAL:				297 057 374	409 658 167	+ + 37.9
I.-METALES PRECIOSOS(1,4)				101 801 414	129 765 948	+ 27.5
Oro (Kgs.)	7 058	7,524	+ 6.6	14 424 811	20 618 644	+ 42.9
Plata (Kgs.)	1 968 690	2 152 959	+ 8.4	87 376 603	109 147 304	+ 24.9
II.-METALES INDUSTRIALES						
NO FERROSOS				113 696 262	146 065 039	+ 28.5
Plomo	183 314	206 732	+ 12.8	14 876 128	19 200 870	+ 29.1
Cobre	189 111	178 904	- 5.4	41 746 695	57 012 886	+ 36.6
Cinc	290 236	275 412	- 5.1	47 968 840	55 266 621	+ 15.2
Antimonio	3 064	4 266	+ 39.2	1 449 256	2 770 120	+ 91.1
* Arsénico	4 164	4 782	+ 14.8	646 448	1 071 531	+ 65.8
Bismuto	433	925	+113.6	488,535	2 459 260	+403.4
Estaño	416	380	- 8.7	926 976	1 223 996	+ 32.0
Cadmio	1 135	1 140	+ 0.4	513 203	552 932	+ 7.7
Mercurio (5)	384	264	- 31.3	568 782	576 803	+ 1.4
* Selenio	44	42	- 4.5	139 826	162 253	+ 16.0
Tungsteno	274	282	+ 2.9	382 445	467 592	+ 22.3
Molibdeno	4 054	3 761	- 7.2	3 989 128	5 300 875	+ 32.9

(CONTINUA VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCION...)

* MINERALES NO METALICOS

	1984	1985	Crecimiento %	1984	1985	Crecimiento %
III.-METALES Y MINERALES						
SIDERURGICOS						
* Carbón mineral (2)	2 215 056	2 440 350	+ 10.2	27 029 678	38 283 626	+ 41.6
* Coque(2)	2 375 480	2 389 971	+ 0.6	1 342 146	1 350 333	+ 0.6
Fierro(1)	5 489 343	5 161 144	+ 6.0	21 077 510	31 767 858	+ 50.7
Manganeso(1)	180 940	150 647	- 16.7	4 255 613	4 774 979	+ 12.2
IV.-MINERALES NO METAL_I						
COS (2)				54 530 020	95 543 554	+ 75.2
Azufre	1 825 729	2 019 753	+ 10.6	31 372 955	63 222 412	+101.5
Grafito	41 529	35 378	- 14.8	575 007	843 200	+46.9
Barita	426 095	467 693	+ 9.8	3 367 043	5 061 039	+50.3
Dolomita	329 694	318 111	- 3.5	19 782	19 086	- 3.5
Fluorita	627 433	697 410	+ 11.2	8 449 296	14 257 792	+68.7
Caolín	14 745	37 975	+157.5	1 180	3 036	+157.3
Silíce(3)	936 876	976 173	+ 4.2	140 531	146 425	+4.2
Yeso	2 300 413	2 366 019	+ 2.9	115 021	118 302	+ 2.9
Fosforita	518 293	645 299	+ 24.5	264 329	329 101	+24.5
Sal(5)	5 456 438	5 450 868	- 0.1	10 225 876	11 536 952	+12.8
Wollastonita		2 309			417	
Celestita		30 482			5 792	

(1) Contenido metálico

(2) Volumen del mineral

(3) Incluye arena para vidrio, curazo y silicosos

(4) Corregido el valor del oro y la plata para el año de 1984 y para el primer semestre de 1985, por rectificaciones del Banco de México, proporcionadas a S.P.P.

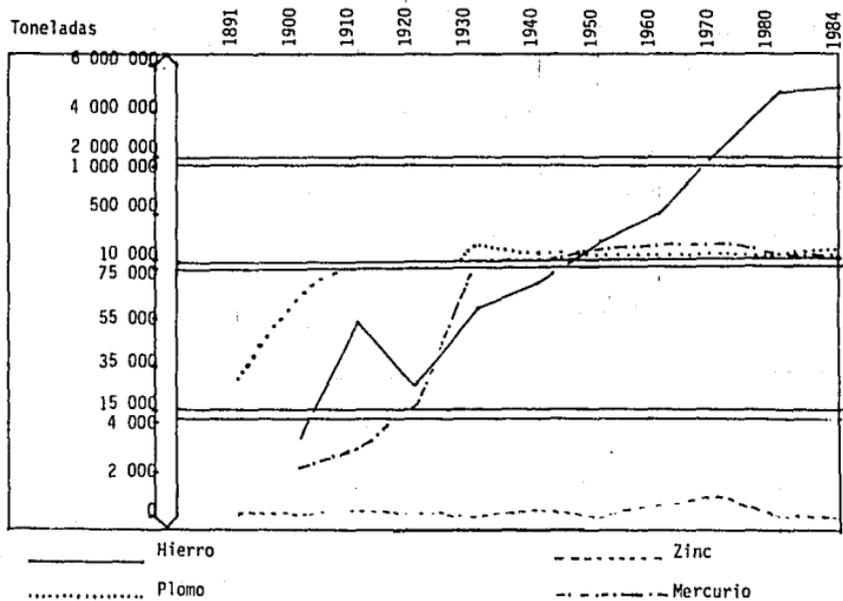
NO INCLUYE ASBESTO, CALCITA, DIATOMITA, FELDESPATO, MAGNESITA, MICA, TALCO y VERMICULITA.

(5) Estimados: El mercurio en base a 10 años y la sal en base a primer semestre de 1985

Los valores están calculados sobre la base de los precios oficiales, utilizados para el cobro del Derecho sobre Minería, excepto Oro y Plata, que lo proporciona el Banco de México, y Sal, la Secretaría de Comercio y F.I.

FUENTE: SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL. SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.

* MINERALES NO METALICOS



PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES MINERALES METALICOS Y NO METALICOS.

(CUADRO V)

PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES MINERALES METALICOS Y NO METALICOS
(TONELADAS) (CUADRO VI)

1891-1983

AÑO	ANTIMONIO	ARSENICO	BISMUTO	CADMIO	CARBON	COBRE	ESTAÑO
1891					200 000	5 650	
1892					350 000	7 915	
1893	9				260 000	9 607	
1894	80				300 000	11 959	
1895	600				270 000	11 806	
1896	3 231				253 104	11 338	
1897	5 873				359 070	11 553	
1898	5 932				367 193	15 919	
1899	10 382				409 125	19 427	
1900	2 313				387 977	22 473	
1901	5 103				670 000	33 943	
1902	1 218				709 654	36 357	
1903	2 304				780 000	46 010	400
1904	1 694				831 762	51 759	
1905	1 978				920 000	65 449	4
1906	2 418				767 864	61 615	4
1907	4 615				1 024 580	57 473	
1908	4 046				866 317	38 173	

AÑO	ANTIMONIO	ARSENICO	BISMUTO	CADMIO	CARBON	COBRE	ESTARO
1909	3 730				1 300 000	57 320	
1910	3 730				1 304 111	48 160	
1911	4 131				1 400 000	56 072	
1912	1 698				982 396	57 245	
1913	937				600 000	52 592	
1914	1 047				780 000	26 621	
1915	739				450 000	206	
1916	829				300 000	28 411	
1917	2 647	1 285			430 820	50 946	
1918	3 269	2 206			781 860	70 200	14
1919	471	2 246			728 374	52 272	2
1920	623	2 092					
1921	45	785			734 980	15 228	
1922	464	272			932 550	26 978	
1923	490	1 403			1 261 541	53 372	
1924	775	1 293			1 226 696	49 113	9
1925	1 398	4 189			1 444 498	51 336	1
1926	2 614	6 458			1 309 318	53 763	2
1927	1 924	9 018		91	1 031 308	58 672	

ARO	ANTIMONIO	ARSENICO	BISMUTO	CADMIO	CARBON	COBRE	ESTAÑO
1928	3 342	8 699		318	1 022 475	65 103	2
1929	2 925	9 665		619	1 054 197	80 560	5
1930	3 032	9 977		548	1 294 259	73 412	270
1931	5 443	6 508		32	922 291	54 212	773
1932	1 735	3 967	17	86	690 805	35 213	722
1933	1 950	4 597	47	1 292	646 838	39 825	125
1934	2 668	7 860	103	385	782 156	44 268	16
1935	4 750	9 950	214	598	1 255 058	39 373	631
1936	7 303	8 527	166	535	1 307 915	29 173	373
1937	10 639	10 762	142	620	1 242 148	46 077	379
1938	8 069	8 894	186	762	1 093 252	41 851	253
1939	7 873	7 873	164	817	876 851	44 390	294
1940	12 267	12 267	185	826	815 907	37 602	351
1941	11 138	12 845	98	907	855 697	48 716	216
1942	11 695	18 520	128	854	914 269	51 379	370
1943	13 682	20 301	175	802	1 053 485	49 774	433
1944	10 930	15 306	165	682	904 198	41 300	322
1945	8 754	15 013	161	1 053	914 614	61 680	177

ARO	ANTIMONIO	ARSENICO	BISMUTO	CADMIO	CARBON	COBRE	ESTARO
1946	6 572	9 649	76	717	977 874	61 053	267
1947	6 926	9 686	255	779	1 040 360	63 492	174
1948	7 380	7 571	161	906	1 057 226	59 076	185
1949	5 753	3 577	309	820	1 074 707	57 246	364
1950	5 868	8 987	263	689	911 732	61 698	447
1951	6 825	12 762	338	894	1 118 710	67 351	373
1952	5 532	2 866	406	734	1 316 867	58 463	419
1953	3 687	1 999	335	959	1 432 315	60 148	485
1954	4 182	2 427	360	513	1 313 609	54 806	355
1955	3 818	2 954	351	1 295	1 342 101	54 676	615
1956	4 556	2 643	631	858	1 408 100	54 865	508
1957	5 202	4 604	354	759	1 420 794	60 000	481
1958	2 748	3 095	190	770	1 470 705	64 963	553
1959	3 286	10 465	239	574	1 585 898	57 274	383
1960	4 231	12 131	272	1 181	1 775 649	60 330	371
1961	3 609	12 281	1 064	776	1 817 616	49 314	539
1962	4 769	10 903	356	608	1 893 400	47 125	585
1963	4 826	9 486	427	724	2 070 893	55 861	1 072
1964	4 788	11 169	472	748	2 137 558	52 506	1 226
1965	4 467	10 128	484	725	2 005 662	69 162	511

ARO	ANTIMONIO	ARSENICO	BISMUTO	CADMIO	CARBON	COBRE	ESTARO
1966	4 478	11 894	454	812	2 101 187	74 396	802
1967	3 738	11 336	504	1 246	2 388 406	56 012	597
1968	3 464	10 248	525	1 194	2 605 370	61 110	528
1969	3 225	6 046	606	1 579	2 637 294	66 167	498
1970	4 468	6 922	571	1 967	2 959 024	61 012	533
1971	3 361	8 717	570	1 662	1 775 795	63 150	479
1972	2 976	4 482	629	1 757	1 898 710	78 720	354
1973	2 388	3 852	585	1 477	2 081 631	80 501	292
1974	2 407	7 199	718	1 960	2 251 862	82 670	400
1975	3 137	4 636	445	1 581	2 344 009	78 196	378
1976	2 546	4 165	557	1 844		88 970	481
1977	2 698	4 350	729	1 781		89 662	220
1978	2 457	4 730	978	1 894		87 186	73
1979	2 872	4 951	754	1 778		107 186	23
1980	2 176	5 250	770	1 791		184 123	60
1981	1 800	4 936	656	1 433		232 902	28
1982	1 565	3 590	606	1 444		239 091	27
1983	2 519	3 452	545	1 341		206 062	50

PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES MINERALES METALICOS Y NO METALICOS
(TONELADAS)

1891-1983

ANO	GRAFITO	HIERRO	MAGNESIO	MERCURIO	MOLIBDENO	PLOMO	TUNGSTENO	CINC
1891				250		30 187		
1892				240		47 532		
1893				286		64 000		400
1894				300		57 000		300
1895	794			213		68 000		500
1896	795			218		63 000		500
1897	759			294		71 637		600
1898	1 365			253		71 442		1 200
1899	2 305			324		84 656		700
1900	2 561	3 306		124		63 828		1 100
1901	762	3 240		128		94 194		900
1902	1 434	2 423		191		106 805		799
1903	1 404	9 932		188		100 532		1 000
1904	970	23 434	20	190		95 010		800
1905	970	19 674	150	190		101 196		2 000
1906	3 925	31 062		200		73 699		22 566
1907	3 202	23 082		200		76 699		23 197
1908	1 076	23 555		200		127 010		15 650

ANO	GRAFITO	HIERRO	MAGNESIO	MERCURIO	MOLIBDENO	PLOMO	TUNGSTENO	CINC
1909	1 704	48 656		200		118 186		3 000
1910	2 571	54 698		250		124 292		1 833
1911	3 050	63 965		165		116 758		1 593
1912	3 518	57 832		165		105 160		1 266
1913	4 435	12 758		166		68 343		960
1914	4 259			162		5 703		793
1915	489	1 714		94		19 971		5 806
1916	470	19 981		52	28	19 971	12	37 449
1917	420	19 119	73	53	2	64 125	188	45 181
1918	6 191	25 891	2 878	164	4	98 873	149	20 699
1919	4 023	30 904	2 794	119		71 376	22	11 560
1920	3 223	26 034	1 137	76		82 518	40	15 651
1921	2 911	34 110	559	46	4	60 513	14	1 257
1922	2 054	41 574	700	42	4	110 456		8 142
1923	5 489	50 694	2 246	45	1	155 720		18 481
1924	8 023	52 448	1 800	37	4	165 063		24 659
1925	5 839	76 495	3 333	39	2	171 767		45 770
1926	4 370	48 848	3 299	45	2	210 773		105 474
1927	5 837	40 857	1 000	81	2	243 607		137 964

ARO	GRAFITO	HIERRO	MAGNESIO	MERCURIO	MOLIBDENO	PLOMO	TUNGSTENO	CINC
1928	4 972	47 661	661	87	2	234 727		162 023
1929	7 030	76 493	650	83	2	247 415	10	173 978
1930	5 853	61 787	732	166	2	232 931	26	124 084
1931	3 122	39 094	338	251	6	226 780		120 289
1932	2 045	16 265	306	253	5	137 325		57 256
1933	2 685	49 932	573	154	66	118 693		89 339
1934	3 888	67 717	850	158	778	166 333	74	125 186
1935	6 976	67 224	1 363	216	1 144	184 193	50	135 921
1936	10 254	78 876	337	183	890	215 724	52	150 251
1937	11 210	89 717	480	170	1 049	218 133	31	154 625
1938	9 611	99 352	816	294	806	282 369	70	172 218
1939	9 815	141 335	547	254	872	219 506	109	134 166
1940	12 327	70 163	807	402	516	196 253	103	114 955
1941	16 928	71 613	979	797	870	155 259	91	154 841
1942	20 816	102 526	11 481	1 118	1 426	198 023	92	189 278
1943	20 677	137 936	22 946	976	1 897	218 126	245	197 199
1944	12 977	186 961	29 070	795	1 195	185 282	160	218 965
1945	23 634	175 165	18 542	567	781	205 315	64	209 940

AÑO	GRAFITO	HIERRO	MAGNESIO	MERCURIO	MOLIBDENO	PLOMO	TUNGSTENO	CINC
1946	21 949	170 776	11 342	402	1 364	140 143	45	139 535
1947	27 984	226 064	14 182	334	227	223 135	46	195 814
1948	35 261	226 533	24 014	165		193 317	80	179 029
1949	23 813	246 573	23 772	181		220 764	39	178 402
1950	24 626	285 738	14 460	130		238 078	40	223 520
1951	33 286	312 580	28 524	278		225 468	195	180 064
1952	24 153	340 157	45 052	301		246 028	267	227 375
1953	30 331	331 175	75 738	401		221 549	409	226 539
1954	21 784	313 556	83 185	509	119	216 624	327	223 749
1955	29 341	429 246	35 807	1 030	41	210 815	341	269 399
1956	29 624	488 633	61 928	673	24	119 610	342	248 887
1957	23 530	568 599	79 668	726	22	214 876	160	243 027
1958	19 563	581 485	78 650	778	43	201 923	4	224 105
1959	27 837	535 520	76 935	566	44	190 680	75	263 935
1960	34 316	521 356	71 856	693	100	190 670	110	262 425
1961	18 004	687 000	68 704	624	3	181 326	105	268 973
1962	29 023	1 353 622	68 869	650	97	193 298	48	250 683
1963	29 996	1 396 882	54 341	562	69	189 987	20	239 818
1964	30 337	1 392 467	64 089	433	89	174 824	5	235 603
1965	40,414	1 592 736	58 810	662	91	170 092	110	224 876

AÑO	GRAFITO	HIERRO	MAGNESIO	MERCURIO	MOLIBDENO	PLOMO	TUNGSTENO	CINC
1966	38 752	1 480 509	31 099	761	150	182 071	86	219 180
1967	40 690	1 617 096	30 799	497	64	163 907	188	241 215
1968	52 694	1 921 299	26 706	593	80	174 169	266	240 021
1969	52 920	2 096 970	60 136	776	202	170 894	289	253 375
1970	55 648	2 612 376	98 609	1 043	141	176 597	288	266 400
1971	50 916	2 818 678	96 981	1 220	79	156 852	408	264 972
1972	55 110	3 053 360	106 424	776	78	161 358	362	271 844
1973	65 392	3 113 425	131 049	700	41	179 296	348	271 373
1974	62 551	3 338 294	145 128	894	43	218 021	309	262 716
1975	60 814	3 369 258	154 245	490	17	178 615	277	228 851
1976	60 337	3 664 317	163 156	518	16	200 027	235	259 183
1977		3 587 214	175 184	333	1	163 479	191	265 469
1978		3 556 109	188 340	76	11	170 533	234	244 892
1979		4 040 989	177 359	23	48	173 455	252	245 477
1980		5 087 361	160 966	145	74	147 197	266	235 823
1981		5 748 700	208 193	240	451	148 916	199	206 569
1982		5 382 239	183 120	295	5 190	145 844	99	231 910
1983		5 306 343	133 004	221	5 866	167 405	90	257 444

DEFINICIONES DEL PROCESO DE METALURGIA:

(CUADRO VII)

- 1.- PROCESO DE CIANURACION: Un procedimiento para la extracción de oro y plata de minerales, concentrados o residuos finamente molidos, -- mediante el uso de soluciones débiles de cianuro de sodio o potasio. La plata y el oro así disueltos se depositan sobre tiras o polvo de cinc metálico, para después lavarse y fundirse para producir barras doré.
- 2.- PROCESO DE AMALGAMACION: Procedimiento, por el cual se recupera el oro y la plata contenida en un mineral molido, mediante una aleación con mercurio, separándola después por sublimación.
- 3.- PROCESO PARKES: Procedimiento para refinar plomo, agregando zinc al plomo argentífero derretido. El cinc y la plata flotan en la superficie como nata, que es cuchareada y después destilada para separar el cinc.
- 4.- SISTEMA DE PATIO: Consiste en la recuperación del oro y plata, mediante el procedimiento de moler el mineral en "tahonas" para después extenderlo en forma de torta circular, en un patio, en donde se le agrega sal blanca "magistral" (sulfato de cobre y hierro, cal y cenizas vegetales), Después se le añade mercurio y se repasa la torta con caballeras, para formar amalgama. A esta se le separa el mercurio pasándola a través de sacos de lona. Después, por medio de la sublimación, se separa la plata y el oro de la amalgama.

- 5.- PROCESO DE LIXIVIACION: La separación de un material soluble, de -- otros, mediante un lavado con disolvente. Se usa en ciertos procedimientos metalúrgicos, tales como el de Augustín Patera, Rusell y -- Ziervogel.
- 6.- PROCESO AUGUSTIN: El Tratamiento de minerales de plata mediante el tueste clorotizado, lixiviando con salmuera caliente y precipitando el cobre.
- 7.- PROCESO BESSEMER: El proceso para descarbonizar hierro colado derretido, mediante el procedimiento de soplarse aire dentro de una vasija, llamada convertidor, para producir acero.
- 8.- PROCESO DE CONTACTO: Un procedimiento para la manufactura de ácido sulfúrico, basada en la acción catalítica de platino finamente dividido.
- 9.- PROCESO DE ENDURECIMIENTO CASE: Un procedimiento para endurecer fierro o acero, carbonizándole, cuya profundidad depende de el largo - del tratamiento. Generalmente se hace con carbón o algún material carbonoso. Una costra delgada se puede lograr con un tratamiento - breve, usando cianuro de potasio fundido.
- 10.- PROCESO DE CEMENTACION: El proceso usado para causar por calentamiento, un cambio químico en una sustancia mientras está encarceladado en una masa de polvo de otra sustancia, tal como para hacer acerro calentado, fierro forjado en carbón para carbonizarlo, o hacer fierro maleable calentando el fierro forjado en hematita roja para

descarbonizarlo. El procedimiento de obtener un metal, precipitándose de una solución. El proceso por el cual sedimentos o arenas son consolidadas como roca dura.

- 11.- PROCESO DE FLOTACION: El proceso de flotación está basado en los principios de tensión superficial química coloidal, y otros relacionados, para separar minerales de la ganga que los contiene, flotándolos en burbujas de aire hasta derramarlos como concentrados, para su realización.
- 12.- PROCESO FRASCH: Un procedimiento para extraer azufre con agua sobrecalentada y a presión se inyecta al depósito con el fin de derretir el azufre. El azufre derretido se bombea a la superficie.
- 13.- PROCESO PAYNE: Proceso para preservar madera y a la vez hacerla incombustible, impregnándola sucesivamente con soluciones de sulfato de fierro y cloruro de calcio en el vacío.
- 14.- PROCESO PLATTNER: Proceso para extraer oro, en el cual una mena, -conteniendo oro se alimenta a un tambor rotatorio con forro interior de plomo, y se le pasa una corriente de clorina a la pulpa para producir cloruro áurico, que es soluble en agua.
- 15.- PROCESO DE TEMPLADO: Proceso para dar a los metales (especialmente al acero), el grado de dureza y elasticidad deseado, mediante el proceso de calentar y enfriar, debidamente regulado.
- 16.- ELECTROLISIS: Acto o proceso de descomposición química por el efecto de una corriente eléctrica.

B I B L I O G R A F I A

- Bargalló, M.- Tratado de Química Inorgánica
Ed. Porrúa, S.A.- Primera Ed. México, 1972
- Bías, L.- Agenda del Químico
Ed. Aguilar.- Tercera Ed. México, 1973
- Campero Celis, A.- Publicación de Química de Metales y Aleaciones
Ed. A.N.U.I.E.S., México, 1976
- Kuzmín, B.A., Samajotski, A.I.- Metalurgia, Metalografía y Materiales -
de Construcción
Ed. MIR, Moscú, 1986
- Kuzmín, B.A., Samajotski, A.I.- Metalurgia, Metodología y Materiales -
de Construcción.
Ed. MIR, Moscú, 1984
- Lincevski, B. y Sobolevski, A.- Metalurgia de Metales no Ferrosos
Ed. MIR, Moscú 1983
- Letnan, M.C.- Electrochemical Engineering
Ed. McGraw-Hill, Cuarta Edición, N.Y., 1968
- López Rosado, D.G.- Historia y Pensamiento Económico de México
Sría. de Industria y Comercio, SIC, México, 1986
- Marks & Clerck, Leads Abstracts: "Improvements in or Relating to Lead
Blast-Furnaces".- National Smelting Co. L.T.D. British Patent.
December 1971
- Perry, R.H. y Chilton, C.H.- Biblioteca del Ingeniero Químico.
Vol. I., Ed. McGraw-Hill, México 1986
- Ramírez, S.- Noticia Histórica de la Riqueza Minera en México
SHCP. Tomo III, México 1984
- Roch, A.B.- La Minería Mexicana y su Financiamiento
Ed. UNAM, Facultad de Economía, México 1978
- Salysburi Dana, E.- Tratado de Mineralogía
Ed. SECSA, 4a. Ed. México, 1980
- Sanderson, R.T.- Periodicidad Química
Ed. Aguilar, Madrid, 1963
- Solís, L.- La Realidad Económica Mexicana
Ed. Siglo XXI, 3a. Ed., México 1973

- Agenda Estadística.- INEGI-NAFINSA, México 1986
- CAMIMEX, Revista Minera.- Ed. CAMIMEX, Vol. 6, No. 2 Mayo/agosto México 1987
- Consejo Nacional de Recursos Naturales No Renovables.
"Los Recursos Minerales de México (metálicos).- Departamento de Estudios Económicos, México 1972
- Comisión de Fomento Minero. Metales Ferrosos.- Departamento de Información. México 1982
- Enciclopedia de México.- Ed. S.E.P., Tomos I, II y III. México 1987
- GEOMIMET, Revista Bimestral, Producción Minero Metalúrgica en México - durante 1988.- Sep/Oct.1989. No. 161. México 1989.
- GROLIER, Enciclopedia de Las Ciencias.- Vol. 2, Ciencia, Tierra y Energía.- Ed. Cumbre. México 1980
- Historia Natural, Vida de los animales, de las plantas y de la tierra. Tomo IV. Geología, Ed. Instituto Gallach, 7a. Ed. Barcelona 1978
- Información Científica y Tecnológica, La Minería en México Vol 7, No. 102. México, marzo 1985
- Kirk Othmer, "Enciclopedia de la Tecnología Química Primera Ed. en español, Vol. 12, Ed. UTHERA
- Los Recursos Minerales de México, No Metálicos.- Consejo de Recursos Naturales No Renovables. México 1983
- Los Recursos Minerales de México. Metálicos.
Consejo de Recursos Naturales No Renovables.- México 1983
- Minas Mexicanas.- Ed. American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers Aime, Secc. México, Tomo I. México 1986
- Nueva Enciclopedia Temática: El Mundo del Estudiante.
Ed. Cumbre, S.A., Tomo 5. México 1980
- Revista de La Cámara Minera de México.- Vol. 1, No.14, mayo-agosto 1986 México 1986
- Secretaría de Industria y Comercio. "Anuario Estadístico de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos".- Dirección General de Estadística. Vol. 1973-1986. México 1986
- Sumario Estadístico de la Minería en México 1983-1987.- Consejo Nacional de Recursos Minerales. México 1988