

20  
29

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

E. N. E. P. A C A T L A N



FALLA DE ORIGEN

## SITUACION ACTUAL DEL MERCADO DEL TUNGSTENO Y PERSPECTIVAS 1980 - 1991.

FALLA DE ORIGEN

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
Licenciado en Economía  
P R E S E N T A  
ARTURO RODRIGUEZ VEGA  
ACATLAN, EDO. DE MEXICO 1989.



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.

## INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	9
HIPOTESIS	10
MARCO TEORICO	11
CAPITULO I. GENERALIDADES.	20
1. Características Físicas y Químicas	21
2. Usos y Aplicaciones en general.	24
3. Usos y Aplicaciones nacionales.	26
CAPITULO II. EL MERCADO INTERNACIONAL.	30
1. Reservas	31
2. Producción	35
3. Consumo	54
4. Precios Internacionales	68
CAPITULO III. EL MERCADO NACIONAL	74
1. Producción	75
2. Consumo	85
CAPITULO IV. MERCADO Y PERSPECTIVAS DEL TUNGSTENO	90
1. Tendencia mundial de usos y aplicaciones	91
2. Oferta	99
3. Demanda	94
4. Tendencia nacional de usos y aplicaciones	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
ANEXO. Breve descripción de problemas de orden técnico - económico en la producción del tungsteno.	120
BIBLIOGRAFIA	127

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS.	PAG.
CUADRO NUM. 1. Reservas mundiales de tungsteno 1985.	33
CUADRO NUM. 2. Producción mundial de minerales y concentrados de tungsteno 1940-1985.	36
CUADRO NUM. 3. Producción mundial de tungsteno por principales países 1978-1985.	41
CUADRO NUM. 4. Consumo mundial de tungsteno en concentrados - por países 1978-1985.	55
CUADRO NUM. 5. Principales empresas de la industria de tungsteno.	66
CUADRO NUM. 5A. Balance oferta-demanda 1978-1990.	73
CUADRO NUM. 6. Producción nacional del tungsteno 1934-1987.	80
CUADRO NUM. 7. Productores y volúmenes de la producción de -- tungsteno.	82
CUADRO NUM. 8. Importaciones de tungsteno por presentación y origen 1980-1985.	87
CUADRO NUM. 9. Exportaciones de tungsteno por presentación y destino 1980-1985.	89
CUADRO NUM. 10. Principales proyectos de extracción de tungsteno.	95
CUADRO NUM. 11. Estimación del consumo mundial del tungsteno por países en 1985 y proyección 1986-1990.	98
CUADRO NUM. 12. Consumo mundial del tungsteno.	99
CUADRO NUM. 13. Porcentaje correspondiente a los distintos -- continentes en el consumo mundial del tungsteno.	100
 FIGURAS.	
FIGURA NUM. 1. Principales usos y aplicaciones del tungsteno.	27
FIGURA NUM. 2. Producción histórica mundial de minerales y - concentrados de tungsteno 1940-1985.	37
FIGURA NUM. 3. Precios del tungsteno en mineral 1970-1987.	70
FIGURA NUM. 4. Importaciones de tungsteno 1970-1990.	107

## "INTRODUCCION"

El tungsteno es un metal que en la naturaleza no se presenta en forma nativa pero se encuentra asociado, principalmente, a minerales que pueden diferenciarse en dos categorías: los tungstenatos de calcio y los tungstenatos de hierro manganeso.

Una característica física importante del tungsteno es la de tener la capacidad de endurecer los metales con los que forma aleaciones, haciéndolos más resistentes e indispensables para la producción de maquinaria y equipo en general; asimismo, en la fabricación de herramientas de corte de muy alta precisión.

La producción del tungsteno, al igual que la de otros metales que tienen un fuerte vínculo con las actividades manufactureras, cobra relevancia con el desarrollo y evolución de estas industrias. Así, se puede observar, que tanto los volúmenes producidos y consumidos de tungsteno han crecido conforme lo han hecho las actividades industriales de los países. Ello se analiza en base a la Intensidad de Consumo que tienen los principales países industrializados <sup>1/</sup>, la cual se obtuvo con la siguiente operación:  $IC = A/B$

<sup>1/</sup> Mineral Yearbook, United States, Department of the interior, varios años.  
World Economic Outlook, International Monetary Fund, Washington, D.C. October, 1986.

en donde:

A = Consumo de Tungsteno en concentrados (variación %).

B = PNB por principales países industrializados (variación %).

IC= Intensidad de Consumo.

Contemplando el periodo 1978-1985 tenemos para Alemania Federal que su Intensidad de Consumo (IC) aumentó de 5.3 a -- 19.7, para Estados Unidos de 5.9 a 7.5, para Italia de 3.9 a 12.3. En otros países como Japón, Francia, Reino Unido y Canadá registró una tendencia constante sin disminuir su IC.

Al examinar la producción histórica mundial del tungsteno en un periodo de aproximadamente cuatro décadas se puede observar que los volúmenes producidos han pasado de 19,773 a --- 42,728 toneladas métricas. Ello indica que la demanda del producto ha ido en aumento; sin embargo, es importante señalar que la producción mundial de tungsteno registra un comportamiento cíclico irregular y fuertemente determinado por la existencia de conflictos bélicos internacionales y en menor proporción por las diferentes políticas de conservación de inventarios derivado del carácter estratégico que guarda el metal; la estacionalidad en la explotación de las minas expuestas a fenómenos naturales previsible e imprevisible.

No obstante, es la presencia de conflictos internacionales, lo que más influye en la producción y consumo del metal, ya que por sus características físicas encuentra un uso intenso en la fabricación de armamento y equipo bélico, de aquí que exista una relación estrecha entre la producción del tungsteno y las acciones beligerantes en el mundo. En 1940 la producción mundial era de 19,773 toneladas de contenido metálico. Durante el periodo de 1941-44 se generó una demanda extraordinaria derivada por la Segunda Guerra Mundial, lo cual elevó la producción a un promedio anual de 23,820 toneladas y, posteriormente, en los años de 1945 a 1950 la producción mundial del tungsteno recobró niveles más o menos normales, volviéndose a elevar en el periodo de 1951 a 1956 donde se registran promedios aproximadamente de 32,967 toneladas anuales. La producción en este periodo se ve estimulada por dos factores: la Guerra de Corea y el establecimiento del programa para la acumulación de reservas estratégicas de los Estados Unidos. De 1957 a 1967 los niveles de producción casi permanecieron constantes estabilizándose a partir de 1963, debido a que en este periodo se encontraron nuevos yacimientos, motivando la integración al mercado de nuevos productores, lográndose obtener un promedio anual de 29,559 toneladas, volumen superior al prevaleciente en

el periodo de la Segunda Guerra Mundial e inferior al de -- 1951-1956, debido a que la IC es más elevada en conflictos bélicos.

De 1968 a 1972 la producción mundial de tungsteno inicia -- nuevamente un periodo ascendente con un promedio anual de - 33,833 toneladas que culminará hasta 1980. Este comporta-- miento en su primera fase obedece al estímulo que propocio-- nó el conflicto de Vietnam, y en una segunda etapa el fuerte incremento en su consumo resultante de las políticas de ar-- mamentismo sobre todo de las principales potencias mundia-- les.

Después de este periodo de varios años de situación favora-- ble en el mercado, a partir de 1981 la producción de tungs-- teno disminuyó, agravándose para 1982 en correspondencia a la debilidad generalizada de la actividad industrial por la depresión económica internacional, que a su vez provocó una fuerte baja en los precios del metal, esta situación se pro-- longa hasta 1986.

No obstante lo anterior, es importante considerar que los - nuevos procesos productivos desarrollados en los últimos a-- ños, así como las tecnologías implementadas, exigen una nue

va fuente de insumos que en otras épocas históricas no parecían tan importantes.

Las nuevas investigaciones realizadas en los distintos países han abierto nuevas esferas en la aplicación del tungsteno, así las nuevas innovaciones han llamado la atención de su uso en la fabricación de catalizadores empleados en las industrias del petróleo, en instrumentos de alta conductividad sometidos a temperaturas elevadas. Por otra parte se prevén mayores aplicaciones en áreas relativamente nuevas como: lubricantes sólidos, lámparas fluorescentes y rayos laser.

Asimismo, los experimentos realizados con el metal van encaminados a resolver el problema de la satisfacción de necesidades de materiales que presenten características como dureza, solidez, resistencia a altas temperaturas, a la oxidación y a la corrosión. Estos experimentos se han llevado con metales como cobalto y molibdeno asociados con tungsteno.

La Atomic Energy Commission (AEC), realiza investigaciones con tungsteno como material estructural en la construcción de neutrones sobre las aleaciones de este metal. El prin-

principal objetivo de la (AEC) en el programa de investigación de este metal es evaluar la eficiencia de los reactores -- provistos con centro de tungsteno.

La fuerza aérea norteamericana desarrolla en sus laboratorios investigaciones sobre lubricantes sólidos conteniendo sulfuros de tungsteno y selénide, estas investigaciones al arrojar resultados positivos, se materializarán en un crecimiento de la demanda internacional del tungsteno.<sup>2/</sup>

Cabe destacar que una proporción importante de las inversiones de los países industrializados se están canalizando hacia proyectos de minerales que como el tungsteno les permitan garantizar su suministro.<sup>3/</sup>

En este sentido parece configurarse una nueva división internacional del trabajo en el sector minero, correspondiendo al aprovechamiento de los minerales de gran futuro como es el caso del tungsteno a los países industrializados. -

<sup>2/</sup> Mineral Commodity Profiles MCP-21, United States, Department of the Interior, September, 1978.

<sup>3/</sup> Arreola Barronechea, "El Papel de las Instituciones Económicas Internacionales: Dialogo Norte-Sur, La Estrategia de Los Países Industrializados", Cuadernos sobre prospectiva energética, Colegio de México, Junio 1980.

Sin embargo, una parte importante de los yacimientos de estos minerales estratégicos se localizan en los países periféricos que serán los que exploten este tipo de minerales.

De esta manera México debe integrarse al contexto mundial - mediante un intercambio comercial en el que se le brinde a México por parte de los países industrializados tecnología para transformar el mineral en bruto en productos manufacturados, mismos que podrían ser consumidos por estos países.

El comportamiento histórico de la producción del tungsteno en nuestro país ha dependido de las fluctuaciones en los -- mercados internacionales, situación que se presenta con mayor fuerza en los primeros 60 años del presente siglo, cuando la producción mexicana de concentrados de tungsteno se -- destinaba predominantemente a los mercados exteriores; en -- las dos últimas décadas, el desarrollo industrial del país ha propiciado la creación de una demanda interna con crecimiento.

Asimismo, por la importancia que el mineral de tungsteno -- tiene en la industria nacional, se pretende que el incremento de la producción de este mineral al interior del país con -- tribuya a sustituir algunas importaciones, con sus conse-- cuentes efectos que ello tendría en la economía nacional --

como es: Generación de Divisas, Fuentes de Empleo, Desarrollo de Infraestructura, etc.

## OBJETIVOS

1. Identificar el mercado potencial tanto nacional como internacional del tungsteno, con el fin de explotar en forma racional este mineral en el país.
2. Identificar la importancia que actualmente tiene la aplicación de tungsteno en las industrias estratégicas de los países desarrollados.
3. Precisar la demanda potencial del tungsteno y su tendencia en los próximos años con el fin de analizar la contribución de México como oferente a mediano plazo.
4. Determinar en que medida es factible la producción de tungsteno en México para su exportación y/o sustitución de importaciones.

H I P O T E S I S

1. Las nuevas investigaciones realizadas por los países industrializados, así como la aplicación de innovaciones tecnológicas, han abierto nuevas esferas para el uso del tungsteno; todo ello indica que en el futuro se prevé una tendencia creciente del consumo de este mineral.

2. La creciente demanda de tungsteno de los países industrializados será satisfecha en parte por los países en vías de desarrollo, mediante el mineral en bruto, por lo que estos últimos y en especial México, deben canalizar inversiones a esta actividad que propicie su explotación integral - con procesos metalúrgicos convenientes, lo que permitirá que México participe de manera competitiva en el mercado internacional de este producto.

3. La producción de tungsteno en México ha dependido fundamentalmente de las condiciones del mercado internacional, - caracterizada su demanda por las actividades beligerantes - de los países industrializados. Actualmente se espera que el consumo mundial crezca en los próximos años por la diversificación de sus aplicaciones en nuevas actividades industriales como: la electrónica, la robótica militar, nuclear y espacial, materializándose en un crecimiento de la demanda mundial de tungsteno.

### MARCO TEORICO

De acuerdo con los postulados teóricos de la CEPAL el desarrollo económico se expresa en el aumento del bienestar material, normalmente reflejado en el alza del ingreso real por habitante, y condicionado por el incremento de la productividad media del trabajo. Este incremento está en función de la adopción de métodos de producción en los que aumenta la dotación de capital por hombre ocupado, impulsado por el progreso técnico.

Ello es en parte lo que se pretende realizar en la actividad minera y en especial en el caso del tungsteno. Esto es, rebasar el atraso económico por medio de el incremento en la productividad y optimización del metal. Y por otro lado, adquirir tecnología que contribuya a mejorar los procesos productivos y de transformación del mineral en productos manufacturados.

El primer problema que se presenta es que México por ser un país subdesarrollado se encuentra actualmente como exportador de insumos ó materias primas; el segundo obstáculo es que no se tienen la maquinaria y equipo especializado para poder procesar el tungsteno en productos más elaborados. De tal forma que el presente trabajo se basará en la Teoría del Desarrollo de la Cepal con el objeto de intentar coadyu

var en mejorar y planear de manera más eficiente el sector minero, específicamente la rama de la industrialización -- del tungsteno y que, a continuación se plasman en forma -- condensada los puntos más importantes y medulares de dicha teoría.

Esta corriente no procura captar el desarrollo como proceso de acumulación y avance técnico en general, sino las ca racterísticas que asume dicho proceso al propagarse las -- técnicas capitalistas de producción en el ámbito de un sis tema económico mundial compuesto por centro y periferia, - en donde el centro son economías industrializadas en base a técnicas capitalistas en constante innovación tecnológica. Se caracteriza por ser economía de transformación hacia las materias primas (importadas una parte de los paí-- ses periféricos) transfiriéndoles un mayor valor agregado al final del proceso productivo (manufacturas, bienes de - capital, etc.), para posteriormente exportarlos a un mayor precio al mercado exterior. 1/

En el caso de la economía de la periferia también llama-- da economía subdesarrollada se caracteriza por ser exporta

1/ Rodríguez Octavio, La Teoría del Subdesarrollo de la Cepal, Ed. S glo XXI, 4a Edición 1984.

dora de materias primas -principalmente al centro- por las técnicas productivas siempre rezagadas, por su mano de obra barata y abundante, por mantener un crecimiento económico limitado y un desarrollo hacia afuera.

La desigualdad abismal que se da entre uno y otro es por razones históricas enmarcadas específicamente a partir de la revolución industrial surgida en Inglaterra.

La periferia mantiene una estructura especializada y dual por canalizar los recursos productivos a sucesivas ampliaciones del sector primario -exportador y por coexistir tecnologías comparativas; asimismo el sector exportador conserva formas arcaicas de producción y atraso tecnológico.

Los países clasificados en el centro poseen una estructura económica diversificada e intensiva.

Se concibe que el desarrollo del sistema económico mundial es bipolar de naturaleza por la brecha que media entre el centro y la periferia, esto es, entre el carácter desarrollado del primero y subdesarrollado del segundo.

Existe además una doble disparidad dinámica entre producti

vidad del trabajo e ingresos medios debido a que constituye la expresión más directa y visible del carácter desigual del desarrollo, pues pone de manifiesto el distanciamiento entre centro y periferia en cuanto al grado de riqueza material.

En relación a los precios de los bienes primarios de exportación de la periferia son bajos en comparación a los bienes industriales de exportación de los centros además que tienden a disminuir los primeros en el largo plazo.

Como paradigma, tenemos que en la producción de dos bienes cualesquiera uno industrial y otro primario la productividad física media del trabajo permanece constante y que, los ingresos monetarios pagados a factores en su producción varían en proporción a los precios monetarios respectivos. Por lo que, una reducción en el precio relativo (de la razón de cambio) del bien primario implica necesariamente una contracción en el ingreso real por unidad de trabajo generado en la producción primaria, medido en términos de bienes industriales.<sup>2/</sup>

La CEPAL contempla un punto importante dentro de la econo

<sup>2/</sup> Rodríguez Octavio, Op. Cit.

mfa de la periferia en la llamada "fase de desarrollo hacia adentro". Lo que significa la ampliación de la producción industrial en base al concepto de industrialización espontánea o no deliberada, es decir, la posibilidad de que la adopción de medidas de política restrictiva de las importaciones contribuya a impulsar la producción -- sustitutiva interna.

Surge en primer lugar por acontecimiento de tipo coyuntal; entre los que se citan las dos guerras mundiales y la profunda crisis económica en los años intermedios. En las guerras contribuyen para el caso de la periferia en acentar una dinamización de la demanda de exportaciones impulsando, por ende, la producción industrial latinoamericana.

El desarrollo en esencia es avance técnico y esto se manifiesta en el incremento de la productividad por hombre ocupado. Para la consecución de niveles más altos de productividad e ingreso la transformación de la estructura sectorial de la producción y del empleo no puede ser arbitraria. A medida que crecen productividad e ingreso, aumenta y se diversifica la demanda, variando al mismo tiempo su composición; se incrementa con mayor intensi--

dad la demanda de bienes industriales y la de servicios que la de bienes primarios.

La mayor productividad permite al mismo tiempo satisfacer tales demandas incrementadas mediante un cambio en la composición sectorial de la producción, que implica a su vez un cambio en la composición sectorial del empleo. Ambas, producción y ocupación, crecen a mayor ritmo en los sectores secundario y terciario que en el sector primario. El avance técnico en el último sector permite, a la vez que estimula, el mayor crecimiento de la ocupación en aquellos otros sectores más dinámicos.

Así, logrando cierto nivel de desarrollo en la economía mundial en condiciones de relativa inmovilidad internacional de la fuerza de trabajo, la industrialización -- constituye el camino obligado del desarrollo periférico. En otras palabras, se quiere significar que cuando el sistema económico mundial alcanza cierto grado de maduración, las fuerzas de dicho sistema impulsan espontáneamente la expansión de la industria periférica. La industrialización pasa a ser la forma principal y obligada de crecer de las economías que constituyen la periferia de dicho sistema. Dentro de esta economía perifé

rica se dan tres problemas en particular como consecuencia del desarrollo y crecimiento de la economía del centro, estas son:

1. Debido a la industrialización sustitutiva, la tendencia al déficit en la balanza de pagos es continuo.
2. En el ámbito del empleo, ya que, la periferia comienza el proceso de industrialización en condiciones de sobre abundancia de mano de obra (especialización y dualismo estructural) utilizando técnicas capital-intensivas generadas en la lenta y gradual evolución económica de los centros e inadecuadas -- a la dotación de los recursos periféricos. Así, la demanda de oferta de trabajo tiende a correr tras la oferta generada por el propio proceso, en tanto este desplazamiento de mano de obra de los sectores productivos técnicamente rezagados, artesanales o agrícolas. Se entiende pues, que durante el proceso de industrialización periférica tiende a subsistir la desocupación a no ser que para contrarrestarla, se siga una política deliberada de desarrollo económico.
3. La disparidad entre el grado de desarrollo de la --

tecnología y el nivel de ingreso y la capacidad de ahorro, se traducen en problemas de utilización y -- acumulación de capital. De un lado, las técnicas se convierten en unidades productivas de gran escala, en tanto los niveles relativos de ingreso y de demanda redundan en insuficiencia de mercado, con la consecuente subutilización de capital.

Como puede apreciarse, el fenómeno que se ha dado en llamar "inadecuación de la tecnología" da cuenta de algunas de -- las dificultades que enfrenta el proceso de industrialización de la periferia. Esto es, a menor productividad, nivel de ingreso y ahorro, la adopción de técnicas generadas en el centro implica un ritmo de acumulación que tiende a perpetuar el rezago inicial a lo largo del tiempo.

En sí, la industrialización constituye un fenómeno necesario, la forma principal del crecimiento periférico en cierta fase del desarrollo de la economía mundial. Pero simultáneamente desde una perspectiva dinámica conlleva a la supervivencia de la condición periférica, creándose una de igualdad entre los niveles de productividad e ingreso y -- un rezago estructural respecto al centro.

Según sostiene la CEPAL, el libre juego de las fuerzas del mercado conduce a la reaparición pertinaz de los problemas de balanza de pagos, de acumulación y de subutilización de capital y de fuerza de trabajo, pues dichos problemas son inherentes al proceso espontáneo de industrialización, derivan de las condiciones propias de la estructura económica periférica y del marco de sus relaciones con el centro.

## I. GENERALIDADES.

## 1. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

Al tungsteno también se le conoce con el nombre de volframio, se representa por el símbolo W y tiene un peso atómico de 183.92. El número atómico es 74 y pertenece al grupo de elementos de transición, es decir, aquellos que de acuerdo a su estructura molecular pueden ceder o aceptar electrones. El tungsteno se encuentra situado en el grupo VI de la tabla periódica, debajo del molibdeno y horizontalmente, entre el Tantalio y el Renio, su apariencia presenta un color gris de plata o blanco de estaño.

El tungsteno tiene dos propiedades físicas que le dan importancia industrial, la primera es su baja presión de vapor a altas temperaturas, lo cual permite aprovechar su alto punto de fusión (3,400°C), la segunda es su capacidad de endurecer los metales con los que forma aleaciones, tal es el caso de los aceros con tungsteno, principal componente en la producción de herramientas mecanizadas. El tungsteno en forma metálica es utilizado en la fabricación de carburos cementados, los que revisten gran dureza cercana a la del diamante, esto lo hace indispensable para la fabricación de herramientas de corte de muy alta precisión.

Otra de las características que presenta el tungsteno es la de ser un metal relativamente duro. Las barras de tungsteno

sinterizadas (conglomeradas) tienen una dureza de 4 a 1/2 -- mohs.<sup>4/</sup> Comparado con otros metales como el oro y la plata su dureza es de 2 1/2 a 3 mohs; el fierro con 4 1/2 y el -- diamante con 10 mohs.

La elongación ó aumento en la longitud del mineral a la -- tracción del tungsteno trabajado en frío varía de 0 a 4%, cuando se usa como filamento esta característica aumenta lgeramente al subir la temperatura hasta más o menos 1,203°C.

Todo este conjunto de propiedades físicas hacen del tungsteno un elemento que encuentra una utilización bastante extensa en los campos de la industria de bienes de capital, eléctrica, química y de los transportes.

Las propiedades químicas del tungsteno son numerosas, entre las más importantes destaca el hecho que el tungsteno no se oxida por el aire a temperaturas ordinarias si el metal no está en forma de polvo, la oxidación de este elemento es -- apreciable alrededor de los 400°C. Además el tungsteno es resistente al agua y a las temperaturas ordinarias pero se

<sup>4/</sup> De Dana, Revarté, Mineralogía. Editorial España.

Es la resistencia que ofrece la superficie lisa de un mineral al ser rayado. Esta escala considera 10 minerales que van desde el talco -- (más blando) hasta el diamante. Se considera una escala de 10, es -- decir, cuanto mayor sea el número mayor es la dureza.

Óxida rápidamente al calor rojo. Es vulnerable al ataque - del nitrato sódico fundido.

El cloro seco, en ausencia de aire ataca al tungsteno a 250-300°C aproximadamente y forma hexacloruro, en presencia del aire o humedad se forman oxicloruros. El flúor reacciona -- con tungsteno a las temperaturas ordinarias. El bromo forma pentabromuro al calor rojo en ausencia de humedad.

El azufre y el fósforo fundidos atacan al tungsteno lentamente, pero los vapores de estos elementos reaccionan con él -- enérgicamente. El carbono, el boro y el silicio forman compuestos con el tungsteno a altas temperaturas. El nitrógeno no ataca al tungsteno hasta 1,500°C. El tungsteno metálico no es atacado por el hidrógeno.

En general, el uso de los compuestos del tungsteno tienen pocas aplicaciones de importancia, salvo el carburo de tungsteno que al cementarse adquiere una dureza cercana a la del -- diamante, ésta lo hace apropiado para la fabricación de piezas resistentes al desgaste, en la elaboración de material -- para puntas de inserción en las perforadoras de rocas para la minería y extracción de petróleo, asimismo se utiliza en herramientas para cortar hierro y acero, y en piezas de má--

quinas en que es importante la resistencia al desgaste.

## 2. USOS Y APLICACIONES EN GENERAL

El tungsteno es un elemento de gran importancia, ya que su participación en la industria es considerable debido a sus propiedades tanto físicas como químicas, es utilizado en sectores industriales muy diversos como son: siderurgia, transportes, bienes de capital, minería, química, eléctrica y en fabricación de armamento:

Las propiedades del tungsteno para mejorar una o más de las cualidades de los metales y aleaciones con los que se añade, lo hace indispensable en productos expuestos tanto a altos niveles de corrosión y resistencia como a altas temperaturas y grandes condiciones de desgaste. Uno de los usos de gran importancia económica del tungsteno es la manufactura de aleaciones férreas y carburo de tungsteno que son productos intermedios utilizados en forma extensiva por el sector industrial.

En la industria manufacturera, el tungsteno en su forma pura se usa en la fabricación de filamentos para lámparas incan--

descentes<sup>5/</sup>, para varillas, contactos y otros usos eléctricos; también se utiliza como filamento de conducción interna en tubos eléctricos.

A causa de su gran elasticidad es apropiado para la suspensión de espejos en los galvanómetros y para retículos de los telescopios.

La aleación del tungsteno con metales ferrosos cubren una gran diversidad de campos industriales, pues al combinar acero-tungsteno resulta un material que es inoxidable y resistente a altas temperaturas y al desgaste, esto lo hace apropiado para la fabricación de electroimanes, válvulas de escape de motores de aviación, pernos y piezas de turbinas y tuberías de destilación en refinerías de petróleo.

Las aleaciones con metales no ferrosos también son significativas, ya que permiten obtener materiales que son resistentes a la corrosión y al desgaste utilizados principalmente en el manejo de ácidos y otros productos químicos altamente corrosivos. La dureza del tungsteno lo hace apropiado para emplearse en la fabricación de equipos para excavaciones, --

<sup>5/</sup> El uso del tungsteno como filamento para lámparas eléctricas data de 1906 y 1911 cuando la General Electric Co. desarrolló el proceso.

matrices, punzones y cizallas para metales calientes

### 3.: USOS Y APLICACIONES NACIONALES

Asimismo, se usan aleaciones de cobre-tungsteno y plata-tungsteno como materiales para interruptores, cortocircuitos y otros sistemas de interrupción. Existe una aleación de tungsteno-níquel-cobre la cual es conocida como metal pesado y por su gran densidad se utiliza para envases de radio y rotores - de giroscopios.

En forma de compuesto el tungsteno no encuentra una aplicación muy frecuente, pero algunos usos comerciales relevantes son en forma de óxidos de tungsteno y el volframio de sodio, ambos compuestos tienen una importancia en la metalurgia de tungsteno; el volfrato de calcio y el bario se utilizan en la fotografía con rayos X para hacer pantallas fosforescentes y de intensificación. Otros compuestos como el ácido fosfotungsténico es empleado en la preparación de pigmentos para tintas de imprenta y también como reactivo analítico. La diversidad de usos y el conjunto de aleaciones a los que es susceptible combinarse el tungsteno, se encuentran en la Figura No. 1.



La utilización del tungsteno en México es limitada, debido principalmente a que el escaso desarrollo de nuestra industria no permite una aplicación intensa de este producto ni de los artículos que lo contienen. Sin embargo, los usos y aplicaciones de este metal han ido cobrando importancia para telamente al crecimiento de las industrias que lo consumen, ya sea, como insumo o producto final.

En nuestro país la manufactura de aleaciones es poco significativa, dado lo reducido del mercado interno, su exportación no es posible debido a que los productos carecen de las disposiciones requeridas, las aleaciones producidas son fundamentalmente tungstanato de sodio, ferrotungsteno y en menor medida carburos de tungsteno.

En la fabricación de aceros especiales, los cuales son usados en la elaboración de herramientas de mano, cajas de transmisiones en la industria automotriz y piezas para la fundición de metales, el crecimiento de la demanda de este producto ha respondido directamente al ritmo de crecimiento de estas industrias.

En productos terminados, el tungsteno encuentra una mayor utilización pues es aplicado en la producción de herramientas de

corte, cuchillos, toberas, pastillas para equipo de perforación, dados para el estiraje de alambre, interruptores de corriente eléctrica y electrodos para soldadura. Son estos los principales usos del tungsteno, que en nuestro país se importa ya manufacturado.

## II. EL MERCADO INTERNACIONAL.

## 1. RESERVAS

El tungsteno es uno de los elementos más raros en el mundo, pues su abundancia relativa en la corteza terrestre (la capa superficial de nuestro planeta con un espesor de 40 km) es de 0.00005% porcentaje que es muy inferior al de la plata (0.00014%) y al del mercurio (0.00006%), pero muy superior al del oro (0.00000002%).

El porcentaje arriba señalado, parece indicar que los recursos del tungsteno son extremadamente escasos, pero una reflexión más cuidadosa permite sacar conclusiones más optimistas, pues un kilómetro cúbico de corteza terrestre viene a presentar 2,500 millones de toneladas, de manera que teóricamente se pueden extraer de él 1,250 toneladas de tungsteno.<sup>6/</sup> Sin embargo, la problemática actual se ubica en los métodos y procesos para explotarlo, ya que la tecnología existente sólo permite recuperar determinados volúmenes con ciertos contenidos de tungsteno, de aquí que la extracción se realice en los llamados yacimientos minerales; áreas en donde uno o varios elementos se presentan en forma concentrada, lo que los hace apropiados para una explotación económicamente rentable.

<sup>6/</sup> Crisis energética y recursos naturales, Biblioteca Salvat de los ---  
Grandes Temas.

Existen más de veinte especies mineralógicas del tungsteno, pero sólo los minerales del grupo de la volframita y scheelita son importantes, pues su grado de concentración es más grande; además es posible recuperar el tungsteno contenido como subproducto en la explotación de minerales de cobre, estaño, bismuto y molibdeno.

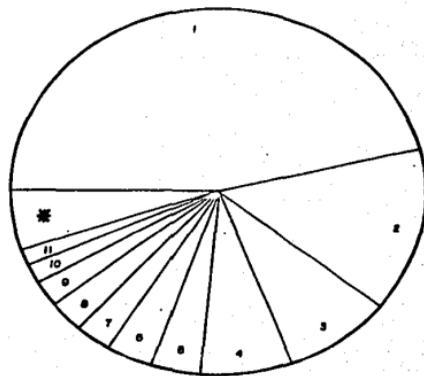
De acuerdo con la información de Mineral Commodity Summaries de enero de 1988, los principales yacimientos del tungsteno en el mundo, contienen reservas probadas del orden de 2.9 millones de toneladas métricas y se encuentran localizados en países como la República Popular China que cuenta con los mayores depósitos hasta ahora conocidos 1.3 millones de toneladas métricas, Canadá con 430.9 mil toneladas, los Estados Unidos con 249.5 mil toneladas, la Unión Soviética con 213.2 mil toneladas y Australia con 108.9 mil toneladas métricas. En conjunto estos cinco países cubren aproximadamente el 81% de las reservas totales en el mundo. (Cuadro No. 1).

Otros países con menores reservas de tungsteno son: Bolivia con 39.4 miles de toneladas métricas, República de Corea con 81.6 mil toneladas, Turquía con 77.1 mil, México con 19.9 mil y Brasil con 18.1 mil toneladas.

**RESERVAS MUNDIALES DE TUNGSTENO**  
**(TONELADAS METRICAS)**  
 (1985)

CUADRO N° 1

N°	PAIS	VOLUMEN	%
1	REPUBLICA POPULAR DE CHINA	1,380,800	49.9
2	CANADA	430,900	14.8
3	ESTADOS UNIDOS	249,800	8.6
4	UNION SOVIETICA	213,200	7.3
5	OTROS PAISES DE ECON. CENTRALIZADA	113,400	3.9
6	AUSTRALIA	108,900	3.7
7	REPUBLICA DE COREA	81,800	2.8
8	TURQUIA	77,100	2.7
9	REINO UNIDO	89,000	2.0
10	BOLIVIA	38,800	1.4
11	BURMA	31,700	1.1
12	PORTUGAL	24,800	0.8
13	OTROS PAISES DE ECON. DE MERCADO	22,700	0.8
14	MEXICO	19,900	0.7
15	AUSTRIA	18,100	0.6
16	BRASIL	18,100	0.6
17	TAILANDIA	18,100	0.6
<b>TOTAL MUNDIAL</b>		<b>2,903,000</b>	<b>100</b>



33

FUENTE: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, 1986

Mientras que en los países de economía centralizada se concentran aproximadamente el 60% de las reservas totales. Ahora bien, más de la mitad de las reservas del tungsteno se encuentran en vetas hidrotermales de volframita, seguido de depósitos de origen subvolcánico y también de depósitos de estaño-tungsteno.<sup>7/</sup>

Las reservas tienen especial importancia ya que el tungsteno actualmente tiene pocos sustitutos y generalmente el empleo de estos es costoso e incluso más difícil; tal es el caso de los carburos de titanio, tantalio, columbio que -- pueden sustituir el tungsteno en algunos procesos y aplicaciones donde la resistencia es fundamental, las herramientas fabricadas con aceros al tungsteno pueden ser reemplazadas por otras similares hechas con aceros al molibdeno.

El uso del tungsteno en la fabricación de filamentos para lámparas incandescentes no tiene ningún sustituto, aunque el consumo por este concepto es muy bajo ya que no requiere de grandes volúmenes de este metal en la elaboración de dichos materiales.

<sup>7/</sup> Torres Reyes Alejandro, Metalurgia no Ferrosa, México 1984, Edit. Limusa.

## 2. PRODUCCION

El tungsteno es un metal que en la naturaleza no se presenta en forma nativa, pero se encuentra asociado principalmente - en minerales que pueden diferenciarse en dos categorías, esto es: los tungstenatos de calcio como la sheelita ( $\text{CaWO}_4$ ) y los tungstenatos de fierro-manganeso como la volframita ( $\text{Fe, Mn} \text{ } \text{WO}_4$ ).

Otros minerales que contienen tungsteno son la Powelita, la Ferberita y la Huebnerita, pero su explotación es poco común debido a su escasez.

La producción del tungsteno al igual que la de otros metales que tienen un fuerte vínculo con las actividades manufactureras, cobra relevancia con el desarrollo y evolución de estas industrias, así se puede observar que tanto los volúmenes -- producidos y consumidos de tungsteno han crecido conforme lo han hecho las actividades industriales de los países.

Lo anterior se ve constatado al examinar la producción histórica mundial del tungsteno, que en un periodo de aproximadamente cuatro décadas los volúmenes producidos han pasado de 19,773 a 46,989 toneladas métricas de 1940 a 1985 (Cuadro y Figura No. 2), sin embargo, precisa señalar que la producción mundial del tungsteno registra un comportamiento cíclico

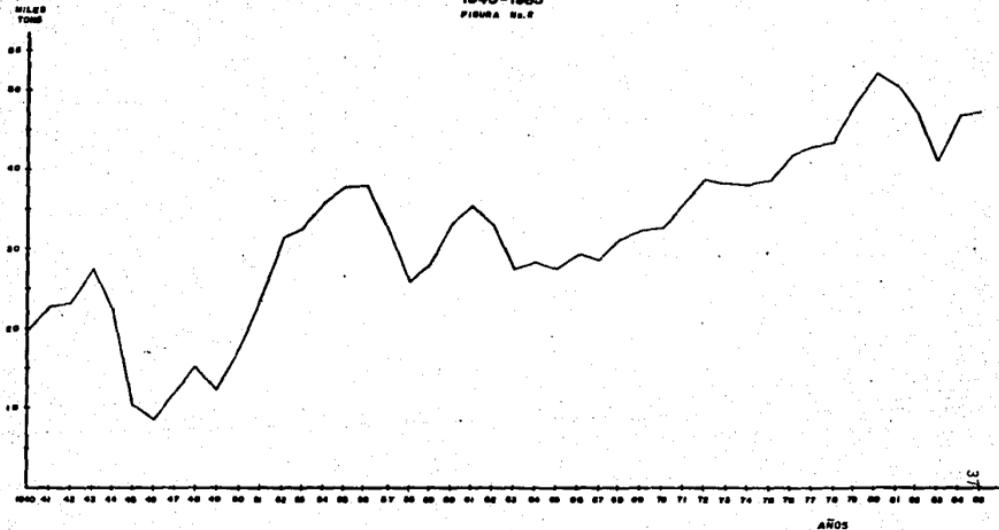
CUADRO No. 2

PRODUCCION MUNDIAL DE MINERALES Y CONCENTRADOS DE TUNGSTENO  
(CONTENIDO METALICO)

AÑO	TONELADAS	AÑO	TONELADAS
1940	19,773	1964	28,088
1941	22,766	1965	27,282
1942	22,992	1966	29,048
1943	27,255	1967	28,451
1944	22,267	1968	31,017
1945	10,340	1969	32,091
1946	8,571	1970	32,368
1947	12,063	1971	35,405
1948	15,238	1972	38,533
1949	12,289	1973	37,926
1950	17,414	1974	37,778
1951	23,627	1975	38,332
1952	31,200	1976	41,625
1953	32,335	1977	42,470
1954	35,509	1978	43,091
1955	37,549	1979	48,664
1956	37,595	1980	51,736
1957	31,064	1981	50,269
1958	25,719	1982	46,921
1959	27,754	1983	40,821
1960	32,743	1984	46,478
1961	35,096	1985	46,989
1962	32,840		
1963	27,068		

FUENTE: American Metal Market, Metal Statistics  
1960, 1970, 1981  
Minerals Yearbook, 1985.

PRODUCCION HISTORICA MUNDIAL DE MINERALES Y CONCENTRADOS DE TUNGSTENO  
 (CONTENIDO METALICO)  
 1940-1985  
 FIGURA No. 2



FUENTE: AMERICAN METAL MARKET, METAL STATISTICS, VARIOS NUMEROS  
 MINERAL YEARBOOK, 1985

que es irregular y fuertemente determinado por varios factores importantes que van desde la existencia de conflictos bélicos internacionales, las diferentes políticas de conservación de inventarios derivado de su carácter estratégico que guarda el metal, hasta la estacionalidad en la explotación de las minas expuestas a fenómenos naturales previsibles e imprevisibles.

Sin embargo, es la presencia de conflictos internacionales -- lo que más influye en la producción y consumo del metal, ya que éste por sus características físicas encuentran un uso intenso en la fabricación de armamento y equipo bélico, de -- aquí que exista una relación estrecha entre la producción -- del tungsteno y las acciones beligerantes en el mundo.

Lo anterior se ve constatado al examinar el comportamiento -- histórico en la producción del tungsteno, así durante el período de 1941-1944 la demanda extraordinaria provocada por la segunda guerra mundial elevó la producción a un promedio -- anual de 23,820 toneladas y posteriormente en los años de -- 1945 a 1950 la producción mundial del tungsteno recobra los niveles anteriores con un promedio anual de 12,653 toneladas volviéndose a elevar en el período de 1951 a 1956 donde re -- gistra promedios de aproximadamente 32,969 toneladas anuales.

en este período la producción fue estimulada por dos factores principales, uno fue la guerra de Corea y el otro el establecimiento del programa para la acumulación de reservas estratégicas de los Estados Unidos, de 1957 a 1967 los niveles de producción casi permanecieron constantes lográndose obtener un promedio anual de 29,559 toneladas. (Cuadro No. 2).

En 1968 y 1972, la producción mundial de tungsteno inicia nuevamente un período ascendente con un promedio anual de 38,833 toneladas que culminará hasta 1980. Este comportamiento como ya se ha mencionado al inicio de este trabajo, en su primera fase obedece al estímulo que proporcionó el conflicto de Vietnam, y en una segunda etapa el fuerte incremento en su consumo derivado de las políticas de armamento sobre todo de las principales potencias mundiales. (Cuadro y Figura No. 2).

Después de este período de varios años de situación favorable en el mercado, a partir de 1981, la producción del tungsteno disminuyó, agravándose para 1982 en correspondencia a la debilidad generalizada de la actividad industrial resultante de la depresión económica internacional, que a su vez provocó una fuerte baja en los precios del metal, situa

ción que se prolonga hasta 1986.

En el periodo de 1978 a 1985 los principales países productores de tungsteno, fueron: China, La Unión Soviética, Canadá, Estados Unidos y Australia, de este conjunto de países destaca China, que con volúmenes de producción superiores - a 11,000 toneladas anuales ocupa el primer lugar y contribuyó con aproximadamente el 27.1% del total mundial. Este país ha mantenido su posición de liderazgo en la producción del tungsteno, porque en él se encuentran las mayores reservas hasta ahora conocidas en el mundo. (Cuadro No. 3).

La evaluación histórica de la producción de este país ha -- presentado altibajos constantes, reflejo de las transformaciones tanto de carácter político como económico que se han sucedido, así posteriormente a la segunda guerra mundial en el periodo de 1944 a 1949 el promedio de producción anual - fue de 2,740 toneladas métricas, en la década de los cincuenta la producción asciende a 8,166 toneladas. <sup>B/</sup> En el primer periodo la caída en la producción responde a la inestabilidad de las actividades económicas, producto de la guerra civil, en tanto que en el periodo siguiente una vez es-

<sup>B/</sup> Bunting Robert M. Tunnsten, Chinese Torpedo Market, Engineering and Mining Journal, March 1987.

CUADRO No. 3.  
PRODUCCION MUNDIAL DE TUNGSTENO  
(TONELADAS METRICAS)

PAIS	MUNDIAL	CHINA	CANADA	U. R. S. S.	U. S. A.	AUSTRALIA	OTROS
1978	46,603	11,521	2,300	8,482	3,128	2,716	18,456
1979	48,664	13,109	2,673	8,709	3,013	3,207	17,953
1980	51,736	15,018	3,179	8,709	2,754	3,592	18,481
1981	50,269	13,500	1,993	8,850	3,605	3,517	18,804
1982	46,921	12,500	2,842	9,000	1,521	2,618	18,440
1983	40,821	12,500	328	9,100	980	2,015	15,898
1984	46,478	13,500	3,715	9,100	1,203	1,772	17,188
1985	46,989	15,000	3,100	9,200	996	1,912	16,781
T.M.C.	0.7	3.8	4.3	1.2	-15.1	-4.9	-1.3

FUENTE: America Metal Market, Metal Statistics, 1985

tablecida la calma, los volúmenes producidos de tungsteno - se elevan, llegando a alcanzar en la década de los sesentas un promedio anual de 9,428 toneladas, sin embargo en la segunda mitad de esta década las divergencias ideológicas entre China y la URSS se expresaron en una ruptura de relaciones entre ambos países originando que los niveles de producción de tungsteno disminuyeran, ya que durante varios años China dejó de abastecer éste metal a la URSS.

En esta época también se presencian otros fenómenos que influyeron en la baja producción del metal, como el agotamiento de algunos yacimientos que obligó explotar otros con bajos contenidos de tungsteno.

Los mismos fenómenos se presenciaron en los inicios de la década de los setentas, corrigiéndose esta tendencia en las postrimerías del decenio, cuando restablece sus ventas del metal a la URSS y diversifica sus mercados.

En 1980, China alcanza el nivel de producción más alto de las últimas décadas al llegar a 15,018 toneladas. En 1981, ante la mala situación del mercado, su producción desciende en 11.0% y en 1982 vuelve a caer en 8.0% con respecto al ---

año anterior. 9/ En 1983 se mantiene en el mismo nivel de -- 12,500 toneladas, y para 1985 una recuperación del 11.1% so bre 1984. (Cuadro No. 3).

Es importante señalar que este país debido a la posición -- que ocupa de primer productor en el mundo ha influido en el mercado internacional del metal, ya que sostiene una políti ca comercial cuidadosa que les procura precios para sus o-- fertas y establece un estricto control sobre sus excedentes.

La producción en este país se realiza a través de técnicas mecanizadas sobre todo en las minas de Kiangsi y Kwangtung, aunque en otros depósitos el tungsteno se explota con técni cas rudimentarias que hacen un uso intensivo de mano de --- obra.

El segundo productor importante de tungsteno en el mundo es la Unión Soviética, posición que ha conquistado en las dos últimas décadas, ya que antes de 1960 los volúmenes produci dos por este país no alcanzaba como promedio las 4,000 tone ladas anuales. 10/

9/ Bunting, Op. Cit.

10/ Mineral Yearbook, United States, Department of the Interior, 1960.

En la década de los sesentas y como consecuencia de la ruptura con China, país que lo abastecía de tungsteno, la Unión Soviética aceleró la búsqueda de yacimientos del metal, logrando incrementar sustancialmente sus volúmenes producidos. En esta década logró en promedio un nivel de producción superior a las 5,500 toneladas anuales.

Posteriormente en la década de los setentas, los niveles producidos se elevaron a aproximadamente a 7,700 toneladas anuales como promedio y en los años de 1979 y 1980 alcanza 8,709 toneladas. A partir de estos años la producción de tungsteno en este país parece mantener una tendencia creciente, para 1981 y 1982 los niveles son superiores a las 8,800 toneladas anuales, y para 1983-1985 alcanza una producción de 9,100 toneladas al año.

En el periodo de 1978-1985 la Unión Soviética ha logrado aportar el 19.4% de la producción mundial del tungsteno, de tal forma que conjuntamente con China cubrieron poco más de la mitad de la oferta mundial del producto.

Los depósitos de tungsteno más importantes de la Unión Soviética están localizados al Norte del Cáucaso, en la región de Tyrhy Auzsh, Vostok y Primorshy Kray, otras regiones

que actualmente se están desarrollando son Khabarosk Kray - en Kazajstán y Maykhura en Tadzhhikistan.

Dentro del área de países de economía planificada destaca también la República Popular de Corea, que obtiene volúmenes de producción de tungsteno superiores a las 2,000 toneladas como promedio anual. Este país conjuntamente con --- China y la URSS producen más del 55.0% de la oferta mundial del tungsteno.

En el grupo de países de economía de mercado, se pueden distinguir dos áreas de productores de tungsteno, es decir, -- los países en vías de desarrollo y los países industrializados, dentro de los primeros destacan Bolivia, Sudcorea y -- Tailandia.

Bolivia durante el periodo de 1944 a 1959 produjo volúmenes que fluctuaron entre los 1,500 y 1,700 toneladas de tungsteno, cifras inferiores a las registradas durante los años de la segunda guerra, cuando este país alcanzó niveles superiores a los 2,000 toneladas, posteriormente, en la década de los sesentas la producción de Bolivia decayó a niveles inferiores a las 1,500 toneladas, para después recuperarse en la década de los setentas cuando alcanza volúmenes cercanos

a las 2,600 toneladas como promedio anual. Actualmente la -  
tendencia en la producción del metal en este país es baja, -  
debido fundamentalmente a la restricción en la demanda inter-  
nacional.

En este país la mayor parte de la producción del metal, pro-  
cede de los yacimientos de estaño y tungsteno, los cuales son  
explotados por cuatro grandes minas controladas por el Esta-  
do a través de la Corporación Minera de Bolivia.

Un caso similar es el de la República de Corea que durante -  
los años posteriores a la guerra, bajó sustancialmente sus ni-  
veles de producción, recuperándose a partir de la segunda mi-  
tad de la década de los sesentas cuando eleva su promedio a-  
nual de producción a niveles superiores a las 2,000 tonela-  
das. En el año de 1981 la producción de tungsteno registró  
aumentos marginales con respecto a 1970 y en 1982 se presen-  
tó un descenso del 12% en relación al año anterior. Para --  
1985 alcanza una producción de 2,600 toneladas aproximadamen-  
te, volumen que es menor en un 55% con respecto al periodo -  
de los sesentas. <sup>11/</sup>

11/ American Metal Market, Metal Statistics 1977, The Purchasing Guide of  
the Metal Industries.

En lo que se refiere a Tailandia, éste país se convirtió en un gran productor de concentrados de tungsteno a partir de la década de los sesentas, cuando se pusieron en explotación - los yacimientos de Khao Soon y Doi Mok, en este periodo se - alcanzan niveles de producción superiores a las 2,000 toneladas como promedio anual, volumen que contrasta con las décadas anteriores donde se registraron niveles que fluctuaban de 300 a 500 toneladas.

Sin embargo, en la misma década de los sesentas el impulso tomado en los niveles de producción fue severamente frenado a raíz de los desastres naturales ocurridos en las minas de Khao Soon y al agotamiento en las reservas de la mina "Invencible", la cual era operada por la empresa Canex Place - Ltd.

En los años de 1981 y 1982, la producción de tungsteno en este país descendió en forma significativa al alcanzar niveles inferiores del orden del 19.3 y 30.0% respectivamente, caída que continúa hasta 1985 al producirse solamente 586 toneladas en el año decreciendo hasta 48.5%.

Adicionalmente a los anteriores, existe otra serie de ----- países pequeños productores de tungsteno, tales como Argen-

tina, Perú y Brasil. En el caso de los dos primeros, su trayectoria productiva ha sido errática e inconstante, presentándose en la actualidad grandes tendencias hacia la baja en sus volúmenes producidos, diferente es el caso del Brasil que en los últimos años de 1981 y 1982 ha incrementado su producción, hasta alcanzar en 1985 1,175 toneladas, registrándose un crecimiento del 20% respecto al año anterior, incremento que se da como respuesta de la recuperación en la economía internacional.

En el grupo de países industrializados productores de tungsteno, destacan los Estados Unidos, el cual en tiempos recientes contribuye con aproximadamente el 6.0% de la producción mundial del metal.

Este país tradicionalmente ha sido un importante productor de tungsteno, en el periodo posterior a la segunda guerra mundial logró alcanzar niveles superiores a las 2,000 toneladas como promedio anual. Posteriormente en la década de los cincuentas este país alentó la producción del metal, debido a que China, país que lo abastecía del metal dejó de proveerlo a raíz del conflicto de Corea, y también a la decisión por parte de los Estados Unidos de prohibir todo comercio con China como respuesta al triunfo de la revolución

comunista en octubre de 1949.

Como consecuencia de lo anterior en los años cincuenta la producción de tungsteno se incrementó llegando a las 16,412 toneladas en 1955, a partir de esta fecha y con la eliminación de los factores que estimularon la producción en este país, tales como la fijación de precios de garantía y contratos de compra gubernamentales, la producción se redujo a niveles de 4,319 toneladas como promedio anual de 1957 a 1959.

Esta misma tendencia prevaleció en la década de los sesentas. En los últimos años existe el intento por incrementar la producción de tungsteno en este país, ya que si bien los Estados Unidos son un importante productor del metal también es un gran consumidor del mismo, de tal forma que tiene necesidad de efectuar grandes importaciones.

En los Estados Unidos existen dos empresas que cubren alrededor del 50% en la producción total del tungsteno, éstas son la Unión Carbide Corp., que opera la mina Pine Creek ubicada en el noroeste de Bishop, California, la otra empresa es la AMAX que opera la mina Climax cerca de Leadville, Colorado. Otras empresas productoras de tungsteno son la Oxbow Tungsten Mine, Inc. y la Abracadabra Exploration Corp. localizada en Mountain City, Nevada y Gold Hill, Utah.

Canadá es un productor importante de tungsteno su incorporación al mercado internacional del producto es reciente pues data de la segunda mitad de la década de los sesentas, a partir de estas fechas la producción del metal en este país ha ido incrementándose llegando a aportar actualmente el 6.6% de la producción mundial.

La principal empresa productora en este país es la Canada -- Tungsten Mining Corporation, Ltd, la cual también opera en -- Corea del Sur a través de una filial que lleva el mismo nombre. En los últimos años la producción de concentrados de tungsteno en Canadá han presentado fluctuaciones, así en -- 1981 los volúmenes descendieron en 35%, consecuencia de los conflictos laborales que afectaron seriamente a la produc-- ción del tungsteno, ya que hicieron que ésta se suspendiera durante seis meses (a fines de 1980 y principios de 1981):

En 1982 la producción aumentó en un 43%, y para 1983 decrece un 88.0% debido al cierre en el mes de enero de ese año de la principal mina de tungsteno de este país, es decir, -- la Canada Tungsten Mining Corporation. No obstante para -- 1985 alcanza un nivel sin precedentes cuya producción as-- ciende a 3,100 toneladas, ello obedece a la reapertura de --

la principal mina ya referida.<sup>12/</sup>

En Australia, la producción de tungsteno cobró relevancia - a partir del decenio de los sesenta, cuando alcanza volúmenes superiores a las 1,000 toneladas como promedio anual. - En la década de los setentas consolida su producción y alcanza un promedio anual de 3,095 toneladas. En 1982 Australia al igual que otros países sufre un descenso en sus niveles de producción del 22%. Aproximadamente el 70% de su -- producción total procede de la mina King Island, propiedad de la empresa King Island Schelite Ltd. (subsidiaria de la Peko-Wallsed Ltd.); que opera a cielo abierto <sup>13/</sup>, y que - además inicia explotaciones subterráneas <sup>14/</sup> en ese año.

En lo que se refiere a Portugal, país que tradicionalmente ha sido productor de tungsteno, los niveles alcanzados - en los últimos tiempos han descendido como consecuencia -- a un agotamiento paulatino de sus depósitos. Durante el - período de 1944-1949 alcanzó niveles de 1,022 toneladas -- como promedio y en 1950-1959 elevó su producción prome-- dio a 1,954 toneladas, posteriormente a esta década sus vo-

<sup>12/</sup> American Metal Market, Op. Cit.

<sup>13/</sup> Es el sistema de hacer cortes o tajos sobre un montículo, llanura ó cualquier superficie terrestre.

<sup>14/</sup> Se hace por medio de un túnel que a su vez contiene uno ó varios tiros por debajo de la superficie terrestre.

túmenes descendieron a 1,134 toneladas de 1960-1969; 1,263 toneladas de 1970-1979 y 1,400 durante 1981-1985, en promedio anual. La mayoría de la producción de este país proviene principalmente de las minas de Panasqueira, Barroca Grande y Rfo que son propiedad de la empresa Beral Tin and Wolfram S.A.R.L. con participación estatal.

Después de varios años de situación favorable en el mercado mundial del tungsteno, en los años de 1981 y 1982 los niveles alcanzados han descendido al 5.0 y al 13.0% respectivamente. De 1983 hasta 1985 el mercado y la producción del metal continúan deprimidos de tal forma que las expectativas de una recuperación a corto plazo no son alentadoras.

De acuerdo con la información obtenida en Tungsten, Mineral - Commodity Profiles, una gran parte de las instalaciones de extracción y beneficio del tungsteno, actualmente permanecen cerradas en el peor de los casos, y en el mejor de ellos operan muy por abajo de su capacidad instalada, lo que hace pensar que a largo plazo, una vez mejoradas las condiciones de demanda, se contará con la oferta necesaria.

Los datos publicados en 1985 por Engineering and Mining Journal indican que en los Estados Unidos las minas de

Teledyne's Strawberry y la Unión Carbide's Inc. Creek operaron a una capacidad del 50% en tanto que el resto de las empresas productoras de tungsteno permanecieron cerradas. Lo mismo aconteció en Australia con la Peko Wallsend en sus minas de King Island Sheelite.

### 3. CONSUMO

El consumo de tungsteno tiene un comportamiento que se corresponde con las diferentes fluctuaciones en la actividad económica de los principales países desarrollados, así en los periodos de auge se presencian aumentos paulatinos en los niveles de consumo del metal y en los periodos deprimidos una disminución en el consumo, cabe aclarar que la estadística del consumo del metal sólo existe en forma actualizada y completa para los países de economía de mercado, en tanto que para el bloque socialista sólo se dispone de información atrasada y en algunos casos obedece a estimaciones.

Dentro del conjunto de países de economía de mercado, el consumo del tungsteno en el periodo de 1978-1982 presentó una tasa media de crecimiento del 4.6%, siendo los años de 1981 y 1982 donde se registran los volúmenes de consumo más bajos. Dentro de este contexto destaca Estados Unidos cuyo consumo de tungsteno ha caído drásticamente en los años mencionados y el Japón que redujo sus niveles en aproximadamente el 20%. (Cuadro No. 4).

El grupo de países desarrollados, consumen aproximadamente las dos terceras partes del total mundial, y son éstos los que más influyen en las fluctuaciones de los precios. La -

CUADRO No. 4  
 CONSUMO MUNDIAL DE TUNGSTENO EN CONCENTRADOS  
 (Toneladas Métricas)

PAIS	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
<b>CONSUMO REPORTADO:</b>								
AUSTRALIA	40	42	76	100	145	160	100e	100
AUSTRIA	2 379	2 599	2 323	1 850	1 304	1 629	2 096	2 000
CANADA <sup>e</sup>	308	300 e	300	21	18	15	12	12
FRANCIA	1 639	959	615	663	653	520	730	500
JAPON	2 038	2 593	2 934	2 238	1 826	1 977	2 302	2 500
REP. DE COREA	1 381	1 461	1 435	1 898	1 742	1 555	2 070	2 048
MEXICO	40 e	40 e	40 e	40 e	19	22	61 e	50
PORTUGAL	176	200 e	213	227	183	174	159	150
SUECIA	1 586	1 838	2 157	1 432	994	774	784	800
REINO UNIDO	1 990	1 564	1 466	879	660	560	610	600
ESTADOS UNIDOS	8 538	9 801	9 276	9 839	4 506	5 181	8 577	6 838
<b>CONSUMO APARENTE:</b>								
ARGENTINA	60	87	19	20	29	41	30	30
BELGICA - LUXEMBURGO	100 e	100 e	100 e	9	9 e	10 e	142	200
BRASIL	583	859	929	480	454	450	593	550
BULGARIA e	-	-	-	100	100	100	100	100
CHINA e	2 406	2 497	4 540	5 500	6 000	6 500	7 000	7 500
CHECOSLOVAQUIA e	1 317	1 317	1 317	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
REP. DEM. ALEMANA	272	272	272	270	270	250	270	270
REP. FED. ALEMANA	1 628	1 977	1 500	1 348	1 541	2 030	3 934	2 000
HUNGRIA e	599	599	599	600	400	400	500	500
INDIA	272	272	272	459	454	400 e	400 e	400
ITALIA	59	70	91	40 e	40 e	27	78	100
COREA DEL NORTE e	1 589	1 589	1 589	1 660	1 600	1 000	1 000	1 000
PAISES BAJOS	402	198 e	227	400	300	300	300	400
POLONIA	2 182	1 541	884	427	1 312	1 073	594	1 000
REP. DE SUDAFRICA	250	250	250	250	250	250	250	250
ESPAÑA	145	144	137	96	161	107	80	100
U.R.S.S. e	13 620	13 847	15 890	15 900	15 900	15 900	16 000	16 000
T O T A L	45 599	47 016	49 451	47 986	42 170	42 705	50 072	47 298

FUENTE: Mineral Yearbook, United States, Department of the Interior, 1978-1985.  
 e/ Estimado.

magnitud del impacto en el consumo y en la producción del tungsteno depende de los patrones del mercado internacional del metal, éstos patrones se establecen en función a las diferentes especificaciones con que se comercializa el producto, dando origen a los diferentes mercados que a continuación se enumeran.

### Concentrados

De la producción mundial de concentrados de tungsteno estimada en poco menos de 50,000 toneladas métricas, aproximadamente 30,000 toneladas entran en el mercado internacional. De los países que figuran como principales exportadores de concentrados están China, Bolivia, Australia, Canadá, Tailandia y la República de Corea, en tanto que los principales países importadores son: la República Federal, los Estados Unidos, Austria, Japón, el Reino Unido y Suecia.

Gran parte de los concentrados de tungsteno no entran al mercado como es el caso del producido por los países del bloque socialista que se utilizan en el mercado interno. En los países de economía de mercado se estima que aproximadamente el 24% de la producción de concentrados entra al consumo interno y generalmente son parte del consumo de

empresas integradas.

Un factor muy importante que influye en lo anterior, es la integración vertical de algunas empresas sobre todo aquellas de los países desarrollados, que en algunos casos les resulta más provechoso producir un concentrado de baja ley, con lo cual se mejora la recuperación en el proceso metalúrgico, que un concentrado de alta ley que corresponda a las especificaciones del mercado internacional. Esto obedece en términos generales al hecho que estas empresas utilizan el concentrado de baja ley para convertirlo en producto intermedio como el parawolframato amónico (APT) y así se consiguen ventajas en la producción.

Este procedimiento es seguido por la mina Mittersil y la fábrica Bergla de Austria, y en la mina Canada Tungsten -- de Canadá que entregaba parte de sus concentrados a la fábrica de APT de la compañía matriz AMAX, (cerrada en 1986) con residencia en los Estados Unidos. Otros países especialmente los que cuentan con la tecnología necesaria, para elaborar productos intermedios, prefieren utilizar sus concentrados y ponen a la venta productos elaborados.

### Ferrotungsteno

Se estima que el consumo mundial del ferrotungsteno incluyendo la placa de tungsteno, asciende a 2,000 toneladas al año y los principales países consumidores de esta variedad del tungsteno son Austria y Suecia, que son también los que mayor capacidad interna tienen para producirlo, tradicionalmente el consumo de este producto ha sido inferior a su producción y se espera que aún sea inferior debido al bajo nivel de la actividad siderúrgica en el mundo.

Por otra parte, la utilización de Scheelita en vez de ferrotungsteno ha ido en aumento, no obstante que el ferrotungsteno es necesario para equilibrar el contenido final del tungsteno en las aleaciones con acero.

Los mayores exportadores de ferrotungsteno han sido China, Austria, Portugal y el Brasil y los mayores importadores han sido República Federal Alemana, Suecia y los Estados Unidos.

La República Popular China se estima exporta unas 400 toneladas al año de ferrotungsteno, la mayor parte de este volumen se destina a Suecia, país que también se abastece del ferrotungsteno proveniente de Austria, Portugal y Brasil.

En Austria se estima que la producción asciende a 2,000 toneladas anuales, de este volumen aproximadamente menos de la mitad se exporta, a la República Federal Alemana y a los Estados Unidos, el resto se destina al consumo interno.

La producción de ferrotungsteno en Portugal es de 200 toneladas anuales, mismas que en su totalidad se exportan a la República Federal Alemana y a los Estados Unidos, en Brasil la producción a gran escala de ferrotungsteno data de tiempos recientes, y sus exportaciones se destinan en su totalidad a los Estados Unidos.

El Reino Unido exportaba grandes volúmenes de placa de tungsteno, pero desde 1980 sus exportaciones casi permanecen paralizadas. En la actualidad la producción anual es casi nula y se importan aproximadamente 200 toneladas, principalmente de Suecia, Portugal y Francia.

Los Estados Unidos son importadores netos de ferrotungsteno, pues en este país se produce poco de este material, y el que se produce se consume en aleaciones no ferrosas y no en la siderurgia, sin embargo el bajo volumen de las importaciones de ferrotungsteno indica que la Scheelita es intensivamente usada en la siderurgia.

Parawolframato de Amonio (APT)

El APT representa una etapa importante en la mayor parte de los procesos de producción de polvos de tungsteno metálicos.

El comercio de APT ha cobrado relevancia en los últimos --- años, y por tanto no se dispone de información suficiente - para examinar los flujos en el mercado internacional de este producto.

En Estados Unidos la Unión Carbide intensificó el uso del APT en sustitución del ácido wolfrámico, ya que el APT les permitió obtener productos más puros y de buena calidad. - La capacidad de producción de APT en los Estados Unidos se ha elevado durante los últimos años, y se calcula entre --- 11,300 y 12,700 toneladas anuales.

No obstante lo anterior, las importaciones de Estados Unidos de este producto han ido en aumento, en 1982 las importaciones procedentes de China y de la República de Corea -- fueron de 800 y 250 toneladas lo que representó el 14 y 4% del consumo en este año respectivamente.

El Japón también importa volúmenes de APT principalmente de la República de Corea, mientras que el APT de los otros --- grandes importadores como el Reino Unido y Austria proviene

de fuentes muy diversas.

El país que exporta los mayores volúmenes de APT es China, que para 1985 las exportaciones ascendieron a 1,408 toneladas, de estas aproximadamente 1,126 toneladas son destinadas en los Estados Unidos.

#### Polvos de Metal de Tungsteno

El mercado de polvos de tungsteno es más complejo que el del ferrotungsteno y el del APT, pues la venta de ellos se realiza a través de múltiples especificaciones y distintas condiciones de venta. El número de pequeños productores es mayor que en el caso del APT, porque los costos son más bajos, sin embargo gran parte del comercio internacional se realiza entre filiales de empresas que tienen actividades en varios países.

El polvo de metal representa una fase intermedia en la producción de carburos de tungsteno, sin embargo se calcula que aproximadamente la tercera parte de la producción mundial que asciende en promedio a unas 30,000 ó 35,000 toneladas anuales, se utiliza como tungsteno metal.

Los Estados Unidos, Austria, la República de Corea y en --- tiempos más recientes China figuran como los principales -- países exportadores de polvos de tungsteno, los países im-- portadores son: la República Federal Alemana, el Canadá, Ja-- pón y los países bajos e Israel, este último país recibe -- aproximadamente el 70% de las exportaciones de los Estados- Unidos, pero se cree que son devoluciones del polvo metal - producido a partir de chatarra enviada por Israel para su - procesamiento.

Austria exporta aproximadamente un volumen de 800 a 1,000 - toneladas anualmente, las cuales son destinadas en su mayo-- ría a la República Federal Alemana, otro tanto sucede con la República de Corea que anualmente exporta cerca de 600 - toneladas y las dirige en su mayoría a Japón.

De los países líderes en la producción de polvos de tungste-- no metal, figuran: la República Federal Alemana que cuenta con una capacidad instalada para producirlo de 2,500 anua-- les, el Japón con 1,800 toneladas, Suecia con 1,500, El --- Reino Unido con 1,300 y Francia con 600 toneladas, cabe se-- ñalar sin embargo, que gran parte del polvo metal producido se destina en su mayoría para el consumo interno, en la fa-- bricación de carburos de tungsteno metal y aleaciones de -

tungsteno.

#### Polvo de Carbono de Tungsteno

El comercio internacional de polvo de carburo de tungsteno, en su mayoría esta constituido por transacciones entre filiales de una misma empresa y por consiguiente, tiene menos importancia que el de polvos de tungsteno metal, por otra parte cabe destacar, que no existe una estadística detallada sobre los flujos de este producto debido a que gran parte del carburo de tungsteno es utilizado en la fabricación de armamentos y por tanto la información es más limitada que en los casos anteriores.

No existe una diferenciación estricta entre países exportadores e importadores de polvos de carburo de tungsteno, ya que en ocasiones un mismo país figura como exportador e importador, esto denota la necesidad que tienen los productores de utilizar diferentes calidades y especificaciones del producto. No obstante lo anterior, se estima que los Estados Unidos exporta entre 600 y 700 toneladas anuales, que se destinan a Canadá, México, Japón e Israel.

Suecia también exporta anualmente entre 100 y 200 toneladas de polvo de carburo de tungsteno, los cuales los dirige el Reino Unido, Brasil y México.

#### Oxido e Hidróxido de Tungsteno

Este producto en términos generales no es objeto de comercio internacional, pues sus transacciones son ocasionales y sólo se dan cuando un productor de polvo de tungsteno metal se queda temporalmente sin materia prima, y por tanto de un año a otro se presencian grandes fluctuaciones en los volúmenes comercializados.

Todo lo anteriormente expresado da una imagen de lo complejo de las relaciones comerciales del tungsteno, complejidad que proviene de la variedad de sus productos. Además si se considera el uso estratégico del metal, se comprende entonces la seria limitación en la estadística del consumo de cada uno de los productos mencionados.

En otro aspecto, cabe destacar que en los países de economía de mercado, la estructura de los productos de tungsteno no se caracteriza por un alto nivel de concentración en la producción, ya que se estima que ninguna empresa participa con

más del 10% en la producción de cada producto del tungsteno (Cuadro No. 5), lo que sí es digno de notarse es que existe un relativo avance en la integración vertical de la industria del tungsteno, fenómeno que ha respondido a las mayores ventajas que resultan por un lado, el obtener más utilidades con la venta de productos elaborados en lugar de la comercialización de concentrados, y por otro la mayor perspectiva de un ingreso adicional de divisas como consecuencia a la exportación de productos a un nivel de mayor valor agregado.

Otros factores que influyen en la integración de la industria del tungsteno, son los requerimientos en la calidad y especificidad que se necesita para la elaboración de los productos manufacturados con base al metal, en este sentido los productores de concentrado buscan un mercado estable y seguro y por consiguiente la integración viene a representar una alternativa.

Es notorio también que el estímulo a la integración puede provenir de la industria de transformación, donde la evolución tecnológica exige nuevos materiales con características diferentes originando con ello la posibilidad de una integración hacia abajo, ésto es, la adquisición o asociación

CUADRO No. 5

PRINCIPALES EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DEL TUNGSTENO (PRODUCTOS PRIMARIOS Y FABRICANTES DE PRODUCTOS DE TUNGSTENO QUE OPERAN, POR LO MENOS, CON 500 TONELADAS DE CONTENIDO DE TUNGSTENO AL ARO)

E M P R E S A	CONC.	APT	FERROTUNGSTENO Y		METAL EN	CARBURO EN	PRODUCTOS <sup>a/</sup>
			PLACA AL TUNGSTE-	NO FUNDENTE	POLVO	POLVO	ACABADOS
PECO WALLSED Ltd	AUSTRALIA	X					
QUEENSLAND WOLFRAM	AUSTRALIA	X					
TREIBACHER CHEMISCHE	AUSTRIA		X		X	X	
WOLFRAM BERGBAU b/	AUSTRIA	X	X		X		
COMIBOL	BOLIVIA	X					
INTERNATIONAL MINING	BOLIVIA	X					
CANADA TUNGSTENC/	CANADA	X					
HERMANN C. STARCK	RFA		X		X	X	
SOC. MINIERE d'ANGLADE	FRANCIA	X			X	X	
EUROTUNGSTENE	FRANCIA		X		X		
PHILIPS	PAISES BAJOS		X		X		X
MINEROPERU	PERU	X					
BERALT TIN & WOLFRAM	PORTUGAL	X		Xd/			
KOREA TUNGSTEN MINING	REP. DE COREA	X	X		X	X	
SANVIK	SUECIA	X	X		X	X	X
HUREX Ltd	REINO UNIDO	X	X		X	X	
WIMET	REINO UNIDO	X	X		X	X	X
AMAX	EE.UU.	X	X				
GRAL. ELECTRIC	EE.UU.	X	X		X	X	X
STE. SYLVANIA	EE.UU.		X		X	X	X
KENNAMETAL	EE.UU.		X		X	X	X
LITUNGSTEN	EE.UU.		X		X	X	
TELEDYNE	EE.UU.	X	X		X	X	X
UNION CARBIDE	EE.UU.	X	X	X	X	X	

FUENTE: Secretaría de la UNCTAD. Organización de las Naciones Unidas.

a/ Herramientas para el corte de metales, partes desgastables, alambre de tungsteno

b/ Mina de Mittersill y fábrica Bergla

c/ Propiedad de Amax en un 65%

d/ Por conducto de su filial Borralha.

APT: Parawolframato de amonio.

con empresas productoras de concentrados de tungsteno.

Este proceso de la integración además de entorpecer el mercado para las empresas independientes (no integradas), ha reforzado las tendencias hacia la transnacionalización en la producción y comercialización del tungsteno, en este sentido y de acuerdo a la importancia estratégica del metal, los principales países consumidores que en este caso coinciden con los países industrializados, tratan de garantizar el suministro de esta materia prima, estableciendo para el efecto empresas filiales en aquellos países poseedores de reservas. Así en Australia la empresa Queensland Wolfram, es propiedad de las empresas suecas Axel Johnson HAB y Sandvik y de la empresa austriaca Treibacher que participa en forma minoritaria, en Austria opera la empresa Wolfram Bergbau que es subsidiaria de la Metallgesellschaft y de la Teledyne empresas alemana y estadounidense y que tienen una participación en el capital total del 47.5 y 5% respectivamente.

En Brasil opera la compañía Tungstenio do Brasil Minerals e Metais Ltd., la cual es 100% propiedad de la Unión Carbide que reside en los Estados Unidos en tanto que en Canadá, la empresa Canadá Tungsten es subsidiaria en un 65% de la importante empresa estadounidense AMAX.

La empresa Sueca Sandvik y la Charter Consolidated de Inglaterra tienen participación en la empresa Soc. Minere d'Anglade que radica en Francia. Asimismo la Charter Consolidated posee el 75% del capital de la empresa portuguesa Beralt Tin & Wolfram, y en Tailandia la ThaiSwedish Mining es subsidiaria en un 45 y 40% de las empresas suecas Sthora Kopparberg y Ekman.

#### 4. Precios Internacionales

Como ya se analizó anteriormente, los principales factores que han influido en la determinación de los precios del tungsteno son:

- 1) El alto grado de avance tecnológico de la actividad económica de los países industrializados ante los países subdesarrollados.
- 2) Los procesos de integración vertical de grandes empresas transnacionales que a su vez instalan filiales en los países periféricos para la explotación del tungsteno con el objeto de asegurar su abastecimiento.

Por ello, durante el periodo 1970-1987 los precios del metal tuvieron un comportamiento variable y esto se observa clara-

mente en la figura No. 3.

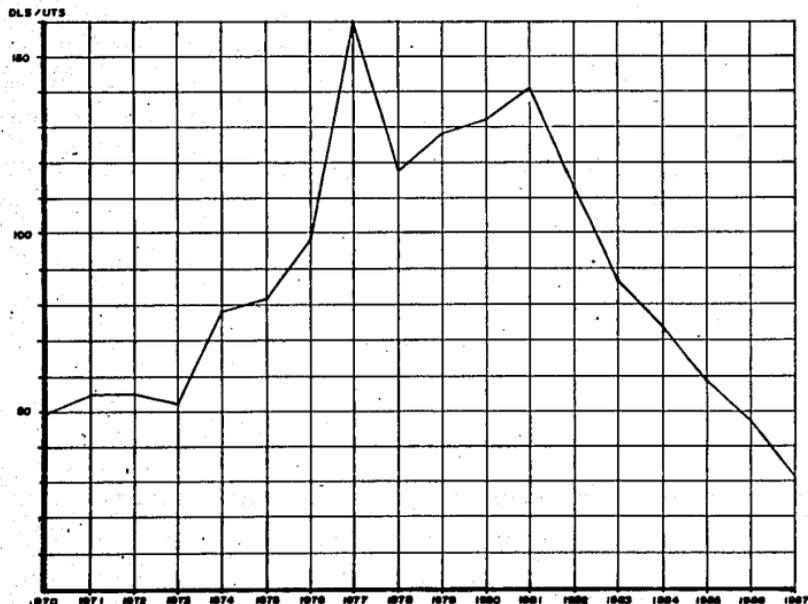
Inicialmente en el decenio de los setentas el mercado internacional mantuvo una firme e ininterrumpida tendencia al --cista. Así, de 1971 a 1980, el Índice de Precios de los Metales elaborado por el Fondo Monetario Internacional, registró una tasa de crecimiento anual de 10.7%. En lo particular, la mayoría de los metales ascendieron considerablemente; por ejemplo, el precio del níquel se incrementó, de --- 1971 a 1980; en 157%; el de la plata lo hizo en 1,235%; -- el del estaño, en 359%; el del magnesio en 143%; el del -- tungsteno, en 240%, sólo por citar algunos.<sup>15/</sup>

Este comportamiento de los precios de los metales se vió -- acompañado, y al mismo tiempo incluido, de un ascenso estable de su demanda mundial, tanto en términos de producción como de consumo. Específicamente para el tungsteno en el - período 1971-1980 parte de una cotización de \$49.87 dólares por Unidad de Tonelada Corta (UTS) hasta alcanzar los ----- \$158.98 dólares por UTS en 1977, año que representó el nivel histórico más alto después de la segunda guerra mundial debido a la gran demanda internacional del metal. En 1978 des--

<sup>15/</sup> Madero Bracho Enrique, Los efectos distorcionantes del dólar sobre el precio de los metales. XVI Convención Nacional de la AIMMG, 1985.

**PRECIOS DEL TUNGSTENO EN MINERAL**  
**DOLARES POR UTS\* Wb 65% mñ.**  
**PROMEDIOS ANUALES**

FIGURA. No. 3



AÑOS	DL\$/UTS
1970	49.87
1971	55.00
1972	55.00
1973	52.01
1974	77.99
1975	81.48
1976	98.53
1977	158.98
1978	117.54
1979	128.25
1980	131.84
1981	140.89
1982	112.44
1983	86.40
1984	73.61
1985	56.38
1986	47.24
1987	31.35
T.M.C.	

FUENTE: ENGINEERING AND MINING JOURNAL

\*UNIDAD DE TONELADA CORTA. EQUIVALE A 9.0718 KGS.

ciende a \$117.54 dólares y de 1979 a 1981 mantiene fluctuaciones relativamente estrechas.

Con la recesión de 1980-1982, los precios de los metales iniciaron una tendencia pronunciadamente descendente; en ese periodo registraron una baja promedio del orden de 25%. En lo particular, el precio del níquel descendió en 6%; el de la plata, en 61.5%; el del estaño, en 24%; el del cobre, en 28%; el del mineral de hierro, en 4% y el del tungsteno, en ---- 15%.<sup>16/</sup>

Es a partir de 1982 cuando las cotizaciones del tungsteno -- presentan un franco decremento que les llevó a situarse a principios de 1983 en niveles inferiores de los \$80 dólares por UTS. A mediados de este año los precios del metal inician un modesto ascenso el cual dió por resultado que el promedio anual se estableciera en \$86.40 dólares por UTS.

Sin embargo el precio del metal continúa con una tendencia -- decreciente ya que, en 1984 y 1985 se situó en \$73.61 y ---- 53.38 dólares por UTS respectivamente; descenso que se agudiza en el año de 1987 con una cotización de \$31.35 dólares --

por UTS siendo esta la más baja en los últimos 20 años.

Se considerará 1987 el año en el cual ocurrió el acontecimiento más significativo referente a un colapso en la producción occidental de concentrado de tungsteno, cayendo 32% -- respecto a 1986, año que cerró su nivel de cotización muy deprimida. La mayoría de las mismas fueron cerradas en Estados Unidos principalmente y su producción fue severamente restringida. En este país el consumo se constituyó en base a una combinación de reducción de inventarios y probablemente (este dato no está apoyado en estadísticas oficiales) por aumentos en las exportaciones chinas.<sup>17/</sup>

<sup>17/</sup> Bunting, Op. Cit. Pag. 60

CUADRO No. 5 A

BALANCE OFERTA-DEMANDA 1978-1990

(Toneladas)

AÑOS	OFERTA	DEMANDA	SALDO
1978	43,091	45,599	(2,508)
1979	48,664	47,016	1,648
1980	51,736	49,451	2,285
1981	50,269	47,986	2,283
1982	46,921	42,170	4,751
1983	40,821	42,705	(1,884)
1984	46,478	50,072	(3,594)
1985	46,989	47,298	( 309)
1986	46,989	48,155	(1,166)
1987	46,989	49,038	(2,049)
1988 1/	47,689	49,936	(2,247)
1989 1/	47,689	50,857	(3,168)
1990 1/	47,689	51,796	(4,107)

FUENTE: Mineral Yearbook, 1985

Quarterly Bulletin of the UNCTAD Committee on Tungsten; Tungsten  
 Statistics, V. 20, No. 1 January 1985.  
 American Metal Market, Metal Statistics; 1969, 1970, 1981.

1/ No incluye los proyectos que se encuentran a nivel de propuestas,  
 sólo los que se encuentran en construcción.

### III. EL MERCADO NACIONAL

## 1. Producción

La explotación de tungsteno en México data del año de 1915, cuando la primera guerra mundial estimuló la producción de este metal. La primera mina de tungsteno explotada en este año fue la del "Fenómeno", mina que anteriormente a esta fecha había sido explorada sin éxito en busca de cobre y oro.

La mina el "Fenómeno" se localiza en el Estado de Baja California Norte y originalmente fue explotada por una compañía estadounidense, la producción de este yacimiento durante la primera guerra mundial no se conoce, pero se estima que fue alrededor de las 4,000 unidades de tungsteno. Una vez concluido el primer conflicto internacional, los precios del tungsteno bajaron hasta el punto en que se tuvieron que suspender los trabajos en esta mina, y no fue hasta 1937 cuando se volvieron a reanudar.

Sin embargo, con el estímulo que produjo la explotación de la mina se practicaron exploraciones en lugares cercanos, trabajos que en aquella época no tuvieron mucho éxito, pero que años después dieron origen a diversos descubrimientos sobre todo en la porción norte del país, entre éstos se pueden señalar los existentes en el municipio de la Paz, B.C.; Cometo de Comonfort, Durango; Villanueva, Zacatecas; y los del estado de Sonora particularmente en las regiones de ----

Caborca, Santa Ana, Sahuaripa, Baviácora, La Colorada, San Miguel de Horcasitas, Yecora y Alamos. En Chihuahua los mejores yacimientos se localizan en Guadalupe y Calvo, municipio de Morelos; en Sinaloa en la región del Choix. En Michoacán en el municipio de Inguarán y los mas recientes son los del estado de Guerrero en la Zona de Tres Brazos pertenecientes al municipio de Atoyac.

Desde 1934 existen estadísticas completas de producción de tungsteno, en el país, en este año los volúmenes producidos se situaron alrededor de las 74 toneladas, producción que fue descendiendo hasta el año de 1938 cuando se logran volúmenes superiores a las 70 toneladas. Este incremento obedeció principalmente al estímulo recibido por la segunda guerra mundial y a la reapertura de la mina "El Fenómeno".

Del periodo de 1939 a 1944, los volúmenes producidos en el país crecieron sin precedente, alcanzando un promedio anual para este periodo de 133.3 toneladas, las cuales fueron --- aportadas en su mayoría por la Compañía Minera "El Fenómeno" que intensificó sus actividades a partir de 1941.

Posteriormente a este periodo la producción del tungsteno --- cayó hasta 1950, como resultado de la contracción en la ---

demanda internacional del metal, producto de la conclusión del segundo conflicto internacional y al agotamiento paulatino del yacimiento el "Fenómeno", mina que en este periodo era la principal productora de metal.

Al inicio de la década de los cincuentas, la producción del tungsteno recibe un nuevo estímulo derivado de la guerra de Corea y de las compras masivas del metal por parte del gobierno de los Estados Unidos, esta demanda fue correspondida por el inicio de la explotación de los yacimientos descubiertos en el área de Baviácora, Sonora, los cuales hicieron posible que la producción se elevará en promedio a las 313.5 toneladas en el periodo de 1950 a 1956.

Una vez suspendidas las compras del Gobierno de los Estados Unidos los precios del metal iniciaron fuertes descensos, que obligaron la paralización de las empresas nacionales, cayendo la producción a niveles que fluctuaron entre las 5 y 110 toneladas al año. El año de 1965 inicia un nuevo periodo de crecimiento en la producción nacional del tungsteno que termina hasta 1971, en los niveles de producción alcanzados en este periodo influyó principalmente el conflicto de Vietnam el cual elevó la demanda y por consiguiente mejoró las cotizaciones del metal haciendo posible

que la producción llegara en promedio a las 233.5 toneladas.

Los niveles de producción durante gran parte de la década de los setentas se mantuvieron con fluctuaciones relativamente modestas, y en promedio superaron las 250 toneladas anuales, cifra que es mayor a la lograda en el periodo -- precedente, porque se corresponde con la integración al -- mercado de importantes empresas productoras del metal y a la mayor demanda interna del producto.

Dentro de las empresas que iniciaron la producción de --- tungsteno en las últimas décadas se destacaron, la Compañía Minera Metalúrgica Nacori Grande, S.A. fundada en --- 1970, la Compañía Minera La Perla, S.A. creada en 1954, La Cía. Fresnillo Unidad Naica, la Unidad Inguarán de Industrial Minera México, S.A. así como algunas otras empresas de menor escala, operadas por pequeños y medianos mineros.

A principios de los años ochentas la producción nacional de tungsteno, se ve contraída como consecuencia de la --- fuerte recesión internacional que ha influido no sólo en los niveles de los precios del metal sino también en los

volúmenes producidos del mismo, así en 1981 la producción alcanza 199 toneladas y en 1982 desciende en más del 50% y para 1983 tan sólo se logra un volumen de 90 toneladas. (Cuadro No. 6).

Durante 1984 y 1985 se observa una recuperación en la economía nacional que incide favorablemente en la producción minera y en especial en la de tungsteno, debido al crecimiento de los sectores intermedios que demandan este producto, así como a una mayor exportación, lo cual se reflejó en un aumento de la producción pasando de 274 a 282 toneladas de 1984 a 1985 en el mismo orden. Sin embargo, para 1987 desciende a 213 toneladas como consecuencia de la baja en los precios internacionales del mineral, ya que, se contrajeron en un 50% aproximadamente respecto a 1985.

El comportamiento histórico de la producción del tungsteno, ha dejado entrever que durante muchos años las fluctuaciones en los mercados internacionales han afectado los volúmenes de producción, este fenómeno se presencia con mayor fuerza en los primeros 60 años del presente siglo. Cuando la producción mexicana de concentrados de tungsteno se destinaba predominantemente a los mercados -

PRODUCCION NACIONAL DE TUNGSTENO 1934-1987

(Toneladas)

<u>ARO</u>	<u>VOLUMEN</u>	<u>ARO</u>	<u>VOLUMEN</u>
		1962	48
1934	74	1963	20
1935	50	1964	5
1936	52	1965	110
1937	31	1966	86
1938	70	1967	187
1939	109	1968	266
1940	103	1969	289
1941	91	1970	288
1942	92	1971	408
1943	245	1972	362
1944	160	1973	348
1945	64	1974	309
1946	45	1975	277
1947	46	1976	235
1948	80	1977	191
1949	39	1978	234
1950	40	1979	252
1951	195	1980	266
1952	267	1981	199
1953	409	1982	99
1954	327	1983	90
1955	341	1984	274
1956	342	1985	282
1957	166	1986	294
1958	3	1987	213
1959	61		
1960	90		
1961	93		

FUENTE: Genaro González Reyna, Riqueza Minera y Yacimientos minerales de México. Banco de México, 1956.  
Dirección General de Minas, SEMIP.

exteriores, en las dos últimas décadas el desarrollo industrial del país ha propiciado la creación de una demanda interna en crecimiento, el cual se vió interrumpido por la crisis económica prevaleciente en los inicios de la década de los ochentas.

En 1978, se tenían registrados 28 productores de tungsteno en México, sin embargo a partir de 1985, sólo 3 empresas aportan el total de la producción nacional, siendo la más importante la Cia. Fresnillo, S.A. que a través de su Unidad Naica ha contribuido con el 65.5% promedio de la oferta nacional durante el periodo 1982-1986, y con el 100% en 1987. (Cuadro No. 7).

Existen además otras empresas como Tungsteno de Baviacora, S.A. (TUBASA), que fue durante mucho tiempo la más importante, pero que a principios de la década de los setentas se enfrentó a problemas de orden financiero y administrativo, los que hacen que su preeminencia en la producción decaiga significativamente llegando a producir en 1982 tan sólo 8 toneladas. En ese mismo año suspende operaciones, situación que prevalece hasta la fecha.

La Cfa. Minera Coronado, también participó hasta 1983 con

CUADRO No. 7.  
 PRODUCTORES Y VOLUMENES DE LA PRODUCCION DE TUNGSTENO METALICO EN CONCENTRADOS  
 (Toneladas Métricas)

PRODUCTORES	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Mra. Iguana Azul, S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elec. y Quím. de Mex. S.A.	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santos Mtz. Barcelo	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tungsteno de Baviacora	14	73	105	81	70	8	-	-	-	-	-
Minerales América	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cfa. Mra. La Perla, S.A.	67	116	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loustanau Navarro Alberto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pablo Luna Palomera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oscar Galaz Cervantes	19	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mra. Cibola, S.A. de C.V.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luis Díaz Espinoza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucas Galaz Acosta	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedro L. Mahieux G.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mra. Galaviz, S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quím. Picachos, S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minerales de Baja Calidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Com. de Fto. Minero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico de Córdoba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mecacora, S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isaías Loustanau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manuel Espinoza de Z.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metacarb, S.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mra. Mat. Nacorí Grande	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celestino Luna Pérez	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IMSA U. Inguarán	65	-	-	67	39	18	-	-	-	-	-
Cfa. Mra. Coronado	-	27	47	59	24	11	15	2	-	-	-
Cfa. Fresnillo U. Naica	-	-	15	25	49	61	75	143	149	230	213
Mra. Las Lamas, S.A.	-	-	9	34	17	-	-	-	-	-	-
Draco S.A. (C.R.M.)	-	-	-	-	-	-	-	129	137	64	-
<b>TOTAL</b>	<b>181</b>	<b>234</b>	<b>176</b>	<b>266</b>	<b>199</b>	<b>98</b>	<b>90</b>	<b>274</b>	<b>282</b>	<b>294</b>	<b>213</b>

FUENTE: Hojas de Cuenta por Cobrar de la S.H.C.P. 1977-1980.  
 Dirección General de Minas, SEMIP. 1981-1987.  
 \*: Producción suspendida a partir del 31-02-82.

volúmenes que representan porcentajes significativos en la oferta nacional, lo mismo aconteció en I.M.M.S.A. en el -- periodo 1980-1982 y algunas otras cuya participación es -- errática ya que en algunos años registran producción y en otros no, como es el caso de los pequeños y medianos mineros.

En la fabricación de productos derivados del tungsteno, -- como el tungstanato de sodio así como aleaciones de ferrotungsteno, se destacan las empresas Electricidad y Química, S.A. y Provedora Industrial Mosa, S.A., en la primera de ellas se producen volúmenes de ferrotungsteno cercanos a -- las 50 toneladas al año, y en la segunda su producción --- fluctúa entre las 10 y 15 toneladas por año, cabe aclarar sin embargo, que estos volúmenes son estimados ya que se -- desconocen las cifras exactas de estas empresas.

En lo que se refiere al tungstanato de sodio, la empresa - Electricidad y Química, S.A. figura como la única elaboradora de este producto, y sus volúmenes se estima fluctúan entre las 4 y 5 toneladas al año.

Los productos manufacturados de tungsteno producidos en Mé xico son los carburos de tungsteno y aceros especiales cu-

Los principales productores son las empresas Campos Hermanos, S.A., Aceros Anglo, S.A. de C.V. y Aceros Solar, S.A., que fabrican herramientas en base a aleaciones de tungsteno, los productos en base a los carburos de tungsteno por su parte, son elaborados por dos empresas: Kennamex, S.A. de C.V., Sandvik de México, S.A. de C.V., Fagersta, S.A., Durit, S.A. y Metacarp, S.A., empresas que a excepción de la última son filiales de compañías suecas y norteamericanas.

En la elaboración de productos terminados en base al tungsteno, también existen diversas empresas como Metales Chapados, S.A. que fabrica contactos eléctricos, ligas de cobre berilio y soldaduras especiales, Arrow Hart, S.A., que fabrica contactos, electrodos, interruptores y en general artículos eléctricos, los cuales vende a las industriales eléctrica y construcción; Christensen Diamond, S.A. que produce barrenas de perforación, pastillas y otros complementos similares que venden en su mayoría a PEMEX, adicionalmente existen otras como Industrias Royer, S.A., Contactos y Electrodos Mallory, S.A., etc., que insumen tungsteno ya sea importado o comprado en el mercado interno.<sup>18/</sup>

<sup>18/</sup> Departamento de Estudios Económicos del Banco Nacional de Comercio Exterior, El Tungsteno y sus productos, Revista de Comercio Exterior, vol. 27, núms. 6, 7 y 9 y vol. 28, núm. 1, México, junio, julio y septiembre de 1977 y enero de 1978, pp. 725-738, 865-874, -- 1131-1140 y 113-119, respectivamente.

Referente a los volúmenes importados de tungsteno se contemplan en el siguiente punto.

## 2. Consumo

El único elemento que existe para determinar la estructura del consumo del tungsteno en México, son las importaciones ya que no se dispone de estadísticas sobre las ventas del metal en el mercado interno, pues las empresas tanto productoras como consumidoras difícilmente revelan esta información ya que la consideran de carácter confidencial, por otra parte la estadística de las exportaciones sólo tocan las ventas de minerales y concentrados de tungsteno al exterior y no registran las exportaciones de productos manufacturados como ferrotungsteno y tungstano de sodio. -- Ello se torna más complejo al analizar las exportaciones e importaciones realizadas durante los últimos años, debido a que asumen un comportamiento errático y con las cuales es imposible determinar un Consumo Nacional Aparente.

No obstante lo anterior, las importaciones de tungsteno en bruto se reducen drásticamente a partir de 1983, principalmente las provenientes de los Estados Unidos, las cuales se redujeron con respecto a 1981 en poco más del 90%. En

el caso de Alemania Federal se contraen completamente en - el mismo periodo, esto es, que para 1983 no se importó absolutamente nada; sin embargo en 1985 se denotó un ascenso relativo. (Ver Cuadro No. 8).

La tendencia que lleva el volframio durante el periodo --- 1980-1985 enmarca una situación similar a la anterior, --- pues se reducen importaciones en forma radical en 1983, y para 1985 aumentan, es decir, pasan de 6,639 a 50,272 Kgs. en términos generales.

Lo anterior se explica porque durante 1983 y 1984 el Estado interrumpe de manera radical las importaciones de produc-- tos en general, ya que, enfrentaba la peor crisis económi-- ca de las últimas décadas, de tal forma que afectó a la -- economía nacional.

Esta condición de no permitir la entrada a las importacio-- nes no podía prevalecer mucho tiempo porque los sectores - intermedios requerían de insumos que eran elaborados y pro cesados en el exterior por lo que no podían ser sustitui-- dos fácilmente, es por ello que a partir de 1985 nuevamen-- te se inician compras al exterior.

CUADRO No. 8  
 IMPORTACIONES DE TUNGSTENO POR PRESENTACION Y ORIGEN  
 (Kilogramos y Miles de Pesos)

PRESENTACION Y ORIGEN	1980		1981		1982		1983		1984		1985 p/	
	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR
<b>TUNGSTENO EN BRUTO</b>												
Alemania Federal	45 934	30 119	5 170	3 449	-	-	-	-	-	-	3 450	20 420
Austria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17 341	24 849
Brasil	-	-	1 360	865	1 600	1 569	650	1 172	-	-	1 611	9 885
Canadá	-	-	7	9	106	231	-	-	2	4	65	713
Estados Unidos	46 315	20 713	84 132	29 746	33 390	20 872	3 740	15 351	46 617	110 717	35 617	108 884
Francia	-	-	-	-	-	-	-	-	59	291	-	-
<b>WOLFRAMIO</b>												
Alemania Federal	71	211	-	-	1 115	3 072	-	-	702	5 205	3 549	21 539
Canadá	82	39	1 341	1 441	97	165	-	-	318	1 952	212	1 565
Estados Unidos	24 462	23 895	21 096	23 727	13 332	40 348	6 024	56 000	9 950	85 384	46 457	168 772
Filipinas	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8	-	-
Holanda	-	-	1	2	-	-	-	-	2	1	-	41
Japón	41	168	9	78	1	4	-	-	8	351	12	498
Singapur	-	-	-	-	-	-	-	-	1 463	5 081	-	-
Suecia	21	115	1	14	-	-	-	-	13	127	41	761
Suiza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	38
Otros	69	553	126	179	262	1 293	345	7 106	-	-	-	-
<b>T O T A L</b>		<b>75 813</b>		<b>59 810</b>		<b>67 654</b>		<b>79 629</b>		<b>209 121</b>		<b>357 965</b>

Fuente: Consejo de Recursos Minerales, SEMIP  
 Anuario Estadístico de Minería Mexicana, 1984, 1985. México  
 p/ Cifras Preliminares

Es aquí en donde se observa dependencia del exterior por la falta de productos procesados o semi elaborados en el país. Ello podría lograrse poniendo especial énfasis en la producción de piezas o componentes eléctricos aumentando y mejorando el proceso productivo, de tal forma que se pudiese competir y, por ende, vender a los mercados externos este tipo de productos y paralelamente incrementar las exportaciones nacionales.

En 1980 después de haberse exportado 61,723 Kgs. de mineral de tungsteno desciende a 18,898 Kgs. en 1982, significando una reducción del 70%. Sin embargo, para 1984 asciende a 196,321 Kgs. esto es, el 218.1% respecto a 1980. (Ver Cuadro No. 9).

Para la presentación de tungsteno en concentrados y volframio en bruto el año más significativo fue 1983, debido a que se produjeron 509,606 y 19,390 Kgs. en el mismo orden. Posteriormente en 1984 y 1985 sufren una caída total al grado de llegar a producir menos del 1% en el último año.

CUADRO No. 9  
 EXPORTACIONES DE TUNGSTENO POR PRESENTACION Y DESTINO  
 (Kilogramos y Miles de Pesos)

PRESENTACION Y DESTINO	1980		1981		1982		1983		1984		1985 P/	
	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR	VOL.	VALOR
MINS. DE TUNGSTENO												
Estados Unidos	61 723	5 088	49 660	4 075	18 898	5 604	35 846	19 348	196 321	72 295	53 752	24 502
Otros	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TUNGSTENO EN COMC.												
Estados Unidos	174 044	43 074	351 775	52 982	587 554	92 991	509 606	104 094	650 650	154 586	1 016 326	278 969
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 002	2 000
VOLFRAMIO EN BRUTO												
Estados Unidos	1 131	169	43 413	269	-	-	-	-	40	4	705	1 257
Japón	40	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venezuela	140	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bélgica	-	-	-	-	-	-	4 424	9 784	-	-	-	-
Reino Unido	-	-	-	-	-	-	6 512	1 838	-	-	-	-
Suecia	-	-	-	-	-	-	8 454	9 555	11 051	26 045	-	-
T O T A L		48 338		57 306		98 595		44 619		252 930		306 728

Fuente: Consejo de Recursos Minerales, SEMIP  
 Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 1984, 1985. México  
 P/ Cifras Preliminares.

#### IV. MERCADO Y PERSPECTIVAS DEL TUNGSTENO.

## 1. Tendencia mundial de usos y aplicaciones

Las posibilidades de descubrir nuevos yacimientos de tungsteno pueden considerarse prometedoras, si se piensa en los mismos tipos de yacimientos en los que actualmente se explota el tungsteno, pues existen amplias zonas de interés las cuales en el futuro podrán garantizar el suministro suficiente de este metal.

Desde el punto de vista del consumo, las investigaciones realizadas en los distintos países han abierto nuevas esferas en la aplicación del metal, así las últimas innovaciones han llamado la atención en el uso del tungsteno en la fabricación de catalizadores empleados en las industrias del petróleo y también en instrumentos de alta conductividad sometidos a temperaturas elevadas.

Por otro lado se prevén mayores aplicaciones en áreas relativamente nuevas como: lubricantes sólidos, lámparas fluorescentes y rayos láser. Asimismo las experimentaciones realizadas con el metal van encaminadas a resolver el problema de la satisfacción de necesidades de materiales que presenten características como dureza, solidez, resistencia a altas temperaturas a la oxidación y a la corrosión, estos experimentos se han llevado a cabo con metales como cobalto y molibdeno asociados con tungsteno.

La Atomic Energy Comission (AEC), realiza investigaciones con tungsteno como material estructural en la construcción de reactores nucleares, estudiando la influencia de la irradiación de neutrones sobre las aleaciones de tungsteno, el principal objetivo de la AEC en el programa de investigación del tungsteno es evaluar la eficiencia de los reactores provistos con centro de este metal. Con ello se observa que las aplicaciones del tungsteno son ilimitadas para los países desarrollados, asimismo los requerimientos se irán incrementando con el tiempo. Otro ejemplo es, como La Fuerza Aérea Norteamericana desarrolla también en sus laboratorios investigaciones sobre lubricantes sólidos conteniendo sulfuros de tungsteno y selénide.

En el terreno de la industria, la investigación es continua y ha sido permanente dando origen no sólo a nuevas aplicaciones, sino también al perfeccionamiento de las ya existentes. Las investigaciones en otros países incluyendo a los de economía centralizada muestran también una constante expansión pero a la fecha no se dispone de la información necesaria que permita precisar las tendencias.<sup>19/</sup>

De cualquier forma es claro que estas investigaciones al --

<sup>19/</sup> Departamento de Estudios Económicos de BANCOMEX, Op. Cit.

arrojar resultados positivos, se materializaran en un crecimiento de la demanda internacional del tungsteno, la cual se espera crezca en los próximos años al consolidarse los indicios de recuperación económica de los países desarrollados.

## 2: Oferta

La producción mundial de tungsteno en los últimos años, como ya se señaló en otra parte del presente estudio ha denotado una marcada tendencia a descender. (Ver Cuadro No. 2), producto principalmente de la recesión económica internacional, que provocó que muchos países productores consiguieran volúmenes de producción muy bajos, situación que prevalece durante todo el periodo de 1982-1987. En los Estados Unidos la producción de tungsteno cayó en 60% en 1982 con respecto 1981 y para 1983 los datos parciales indican una reducción similar ya que a finales de 1982 se cerraron todas las grandes minas de tungsteno en ese país, aunque a mediados de 1983 se reanudó la operación de la empresa -- Union Carbide Corporation. La producción continuó a la baja produciéndose tan sólo 64 toneladas de concentrados en 1987. Otros países que también sufrieron descensos a partir de 1982 a la fecha son: Tailandia, Australia, La Repú

blica de Corea y Bolivia.

Las reservas mundiales de tungsteno hasta 1985 se habfan -  
 cuantificado en 2.9 millones de toneladas métricas, contan  
 do con grandes posibilidades de incrementarse, debido a --  
 que se han identificado depósitos de reservas potenciales  
 en todo el mundo que representan unos 3.4 millones de tone  
 ladas, siendo China uno de los principales beneficiados.<sup>20/</sup>

Lo anterior junto con los proyectos para producir tungste-  
 no abren la posibilidad de que la oferta potencial sea lo  
 suficientemente grande para satisfacer la demanda. Los --  
 nuevos proyectos para extraer mineral como son los de la -  
 empresa Minera Regina localizada en el Altiplano, Perú cu-  
 ya fecha de terminación está estimada para 1988-1989, así  
 como los estudios de factibilidad de la empresa de Amax, "  
 Hemerdon y las propuestas de los proyectos de Rajasthan --  
 Tungsten en la India y el de Docegeo en Carajas, Brasil --  
 los cuales figuran en el Cuadro No. 10.

### 3. Demanda

Como ya se mencionó con antelación, el tungsteno es uno de

<sup>20/</sup> Bureau of Mines, United States Department of the Interior, Tungsten, A Chapter from Mineral Facts and Problems, 1985 Edition. ---  
 Washington, D.C.

CUADRO No. 10

PRINCIPALES PROYECTOS DE EXTRACCION DE TUNGSTENO

EMPRESA	LOCALIDAD	PROYECTO	CAPAC. PLANEADA	INVERSION	FECHA DE TERMINACION	SITUACION
Minera Rejina	Altiplano, Perú	opmi/pl	700tm/d W Bruto	\$25 MM	1988-89	Ampliación en Constr.
Amax, Hemerdon	Devon, England	mi/co	2mls.tm/a W bruto	\$100 MM	-	Estudio de Factilidad
Rajasthan Tungsten	Degama, Rajasthan, India	mi/pl	200tm/d W Bruto	-	-	Proyecto en Propuesta
Docegeo	Carajas, Brasil	mi/pl	100 ml tm/a W conc	-	-	Proyecto en Propuesta

FUENTE: Project Survey 1988.  
 co: concentrado  
 mi: mina  
 op: Abrir hoyo  
 pl: planta  
 MM: Millones de Dólares

los metales que responde con un incremento sustancial en la demanda, cuando se presentan conflictos bélicos, actualmente debido a su gran uso en las industrias de la siderurgia, eléctrica, química, etc., la demanda del producto tiende a incrementarse, sin embargo, ello dependerá del crecimiento que experimenten estas ramas económicas en lo particular, y de la situación económica mundial en general.

Según estudios publicados por la Secretaría de la UNCTAD la estructura del consumo de tungsteno en los Estados Unidos, Suecia y Japón es: para el caso del primero, el 56% para carburos cementados, el 4% para aleaciones no ferrosas, el 16% para productos sinterizados, el 14% para la fabricación de aceros, el 4% para productos químicos y el 6% restante - para aplicaciones no especificadas.

La estructura del consumo para Japón y Suecia tienen una -- distribución similar, destinándose el 50% para carburos cementados, el 2% para aleaciones no ferrosas, el 18% para -- productos sinterizados, el 36% para aceros y el 1% restante para productos químicos y otras aplicaciones.

Prácticamente todo el tungsteno producido en las economías de mercado, es consumido por los países industrializados, y

sólo pequeñas cantidades son consumidas por países como Argentina, Brasil y México. La URSS es el primer consumidor del metal dentro de los países de economía centralizada le siguen Checoslovaquia, Polonia y la República Popular de -- China.<sup>21/</sup>

De acuerdo a esta misma fuente, el consumo mundial estimado de tungsteno para el año de 1985, es del orden de 47,298 -- toneladas, (Cuadro No. 4); de este total el 58.3% corresponderá a los países del bloque socialista, el 14.5% a los países europeos excluyendo a los socialistas, el 16.0% a los países americanos y el restante 11.2% en Asia y Africa. Para el año de 1990 el consumo total proyectado es de 51.796 toneladas esto es, el consumo en el periodo de 1985-1990 -- crecerá a una tasa promedio del 1.8%. Los incrementos por países así como las tasas de crecimiento por periodos sobre el consumo futuro se encuentran en los Cuadros No. 11 y 12.

Los porcentajes de crecimiento de los Estados Unidos y de todo el mundo hasta 1985 y el año 1990, basados en las estimaciones del Buró de Minas de los Estados Unidos se indican en el Cuadro No. 13.

<sup>21/</sup> Mineral Commodity Sumaries, Op. Cit.

CUADRO No. 11

ESTIMACION DEL CONSUMO MUNDIAL DE TUNGSTENO POR PAISES EN 1985 Y PROYECCION 1986-1990

(En toneladas Métricas de contenido de Tungsteno)

PAIS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Bélgica-Luxemburgo	200	202	205	207	210	212
Rep. Fed. de Alemania	2,000	2,030	2,062	2,093	2,125	2,158
Francia	500	504	508	511	515	519
Reino Unido	600	608	616	624	632	640
Italia	100	101	103	104	106	107
Países Bajos	400	406	413	419	426	433
Otros países	-	-	-	-	-	-
CEE	3,800	3,851	3,907	3,958	4,014	4,069
Austria	2,000	2,016	2,033	2,049	2,066	2,083
Portugal	150	155	160	165	170	175
Suecia	800	820	840	861	883	905
España	100	104	107	111	115	119
Europa con exclusión de los países socialistas)	3,050	3,095	3,140	3,186	3,234	3,282
India	400	415	430	446	462	479
Japón	2,500	2,516	2,533	2,549	2,566	2,583
Corea del Sur	2,048	2,101	2,155	2,211	2,268	2,327
Asia con exclusión de los países socialistas	4,948	5,032	5,118	5,206	5,296	5,384
Sudáfrica	250	253	257	260	263	267
Otros países	-	-	-	-	-	-
África	250	253	257	260	263	267
Argentina	30	31	32	33	35	36
Brasil	550	566	583	600	617	635
Canadá	12	12	12	13	13	13
Estados Unidos	6,838	7,075	7,321	7,575	7,838	8,110
México	50	52	55	57	60	63
América	7,480	7,737	8,005	8,278	8,563	8,857
Australia/Oceanía	100	102	105	108	110	113
Total de los países occidentales	15,828	16,219	16,623	17,038	17,466	17,903
Bulgaria	100	101	102	104	105	106
Rep. Dem. Alemana	270	274	278	282	286	290
Polonia	1,000	1,016	1,032	1,049	1,066	1,083
Checoslovaquia	1,300	1,316	1,333	1,349	1,366	1,387
URSS	16,000	16,175	16,353	16,532	16,713	16,896
Hungría	500	515	530	546	562	579
China	7,500	7,672	7,848	8,028	8,212	8,400
Rep. Pop. Dem. de Corea	1,000	1,016	1,032	1,049	1,066	1,083
Total de los países Socialistas	27,670	28,085	28,508	28,940	29,377	29,824
Total mundial	47,298	48,155	49,038	49,936	50,857	51,796

FUENTE: Mineral Yearbook, 1985

Quarterly Bulletin of the UNCTAD Committee on Tungsten; Tungsten Statistics. V.-20, No. 1, January 1986.

CUADRO No. 12  
CONSUMO MUNDIAL DE TUNGSTENO  
 (Tasas de crecimiento)

	<u>1981-1985</u>	<u>1981-1990</u>	<u>1985-1990</u>
Países occidentales	-4.7	1.0	2.5
Países socialistas	3.6	2.4	1.5
Total Mundial	-0.4	0.9	1.8

FUENTE: Quarterly Bulletin of the UNCTAD Committee on Tungsten:  
 Tungsten Statistics. V.20, No. 1, January 1986.

CUADRO No. 13  
PORCENTAJE CORRESPONDIENTE A LOS DISTINTOS CONTINENTES  
EN EL CONSUMO MUNDIAL DEL TUNGSTENO

	<u>1985</u>	<u>1990</u>
Europa <sup>1/</sup>	14.5	14.2
Asia <sup>1/</sup>	10.5	10.4
África	0.5	0.5
América	15.8	17.1
Australia / Oceanía	0.2	0.3
Total de los países occidentales	41.5	42.4
Total de los países socialistas	58.5	57.6
Total Mundial	100.0	100.0

<sup>1/</sup> - Con exclusión de los países socialistas

FUENTE: Quarterly Bulletin of the UNCTAD Committee on Tungsten: Tungsten Statistics. V. 20, No. 1, January 1986.

#### 4. Tendencia nacional de usos y aplicaciones

El tungsteno en el país es utilizado principalmente en las ramas metálicas básicas y de fabricación de maquinaria y equipo, aunque también tiene aplicaciones importantes en la fabricación de electrodos para soldadura, barrenas para perforación y aceros de aleación. Actualmente las expectativas de nuevas aplicaciones en el país no son muy amplias, pues no existen investigaciones en los campos de bienes de capital, aeronáutica, del espacio y armamento, industrias que tienen una gran dinámica en los países industrializados.

Ahora bien, la tendencia de las importaciones de tungsteno - que se han venido realizando, no responden al desarrollo de nuevos campos de aplicación, sino más bien obedecen al crecimiento de las ramas que tradicionalmente lo han utilizado.

La producción interna de productos derivados de tungsteno como es el caso del tungstanato sodio, los polvos metálicos de tungsteno, los carburos y el ferrotungsteno han logrado sustituir en parte las importaciones y se estima que pueden seguir haciéndolo si se diseña una política que favorezca no sólo el suministro del mercado interno, sino también la búsqueda de mercados exteriores a través de un riguroso control sobre las especificaciones que rigen en los mercados internacionales. Las condiciones para lograr tales objetivos exis-

ten, ya que, se dispone de una producción suficiente de concentrados de tungsteno que pudiera abastecer las necesidades del mercado interno, por otra parte también se cuenta con -- una adecuada provisión de energéticos y también con sectores productivos en expansión, como es el caso de la industria -- automotriz que actualmente pasa por una etapa favorable derivada de la mayor cobertura de sus ventas al exterior, otro sector es la industria petrolera que ha significado durante los últimos años el elemento más dinámico de la economía mexicana. La industria minera por su parte está recibiendo -- fuertes estímulos que en el corto plazo se espera se materialicen en un incremento de su dinámica productiva; similar es el caso de la industria química y petroquímica. Todo lo anterior permite plantearse expectativas favorables para el desarrollo del mercado interno del tungsteno pues todos los -- sectores señalados son grandes consumidores de productos finales o intermedios del metal.

En este contexto, es posible esperar un incremento en la demanda de productos intermedios del tungsteno, la cual será -- posible satisfacer siempre y cuando las empresas dedicadas -- a su manufactura encuentren las condiciones propicias para -- expandir su producción, de lo contrario las expectativas sobre las importaciones se traducirán en un incremento sosteni

do de ellas.

Lo anterior permite establecer que el comportamiento del consumo de tungsteno está en función del comportamiento de los sectores productivos que lo insumen. La proyección sobre su crecimiento así como los efectos que se originarán en la demanda del mineral, se han estimado en base a 2 métodos de --- cálculo realizado sobre las importaciones históricas y no sobre la determinación del Consumo Nacional Aparente, el cual - no es posible medirlo en función de la información disponible, cuya presentación en el caso de la producción es el mineral en concentrado, las importaciones se refieren al mineral en bruto y las exportaciones comprenden mineral de tungsteno y concentrados. Por lo que las estimaciones se efectuaron en función de las importaciones considerando: los fines metodológicos que pretende el presente estudio y dado que estas son representativas de los niveles de consumo de tungsteno, siendo el 100% de ellas integradas a los procesos productivos del sector industrial nacional.<sup>22/</sup>

El primer método parte de un enfoque meramente matemático cuyos antecedentes son las importaciones históricas de tungste

<sup>22/</sup> Es necesario profundizar en el análisis de la demanda mediante la recopilación de datos de fuentes directas, como entrevistas y cuestionarios con empresas productoras y comercializadoras.

no que durante el periodo 1970-1982 crecieron a una tasa media del 8.4%, resultado del fuerte crecimiento que la economía mexicana sostuvo durante los últimos años de la década de los setenta y principios de los ochenta. Sin embargo, esta expansión culminó en el año de 1982, cuando el país se vio sometido a una fuerte crisis que contrajo el crecimiento de las principales ramas económicas prolongándose hasta 1983. Para 1984 y 1985 la economía del país inicia una recuperación cuando el PIB logra un crecimiento que sin llegar a los niveles prevalecientes en los años precedentes a 1982, es superior a este último año y al de 1983. Apoyándose en el comportamiento de los últimos años 1980-1985 y tomando como base el comportamiento de las tasas de crecimiento real del Producto Interno Bruto en ese periodo, se ha estimado una demanda para 1986-1990 correlacionando como variable independiente el PIB nacional y la variable dependiente con los volúmenes de importación. El modelo matemático se desarrolló en base al método de regresión sobre cuatro ecuaciones: regresión lineal, regresión logarítmica, regresión exponencial y regresión potencial.

Los datos correlacionados son:

AÑOS	(X)	(Y)	AÑOS	PIB T.C.A.	IMPORTACIONES TONELADAS
	PIB T.C.A.	IMPORTACIONES TONELADAS			
1970	6.9	19	1977	3.4	32
1971	4.2	9	1978	8.2	24
1972	8.5	16	1979	9.2	102
1973	8.4	26	1980	8.3	117
1974	6.1	18	1981	8.8	113
1975	5.6	22	23/		
1976	4.2	28	1985	2.6	108

El cálculo de la Regresión Lineal se basó en la siguiente fórmula:

$$y = A + Bx$$

$$B = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$A = \frac{\sum y - B \cdot \sum x}{n}$$

$$r = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\left( n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2 \right)^{1/2} \left( n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2 \right)^{1/2}}$$

Regresión Logarítmica.

$$\text{Fórmula: } y = A + B \ln x$$

Regresión Exponencial.

$$\text{Fórmula: } y = A \cdot e^{Bx}$$

23/ Las cifras de los años 1982-1984 fueron excluidos por considerarlos años atípicos.

$$1.- E \ln y = n \ln a + \ln b E x$$

$$2.- E \ln y = \ln a E x + \ln b E x^2$$

y la Regresión Potencial.

$$\text{Fórmula: } y = A \cdot x^B$$

$$\ln y = \ln a + b \ln x \quad (y = ax^b)$$

$$E \ln y = n \ln a + b E(\ln x)$$

$$E(\ln x \ln y) + E \ln x \ln a + b E(\ln x)$$

Del análisis desarrollado con cada una de las ecuaciones se obtuvieron los siguientes resultados:

AÑOS	R.Lineal	R.Logarit.	R.Expon.	R.Potencial
1986	108.4	107.8	108.0	106.9
1987	108.3	108.9	108.9	107.8
1988	108.8	108.8	108.8	107.5
1989	108.8	108.9	108.9	107.9
1990	109.0	108.9	108.9	107.9

La ecuación seleccionada fue la Lineal por ser la que se ajustó más a los datos históricos. En base a esta se ha estimado que las importaciones de tungsteno para el periodo 1986-1990 tendrán una tendencia moderada creciente, registrando una tasa de crecimiento anual del orden del 1.0% pasando de 108.4 toneladas en 1985 a 109.0 toneladas en 1990. (Figura No. 4).

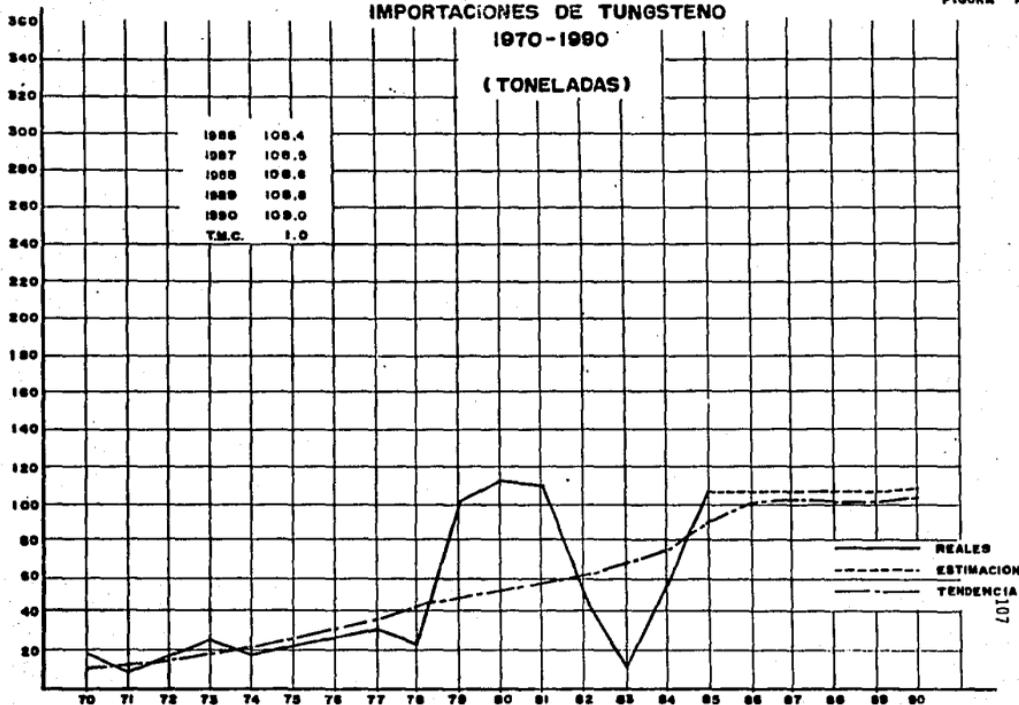
TONS.

FIGURA No. 4

IMPORTACIONES DE TUNGSTENO

1970-1990

(TONELADAS)



107

El segundo método de estimación de las importaciones de tungsteno, parte de la influencia que tiene este producto en el consumo intermedio de las ramas metálicas básicas, maquinaria y equipo y otras industrias manufactureras (división VII, VIII y IX del Sistema de Cuentas Nacionales S.P.P.), aquí se encontró en base a una prueba piloto realizada para ubicar a las empresas importadoras de este metal en las ramas mencionadas que el tungsteno representaba el 0.0002% en el consumo intermedio de las industrias metálicas básicas, el 0.00004% en las de maquinaria y equipo y el 0.001% en otras industrias manufactureras. 24/

Con base a estos índices y considerando las proyecciones de la economía mexicana realizados por el informe "CIEMEX-WEFA", se estiman los consumos intermedios hasta 1990 de estas ramas para posteriormente aplicar los índices señalados y obtener los siguientes resultados: Las importaciones de tungsteno crecerán a una tasa promedio anual del 0.05% al pasar de 102.5 toneladas en 1986 a 105.1 en 1990 esta proyección resulta más conservadora que la anterior pues mantiene implícito el supuesto que la economía mexicana y el sector manufacturero en el futuro observarán crecimientos moderados.

24/ Sistema de Cuentas Nacionales de la S.P.P.

En la rama que comprende otras industrias manufactureras las necesidades del tungsteno crecerán a una tasa promedio de --- 5.2% demandando 15.5 tons. para 1986 y para 1990, 22.1 tons., en la rama de metálicas básicas el crecimiento es del 5.1% al demandar 19.4 tons. para 1986 y 27.5 tons. para 1990, en maquinaria y equipo el crecimiento es el mismo de la rama anterior al pasar 8.5 tons. a 12. tons. de 1986 a 1990.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El tungsteno es un mineral metálico relativamente duro, se le conoce también con el nombre de volframio y se representa con el símbolo W.

El tungsteno tiene dos propiedades físicas que le dan una importancia industrial: Baja presión de vapor a altas temperaturas, lo cual permite aprovechar su alto punto de fusión (3400°C), y capacidad de endurecer los metales con los que forma aleaciones como los aceros de tungsteno.

Entre las propiedades químicas, lo que más destaca es que el tungsteno no se oxida por el aire a temperaturas ordinarias, es resistente al agua, sin embargo se oxida rápidamente al calor rojo y es vulnerable al ataque del nitrato sódico fundido.

El carbono, el boro y el silicio forman compuestos con el tungsteno a altas temperaturas, no obstante en términos generales el uso de los compuestos del tungsteno tiene pocas aplicaciones de importancia, salvo el carburo de tungsteno que al cementarse adquiere una dureza cercana a la del Diamante, por lo que se hace apropiado para la fabricación de piezas resistentes al desgaste; éste metal es utilizado en los sectores industriales como son: Minería, Siderurgia, -

Transporte, Química, Bienes de Capital, Electrónica y en la fabricación de armamento.

Uno de los usos de gran importancia económica del tungsteno es la manufactura de aleaciones férreas y carburos de tungsteno que son productos intermedios utilizados en forma extensiva por el sector industrial; debido a que en nuestro país existe un escaso desarrollo de la industria del tungsteno su utilización es limitada, no obstante los usos y aplicaciones han ido cobrando mayor relevancia a medida que crecen las ramas económicas que lo consumen, ya sea como insumo o producto final. En este último registra una mayor utilización, pues es aplicado en productos diversos como herramientas de corte, dados para el estiraje de alambre, toberas, cuchillos, equipos de perforación, etc.

Como el tungsteno es uno de los minerales más raros en el mundo, la tecnología actual sólo permite recuperar determinados volúmenes con ciertos contenidos de tungsteno, de aquí que la extracción se realice en los llamados yacimientos minerales, estas son áreas en donde se presentan uno o varios elementos en forma concentrada, lo que los hace apropiados para una explotación económicamente rentable.

Existen más de veinte especies mineralógicas del tungsteno, pero sólo los minerales del grupo de la volframita y scheelita son importantes, en virtud de que su grado de concentración es mayor y por lo tanto resulta económicamente factible.

Las reservas probadas de tungsteno a nivel mundial son del orden de 2.9 millones de toneladas métricas, ello tiene especial importancia dado que el tungsteno actualmente tiene pocos sustitutos y generalmente el empleo de estos es costoso e incluso más difícil su tratamiento.

La producción mundial del tungsteno registra un comportamiento cíclico e irregular, debido a varios factores importantes que van desde la existencia de conflictos bélicos internacionales, las diferentes políticas de conservación de inventarios, derivado de su carácter estratégico que guarda el metal, hasta la estacionalidad en la explotación de las minas expuestas a fenómenos naturales previsible e imprevisibles.

El mayor productor es China y es el país que tiene las mayores reservas (1.3 millones de toneladas métricas). Le siguen en importancia la Unión Soviética, Canadá, Estados Uni

dos y Australia y algunos países en vías de desarrollo como son: Bolivia, Sudcorea y Tailandia.

Después de varios años de una situación favorable en el -- mercado mundial de tungsteno, en los años de 1981 y 1982 -- los niveles alcanzados descendieron drásticamente al 5.0% y al 13.0% respectivamente. De 1983 hasta 1985 el mercado y la producción del metal continúa deprimida, de tal forma que las expectativas de una recuperación acelerada a corto plazo no son alentadoras.

La gran capacidad de producción de las instalaciones de extracción y beneficio del tungsteno (algunas permanecen cerradas y otras a nivel de operación abajo de su punto de equilibrio), hace pensar que a largo plazo y una vez mejoradas las condiciones del mercado, la producción del tungsteno se restablezca a niveles razonables de equilibrio entre oferta y demanda.

El consumo mundial ha mostrado un comportamiento también -- muy variable por los factores antes señalados; los países desarrollados consumen aproximadamente las dos terceras -- partes del total mundial y son por lo tanto los que más influyen en las fluctuaciones de los precios.

Los países de economía de mercado consumen aproximadamente el 24.0% de la producción de concentrados de tungsteno y generalmente se canaliza a empresas integradas, quienes logran mayores utilidades con la venta de productos elaborados en lugar de la comercialización de concentrados.

Asimismo obtienen un ingreso adicional en divisas por la exportación del producto con mayor valor agregado. En 1987 el precio internacional cayó a niveles críticos, siendo la peor cotización de la historia en los últimos 20 años.

Referente a la producción de tungsteno en México, esta data del año de 1915, cuando la primera guerra mundial estimula la producción de este metal, y es hasta 1934 cuando se registran estadísticas completas de la producción en el país.

Dentro de las empresas que iniciaron la producción de tungsteno en las últimas décadas destacan: la Compañía Minera - la Perla, S.A. creada en 1954; la Compañía Fresnillo Unidad Naica y la Unidad Inguarán de Industrial Minera México.

A principios de los años ochentas la producción nacional -

de tungsteno se contrae como consecuencia de la fuerte recesión internacional que influye en las cotizaciones del metal y en los volúmenes producidos. Así en 1981 la producción alcanza 199 toneladas y en 1982 desciende casi al 100% y para 1983 sólo se logra un volumen de 90 toneladas. Durante 1984 y 1985 se observa una recuperación en la economía nacional que incide favorablemente en la producción del tungsteno, debido al incremento de los sectores intermedios que lo insumen de tal forma que la producción pasa de 274 a 282 toneladas de 1984 a 1985.

En relación al consumo nacional del tungsteno, este se reduce drásticamente a partir de 1983, porque el estado ---- irrumpe de manera radical las compras del exterior de productos en general ante la peor crisis económica que enfrentaba el país. Aunado a ello la producción cae y, por ende, las exportaciones de mineral de tungsteno se contraen. A partir de 1985 las importaciones se recuperan aceleradamente logrando alcanzar un volumen de 107 toneladas.

A nivel mundial se prevén mayores aplicaciones en áreas relativamente nuevas que tienden a satisfacer necesidades de materiales que presentan características como: dureza, solidez, resistencia a altas temperaturas, a la oxidación y

a la corrosión. Las investigaciones realizadas actualmente han abierto nuevas esferas del uso del metal como son: lubricantes sólidos, lámparas fluorescentes, rayos laser, aeronáutica, robótica, en la fabricación de catalizadores empleados en las industrias del petróleo, instrumentos de alta conductividad sometidos a temperaturas elevadas, --- reactores, etc., lo cual debe considerarse prometedor, ya que, a futuro se vislumbra un crecimiento de la demanda - internacional del tungsteno, que se verá apoyado al consolidarse los indicios de recuperación económica de los países desarrollados.

Según estudios publicados por la Secretaría de la UNCTAD - para el año de 1990 el consumo total proyectado será de -- 52,000 toneladas aproximadamente, registrando una tasa promedio de crecimiento del 1.8% anual en el periodo 1985-1990. Esta demanda podrá cubrirse si consideramos que existe una gran capacidad instalada de extracción y beneficio que actualmente esta subutilizada; asimismo los nuevos proyectos para extraer el mineral como son: los de la empresa Minera Regina localizada en el Perú, con fecha estimada de terminación 1988-1989; los proyectos de factibilidad de la empresa Amax, Hemerdon; y las propuestas de proyectos de --- Rajasthan Tungsten en la India, y el de Docegeo en Carajas.

**Brasil.**

De lo anteriormente analizado se concluye lo siguiente: el mercado del tungsteno ha estado determinado fundamentalmente por los conflictos bélicos que se han sucedido en la historia a nivel internacional. En la actualidad el desarrollo de nuevas ramas industriales ha contribuido en la demanda del mineral debido a la diversificación de sus usos y aplicaciones vinculados al desarrollo tecnológico de productos y procesos industriales.

De acuerdo a las estimaciones de la oferta y demanda futura en base a datos históricos no se denota una demanda potencial del tungsteno. No obstante, los indicios de una recuperación económica de los países industrializados, así como la demanda no cuantificada de las nuevas ramas económicas que lo consumirán, indican que habrá un requerimiento potencial a mediano plazo, lo que influirá directamente a la alza en los precios internacionales del producto haciendo atractiva su explotación.

Esta situación debe ser aprovechada por México y prepararse para el futuro inmediato, por medio de una negociación en la cual se establezca un intercambio equitativo entre los

países desarrollados a los que se les exporta el mineral y México. Este comercializaría determinada cantidad ---- (controlada) anual de tungsteno en bruto y/o concentrado a cambio de tecnología que contribuya a procesar productos más refinados y elaborados a mediano plazo. Para ello se rá necesario aumentar las inversiones públicas y priva--- das; formar recursos humanos más capacitados; adoptar nuevas tecnologías en productos y en procesos; desarrollar - sistemas más eficientes de administración y comercialización; apoyar metas que aseguren la viabilidad de nuevos - proyectos y aplicar una estrategia audaz e inteligente de incentivos fiscales.

Tácitamente, deberá tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

Los recientes descubrimientos en los campos de la aeronautica, informática y superconductividad, se basa general-- mente en la creación de nuevas aleaciones, su desarrollo tecnológico y el incremento de sus aplicaciones han logrado conseguir un interés económico y una importancia tal - que hoy en día la producción de dichos metales (dentro de los cuales se encuentran las aleaciones de tungsteno) no sea suficiente para satisfacer la demanda industrial, aún

cuando el mineral en Bruto tiene gran abundancia..

México sigue siendo un país virgen en lo concerniente a la investigación y a la explotación de estas nuevas aleaciones, debido a que el país no cuenta con la tecnología personal especializado, financiamientos e infraestructura adecuada para su producción. Sin embargo son tan amplias sus posibilidades que sería una lástima que permaneciera al margen de la carrera para explotar los nuevos metales como es el tungsteno manufacturado.

Por último es importante acotar que la información utilizada para la realización del presente trabajo fue en términos generales limitada debido a que las fuentes oficiales emiten datos no actualizados (en algunos casos es deficiente), y en las fuentes privadas no hay acceso a ella, motivo por el cual las cifras manejadas en el estudio se consideran hasta 1985.

El estudio de mercado deberá ampliarse en base a investigaciones directas que abarquen a productores, consumidores y distribuidores, ya que la información existente en las dependencias oficiales no permite el empleo adecuado de las técnicas de análisis estadístico por su inconsistencia e insuficiencia.

**ANEXO**

**BREVE DESCRIPCION DE PROBLEMAS DE ORDEN  
TECNICO ECONOMICO EN LA PRODUCCION DEL  
TUNGSTENO.**

El tungsteno es un metal relativamente nuevo, ya que su manufactura se inició a partir de 1900, actualmente se -- considera un metal estratégico debido a su gran utiliza-- ción en el diseño de partes y componentes de las tecnolo-- gías modernas.

Los minerales del tungsteno se dividen en dos grupos:

1) El grupo Wolframita

- a) Ferberita
- b) Wolframita
- c) Hubnerita

2) Grupo Scheelita

- a) Scheelita

La ferberita es un mineral monoclinico hierro-tungste-- no, teniendo la composición  $FeWO_4$  cuando está puro -- puede contener no más del 20% de hubnerita  $MnWO_4$ .

Asimismo, la wolframita es también un mineral mono-- clinico contiene ferberita  $FeWO_4$  y hubnerita  $MnWO_4$  en proporciones de 80%  $MnWO_4$  y 20% de  $FeWO_4$  ó 80% de ---  $FeWO_4$  y 20% de  $MnWO_4$ . Estos tres minerales forman --

una serie continua de hierro-manganeso-tungsteno.

La hubnerita mineral monoclinico manganeso-tungsteno, tiene la composición  $MnWO_4$  en estado puro pudiendo -- contener no más del 20% de ferberita  $FeWO_4$ .

Algunos otros minerales pueden estar considerados en el grupo de la wolframita, pero no son económicamente importantes como minerales de tungsteno, siendo éstos: Reinita  $FeWO_4$ , Ferritungstenita  $Fe_2O_3 \cdot Wo_3 \cdot 6H_2O$ , Tungstenita -  $WO_3 \cdot H_2O$  ó  $H_2WO_4$ , Torotungstenita  $2WO_3 \cdot H_2O + (ThO_2 \ CIO_2 \ ZrO_2) H_2O$ , Hidrotungstenita ( $H_2WO_2 \cdot H_2O$ ), limonita  $(Fe_2O_3)_n \ WO_3 (H_2O)_n$  y Rusellita ( $BiO_3 \cdot WO_3$ ).

En el grupo de la Scheelita el único mineral económico es la Scheelita; no obstante existen minerales con contenidos metálicos como: Wolfrenita ( $Pb \ Mo \ WO_4$ ), Cuproscheelita y Cuprotungstita ( $Ca, Cu$ )  $Wo_4$ .

Existen diferentes formas de mineralización para cada depósito de tungsteno, por lo que resulta problemático seleccionar el método apropiado de concentración, por lo que -- dependiendo del mineral de que se trate debe tomarse en

cuenta las características de los minerales, tamaño de las partículas, dureza, etc.

Los minerales vienen generalmente asociados con: piritas, arsenopiritas, espaldarita, calcita, etc., así como estaño molibdeno y bismuto. La presencia de estos minerales en la producción de concentrados cuando son en cantidades aceptables (desde 60%), no repercute en la penalización del precio. Aunque en ocasiones el proceso de molido se complica por efecto de los minerales subsidiarios -estaño, molibdeno o bismuto-. Si éstos se presentan en cantidades suficientes en el mineral, es posible su recuperación.

La mayor parte de los depósitos de tungsteno son de bajos grados, el límite inferior del grado del mineral concentrado depende primariamente del valor del mercado de los mismos. El objeto de moler el mineral es obtener concentrados que contengan 60%  $WO_3$ . En mineral de scheelita se recupera 60 a 65%, con minerales de Wolframita se recupera aproximadamente un 70% como razonable y de 80 a 90% en casos excepcionales.

Los métodos generalmente aceptados para la concentración de minerales de tungsteno y mejoramiento de los concentra-

dos son: gravimétrico, flotación, magnético, electrostático, neumático, tostación y lixiviación. La bondad de los tratamientos de los minerales o sus concentrados con respecto a un método o la combinación de los métodos depende de los tipos de mineral y sus minerales asociados.

De acuerdo con lo anterior el tratamiento del mineral recomendable es el siguiente:

<u>MATERIALES PARA TRATAMIENTO</u>	<u>METODO USADO</u>
Mineral simple de Wolframita	Gravimétrico, flotación.
Wolframita en concentrado.	Mesas concentradoras <u>neumáticas</u> .
Mineral de Wolframita y Caserita	Gravimétrico, flotación magnético.
Concentrados de Wolframita y Scheelita.	Magnético
Concentrados de Wolframita, Caserita y Bismuto.	Magnético y lixiviación.
Mineral de Wolframita, Scheelita y Caserita.	Gravimétrico, flotación magnético, electrostático.
Mineral de Wolframita y Molibdenita.	Gravimétrico, flotación
Minerales Wolframita, Pirita y otros sulfuros.	Gravimétrico, flotación tostación
Mineral simple de Scheelita.	Gravimétrico, flotación

Concentrados de Scheelita y Caserita.

Electrotástico.

Mineral de Scheelita, Apatita, y Calcita.

Gravimétrico, flotación y lixiviación.

Wolframita mineral y concentrados:

- 1) Wolframita - molibdenita  
Flotación para separar la molibdenita.
- 2) Concentrados de pirita.  
Tostación para remover los óxidos de hierro.
- 3) Wolframita - Bismuto  
separación magnética.
- 4) Wolframita - estaño.  
separación magnética
- 5) Wolframio - estaño - bismuto  
separación magnética seguida de tostación para separar el bismuto de la caserita.

En la mayoría de los casos, los elementos presentes de mayor problema son el molibdeno, bismuto y los sulfuros, de los tres el más difícil de separar es el molibdeno, si está presente en forma de combinación química con tungsteno y calcio (tipo powellite) la dificultad es extrema y sólo puede separarse por tratamiento químico. Cuando el mine-

ral se presenta como molibdeno o asociado con minerales de hierro es separado por flotación o limpieza magnética. Los sulfuros cuando se presentan, son separados por los métodos magnético, flotación o tostación o una combinación de los tres.

En nuestro país en donde la producción de tungsteno es en base a minerales de scheelita, los tratamientos pueden hacerse sin muchas dificultades, los métodos utilizados son la concentración gravimétrica y flotación, la composición del mineral de scheelita es la siguiente para los depósitos nacionales:

- $WO_4$ .....	45 a 62%
- p .....	0.15 a 0.30%
- S .....	2.04 a 0.6%
- Cu .....	0.65 a 0.7%
- Mo .....	1.0 a 1.5%

B I B L I O G R A F I A

AMERICAN METAL MARKET. METAL STATISTICS, Varios números (1960, 1970, 1986).

ARREOLA BARRENECHEA, "El Papel de las Instituciones Económicas Internacionales: Diálogo Norte-Sur, La estrategia de los países industrializados", Cuadernos sobre prospectiva energética, Colegio de México, junio 1980.

BANCO DE MEXICO, Informe anual 1960-1987, México, D.F.

BUREAU OF MINES, MINERAL COMMODITY SUMMARIES, 1986, United States, Department of the Interior.

BUREAU OF MINES, United States, Department of the Interior. Tungsten, A --- Chapter from Mineral Facts and Problems, 1985 Edition. Washington, D.C.

CIEMEX-WEFA, Perspectivas económicas de México, Proyecto Macroeconómico, Juño de 1988.

COMISION DE FOMENTO MINERO, -MEMORIA SEXENAL 1970-1976

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES, SEMIP, Anuario estadístico de Minería Mexicana, 1984, 1985 México.

DE DANA REVARTE, Minerología, Editorial España.

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ECONOMICOS DEL BANCO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR, El Tungsteno y sus productos, Revista de Comercio Exterior, vol. 27, núms. 6, 7, y 9, vol. 28, núm. 1, México, Junio, Julio y Septiembre de 1977 y Enero de 1978.

ENGINEERING AND MINING JOURNAL, Review Outlook, McGraw, Hill, USA, 1983, --- 1986.

GONZALEZ REYNA GENARO, Riqueza minera y yacimientos minerales de México, Banco de México. 1956.

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO, Hojas de Cuentas por Cobrar, 1977-1980.

MADERO BRACHO ENRIQUE, Los efectos distorcionantes del dólar sobre el precio de los metales. XVI Convención Nacional de la AIMGM, 1985.

MINERAL COMMODITY PROFILES, MCP-21 United States, September, 1978.

MINERAL COMMODITY SUMMARIES, 1985.

MINERAL YEARBOOK, Bureau of mines, 1978, 1980, 1982, y 1986, Metal Statistics, United States, Department of the Interior.

MIRIAN ISAAC, Industrias nuevas y estratégicas de desarrollo con América Latina, CIDE, México, Junio 1986.

QUARTERLY BULLETIN OF THE UNCTAD, Committee on Tungsten: Tungsten Statistics. V. 20, No. 1, January 1986.

RODRIGUEZ OCTAVIO, La Teoría del Subdesarrollo de la CEPAL, Ed. Siglo XXI, 4a Edición 1984.

SECRETARIA DE ENERGIA MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL, Registros e Informes de la Dirección General de Minas. 1986.

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO, Tabuladores de Importación de la Dirección General de Aduanas. 1981-1986.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, Criterios Generales de Política Económica, México, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987 y 1988.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, Sistema de Cuentas Nacionales, México, 1987.

SECRETARIA DE LA UNCTAD, Organización de las Naciones Unidas, 1985.

TORRES REYES ALEJANDRO, Metalurgia no ferrosa, México 1984, editorial limusa.

URIAS HOMERO, ¿Quién controla la minería mexicana?. Revista de Comercio Exterior, vol. 30, No. 9 México 1988.