

53/80

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

TITULO DEL TEMA:

WOLFRAMIO EN EL ESTADO DE SONORA

NOMBRE DEL SUSTENTANTE

47 *Adalberto Abdalá Calderón Trujillo*

CARRERA:

INGENIERO QUIMICO METALURGICO

AÑO: 1974.



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 esta 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.

CLAS. Tesis  
ADQ. 1974  
FECHA Mar 4/74  
PROC.



QUIMICA

*Jurado asignado originalmente según el Tema:*

<b>PRESIDENTE</b>	<b>ING. MARIO MEDINA VALENZUELA</b>
<b>VOCAL</b>	<b>ING. CESAR A. RINCON ORTA</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>ING. ALBERTO OBREGON PEREZ</b>
<b>1er. SUPLENTE</b>	<b>ING. JOSE CAMPOS CAUDILLO</b>
<b>2do. SUPLENTE</b>	<b>ING. CARLOS ARANGO SOLORZANO</b>

*Sitio donde se desarrolló el Tema:*

**MEXICO, D. F.**

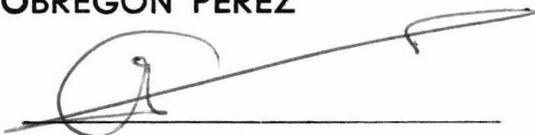
*Nombre Completo y firma del Sustentante:*

**ADALBERTO ABDALA CALDERON TRUJILLO**



*Nombre Completo y firma del Asesor del Tema:*

**ING. ALBERTO OBREGON PEREZ**



A mi padre, señor  
**José Angel Calderón Martínez**

Quien en los momentos críticos de mis estudios  
supo orientarme logrando llegar venturoso,  
hasta donde me encuentro.

A mi madre, señora  
**María Luisa Trujillo de Calderón**

La que sin falsas posturas y con voz persuasiva  
me acompañó en la brega cuya primera etapa  
toca a su fin.

A mis hermanos

Ramón y María del Rosario,  
José Angel y Martha Eugenia,  
Sylvia y Elizar,  
Francisco Javier y Rosa Amelia,  
Luis Enrique y María Elena,  
Eduardo e Isela,  
María Eduwiges y Luis Alfonso,  
María Luisa

Y en especial a

José Raymundo y María del Carmen

Para todos mi reconocimiento por su  
participación entusiasta en la culmi-  
nación de mis estudios.

A José Angel Calderón Meléndrez,  
Carlos Alberto Torres Calderón  
y demás sobrinos

Con sincero cariño.

**A Florina**

**Con Amor.**

A mis amigos los señores

Miguel Alonso Pérez,  
Carlos Gasca González,  
Andrés Alvarado Sánchez,  
Alejo Oliva González,  
Lomelí Reyes González,  
Manuel Garcés Roiz,  
Merced Sepúlveda Buelna,  
José Aurelio Padilla Meraz.

Como testimonio de mi sincero aprecio.

Con respeto y admiración a los señores

Ing. Alberto Obregón Pérez.  
Ing. Pedro Trelles Serna,  
Ing. René Valdéz R.,  
Profr. Héctor Manuel Gallego Loya,  
Don Raúl Campuzano R.

En reconocimiento a su valiosa y desinteresada colaboración para dar forma a la presente tesis.

A mis compañeros, maestros y amigos

La unión por el ideal de superación; guiados por sus sabias concepciones y alentado por la pureza de su amistad, fué la hermosa amalgama que me hizo triunfar.

**Al H. Jurado.**

**A la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.**

**Al Estado Libre y Soberano de Sonora.**

<b>INDICE GENERAL.</b>	<b>PAGINA.</b>
CAPITULO I.— INTRODUCCION .....	12
CAPITULO II.— MONOGRAFIA DEL ESTADO DE SONORA .....	15
A).— Situación ... .. .	16
B).— Límites ... .. .	16
C).— Superficie ... .. .	16
D).— Relieve ... .. .	16
E).— Litorales e Islas ... .. .	17
F).— Rocas Superficiales ... .. .	17
G).—Clima ... .. .	17
H).— Hidrografía ... .. .	17
I).— Suelos ... .. .	17
J).— División Administrativa ... .. .	18
K).— Población ... .. .	20
L).— Instituciones de Educación Superior ... .. .	21
M).— Comunicaciones ... .. .	21
N).— Energía Eléctrica ... .. .	21
O).— Agricultura ... .. .	22
P).— Ganadería ... .. .	22
Q).— Silvicultura ... .. .	22
R).— Pesca ... .. .	22
S).— Industrias ... .. .	22
T).— Origen Histórico ... .. .	23
U).— Mapa ... .. .	23



<b>CAPITULO VI.— MERCADO NACIONAL, MERCADO MUNDIAL E INDUSTRIALIZACION DEL WOLFRAMIO EN MEXICO .....</b>	<b>59</b>
<b>1.— MERCADO NACIONAL .....</b>	<b>60</b>
<b>A).— OFERTA .....</b>	<b>60</b>
<b>1.— Producción:</b>	
1.1.— Volumen y Valor .....	60
1.2.— Localización de la Producción .....	61
1.3.— Por Empresas .....	61
1.4.— Tendencia de la Producción Nacional ..	63
1.5.— Yacimientos y Reservas .....	64
<b>2.— Importaciones:—</b>	
2.1.— Volumen, Valor y Formas de Presentación	64
2.2.— Países de Origen .....	67
2.3.— Importación por Empresas .....	67
2.4.— Tendencia de las Importaciones .....	67
<b>B).— DEMANDA .....</b>	<b>67</b>
1.— Volumen .....	67
2.— Por Ramas Industriales .....	68
3.— Consumo por Empresas .....	68
4.— Especificaciones .....	69
5.— Perspectivas de la Demanda Nacional .....	69
<b>C).— EXPORTACIONES .....</b>	<b>69</b>
1.— Volumen y Valor .....	69
2.— Formas de Exportación .....	70
3.— Países de Destino .....	70
4.— Tendencia de las Exportaciones .....	71

D).— PRECIOS . . . . .	71
1.— Nacionales . . . . .	71
2.— De Importación . . . . .	72
E).— ASPECTOS FISCALES:— . . . . .	72
1.— Impuestos . . . . .	72
2.— Subsidios . . . . .	74
II.— MERCADO MUNDIAL . . . . .	74
A).— OFERTA . . . . .	74
1.— Producción por Países . . . . .	75
2.— Principales Países Exportadores . . . . .	77
3.— Perspectivas de la Producción Mundial . . . . .	78
B).— DEMANDA . . . . .	78
1.— Principales Países Importadores . . . . .	78
2.— Consumo por Países . . . . .	79
3.— Perspectivas del Consumo Mundial . . . . .	80
C).— PRECIOS INTERNACIONALES . . . . .	81
III.— INDUSTRIALIZACION DEL WOLFRAMIO EN MEXICO . . . . .	82
CAPITULO VII.— CONCLUSIONES . . . . .	83
CAPITULO VIII.— BIBLIOGRAFIA . . . . .	87

**CAPITULO I**

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

El Estado de Sonora es, en potencia, minero.- El escudo del Estado en la esquina superior izquierda de su alegoría simboliza esta actividad con una roca abierta en sus entrañas y cruzada por un pico y una pala, destacando que la minería, es vértebra de su productividad creadora.

Tiene pues, grandes yacimientos metalúrgicos, cuya explotación no es limitada en la actualidad; pero mi interés es desarrollar una Monografía tan completa como me sea posible sobre un metal de gran demanda mundial denominado Wolframio ó Tungsteno.

Por lo tanto, el presente estudio se enfoca solamente al Estado aludido y los capítulos que lo estructuran tratarán de explicar los distintos aspectos monográficos de la Entidad; llevando en sí el particular propósito de divulgar conocimientos sobre este elemento químico para que sea mejor entendido y con esa idea inicio mi tesis profesional con generalidades que abarcan diversos aspectos del mismo metal. y en detalle las minas o yacimientos que existen de Wolframio y las que actualmente están en explotación, complementando lo que a Tungsteno se refiere con el mercado nacional y mundial del elemento, así como la industrialización que de él se hace en México; para después pasar a las conclusiones que sobre todo el desarrollo anterior llegué a obtener.

Preocupa particularmente al Gobierno del Estado conocer, lo más exhaustivamente posible, los problemas que se oponen al progreso de las zonas o regiones marginadas, con el propósito de proponer soluciones, adoptar criterios y dictar las medidas necesarias para lograr que el desarrollo de toda la Entidad sea uniforme, especialmente en lo que a minería respecta.

El desarrollo económico significa lograr avances en todas las actividades productivas mediante la aplicación de las prácticas más avanzadas de la tecnología moderna; asimismo, descubrir nuevas posibilidades de actuación económica por parte de la población, con la finalidad de mejorar su nivel de vida y elevar el estandar de bienestar y progreso del conglomerado.

Todo desarrollo económico exige la realización de grandes esfuerzos, demanda confianza y responsabilidad en las actividades a emprender, y sobre todo, precisa actuar, no solo de parte del sector público sino especialmente de la población misma, que es, en todo caso, donde radican enteramente sus posibilidades de superación.

Es por eso que es necesario como objetivo primordial conocer los problemas que obstaculizan el progreso de las regiones mineras, evaluar los re-

curso con que cuentan y planear las principales actividades a fin de impulsar su desarrollo económico y social.

Para un conocimiento geográfico más preciso de las áreas en donde se localizan los principales yacimientos de este metal se anexa un mapa del Estado de Sonora; así como también cuadros sinópticos de producción y gráficas de producción.

Solo me resta agradecer a todas aquellas personas que directa o indirectamente intervinieron con su valiosa ayuda para la realización de este trabajo y que por ello les estaré profundamente agradecido y que si algún error se encuentra en esta Monografía en la que puse todo mi empeño y convicción por hacerla lo mejor posible solo yo seré el responsable.

Mis agradecimientos muy especiales van dirigidos a dos personas que bastante se esforzaron porque este estudio se desarrollase en la mejor forma; ellos son mi asesor del tema Ing. Alberto Obregón Pérez y el señor Ing. Don Pedro Trelles Serna; con las que siempre conté para que éste trabajo llegase a los fines perseguidos.

Adalberto Abdalá Calderón Trujillo.

C A P I T U L O I I

**MONOGRAFIA DEL ESTADO DE SONORA.**

A).— SITUACION :

El Estado de Sonora, está situado en la parte norte de la Sierra Madre Occidental y en la Llanura Costera del Golfo de California entre los 26° 13' y 32° 30' de latitud norte y los 108° 27' 18" y 115° 03' 28" de longitud oeste en relación con el meridiano de Greenwich.

B).— LIMITES :

En la parte norte limita con los Estados Unidos de Norteamérica en una longitud de 588 kilómetros 299 metros; al sur y oeste con el Golfo de California cuyo litoral tiene 816 kilómetros en línea recta y siguiendo sus inflexiones mide 1,400 kilómetros aproximadamente; al noroeste con el golfo citado y el Estado de Baja California con una frontera de 89 kilómetros 260 metros; al sur y sureste, con el Estado de Sinaloa y al este con el de Chihuahua. no estando determinada con exactitud la longitud de los límites con las dos entidades mencionadas.

C).— SUPERFICIE :

Por su extensión el Estado de Sonora, ocupa el segundo lugar en el país con 184,934 kilómetros cuadrados, equivalentes al 9.37 % de la superficie total de la República Mexicana.

D).— RELIEVE :

La Sierra Madre Occidental, cubre gran parte del norte, centro y este del Estado.- La mayor elevación se encuentra en la sierra de Teras en el noreste; paralela a ella están las sierras de Villa Hidalgo (antes Oputo), Naco-cozari y Aconchi y al sur de éstas, las de Batuc, Bacatete y otras.- Entre las sierras y el litoral se forma una llanura en la que sobresalen pequeñas sierras y cerros aislados: en el noroeste (Desierto de Altar), destacan, la sierrita volcánica del Pinacate la sierra Prieta y la de Sonoita.- Elevaciones y cerros de altura no mayor de 1,000 metros bordean el litoral desde el sur de la desembocadura del río Concepción hasta la del río Sonora; al sur de ésta se encuentran los Llanos de San Juan Bautista.- En la zona cercana a la Bahía de Guaymas destaca, entre otras, la sierra del Bacatete y más al sur, las de Baroyeca y Alamos.

#### E).— LITORALES E ISLAS :

El litoral, al norte del estero Lobos, es bajo, arenoso y cubierto de médanos; desde el sur de la Bahía de Guaymas hasta los límites con el Estado de Sinaloa son muy abundantes los esteros.- Las islas e islotes que pertenecen a la Entidad son muy numerosas: Tiburón, separada del continente por el Canal del Infiernillo y es la isla más grande de México; Pelicano, Tortuga, Patos, San Esteban, Piedras Blancas, San Pedro Nolasco, Pitahaya, Pájaros, Ciaris, Algodones, Arboleda, Basacari, Santa Lugarda, Las Viejas y otras.

#### F).— ROCAS SUPERFICIALES :

Predominan rocas volcánicas extrusivas del terciario en las que afloran: al noroeste, rocas precámbricas metamórficas; sobre las sierras, calizas secundarias y rocas intrusivas terciarias; en el litoral, sedimentos arenosos recientes.

#### G).— CLIMA :

Seco ó árido en la llanura costera, semiseco en las laderas montañosas y templado subhúmedo en las partes más elevadas de las sierras.- Las lluvias, en la mitad norte del Estado son poco abundantes en todas las estaciones, y en la mitad sur, se concentran en el verano. Todos los climas son extremos.- Las condiciones de la Ciudad de Hermosillo, capital del Estado son: altitud 237 metros; temperatura media anual 25.2°C; precipitación anual 244 milímetros; mes más caliente, julio con 40.6°C.; mes más frío, enero con 9.2°C.; oscilación anual de la temperatura 15.4°C.

#### H).— HIDROGRAFIA :

Los ríos sonorenses pertenecen a la vertiente del Pacífico; desembocan en el Golfo de California los ríos: Colorado (en su curso inferior separa a Sonora del Estado de Baja California), Sonoita, Concepción ó Altar, San Ignacio, Yaqui, que tiene su origen en Chihuahua (río Papigóchic), y en Sonora recibe como afluentes al Bavispe, al Moctezuma, al Chico y al Tecoripa; el río Mayo se forma también en Chihuahua y antes de penetrar en Sonora se llama río Moris.- Las principales obras para riego y energía eléctrica se encuentran en las cuencas de los ríos Yaqui y Mayo.

#### I).— SUELOS :

Aridisoles, de Sierozem, Desérticos Rojos, Desérticos Grises, Litosoles, Regosoles, Aluviales, Andosoles y Rendzinas.

J).— DIVISION ADMINISTRATIVA :

69 Municipios con 4,930 localidades y 11 Distritos locales.  
Los Municipios con su cabecera respectiva, son los siguientes :

1.— Aconchi .....	Aconchi.
2.— Agua Prieta .....	Agua Prieta.
3.— Alamos .....	Alamos.
4.— Altar .....	Altar.
5.— Arivechi .....	Arivechi.
6.— Arizpe .....	Arizpe.
7.— Atil .....	Atil.
8.— Bacadéhuachi .....	Bacadéhuachi.
9.— Bacanora .....	Bacanora.
10.— Bacerac .....	Bacerac.
11.— Bacoachi .....	Bacoachi.
12.— Bácum .....	Bácum.
13.— Banámichi .....	Banámichi.
14.— Baviácora .....	Baviácora.
15.— Bavispe .....	Bavispe.
16.— Benjamín Hill .....	Benjamín Hill.
17.— Caborca .....	Heróica Caborca.
18.— Cajeme .....	Cd. Obregón.
19.— Cananea .....	Cananea.
20.— Carbó .....	Carbó.
21.— Colorada, La .....	La Colorada.
22.— Cucurpe .....	Cucurpe.
23.— Cumpas .....	Cumpas.
24.— Divisaderos .....	Divisaderos.
25.— Empalme .....	Empalme.
26.— Etchojoa .....	Etchojoa.
27.— Fronteras .....	Fronteras.
28.— Granados .....	Granados.
29.— Guaymas .....	Heróica Guaymas.
30.— Hermosillo .....	Hermosillo.
31.— Huachinera .....	Huachinera.
32.— Huásabas .....	Huásabas.
33.— Huatabampo .....	Huatabampo.
34.— Huépac .....	Huépac.
35.— Imuris .....	Imuris.

36.— Magdalena .....	Magdalena de Kino.
37.— Mazatán .....	Mazatán.
38.— Moctezuma .....	Moctezuma.
39.— Naco .....	Naco.
40.— Nácori Chico .....	Nácori Chico.
41.— Nacozari de García .....	Nacozari de García.
42.— Navojoa .....	Navojoa.
43.— Nogales .....	Heróica Nogales.
44.— Onavas .....	Onavas.
45.— Opodepe .....	Opodepe.
46.— Oquitoa .....	Oquitoa.
47.— Pitiquito .....	Pitiquito.
48.— Puerto Peñasco .....	Puerto Peñasco.
49.— Quiriego .....	Quiriego.
50.— Rayón .....	Rayón.
51.— Rosario .....	Rosario.
52.— Sahuaripa .....	Sahuaripa.
53.— San Felipe .....	San Felipe de Jesús.
54.— San Javier .....	San Javier.
55.— San Luis Río Colorado .....	San Luis Río Colorado.
56.— San Miguel de Horcasitas .....	San Miguel de Horcasitas.
57.— San Pedro de la Cueva .....	San Pedro de la Cueva.
58.— Santa Ana .....	Santa Ana.
59.— Santa Cruz .....	Santa Cruz.
60.— Sáric .....	Sáric.
61.— Soyopa .....	Soyopa.
62.— Suaqui Grande .....	Suaqui Grande.
63.— Tepache .....	Tepache.
64.— Trincheras .....	Trincheras.
65.— Tubutama .....	Tubutama.
66.— Ures .....	Ures.
67.— Villa Hidalgo .....	Villa Hidalgo (antes Oputo).
68.— Villa Pesqueira .....	Villa Pesqueira (antes Mátape).
69.— Yécora .....	Yécora.

Las cabeceras distritales de los municipios anteriores son las siguientes, de acuerdo con la Ley Electoral Local:

- 1.— Altar.
- 2.— Magdalena.
- 3.— Arizpe.

- 4.— Hermosillo.
- 5.— Guaymas.
- 6.— Moctezuma.
- 7.— Ures.
- 8.— Sahuaripa.
- 9.— Navojoa.
- 10.— Huatabampo.
- 11.— Ciudad Obregón.

K).— POBLACION:

Hombres: **551,496**

Mujeres: **547,224**

Total de habitantes en el Estado: 1.098,720; 2.18 % de la población total del país.

Incremento de población 1960-1970: 40.25 %, 14avo. lugar en incremento.

Densidad de población: 5.94 habitantes por kilómetro cuadrado.

Población de las localidades de 10,000 y más habitantes: 619,784 habitantes; 56.41 %

Población de las localidades de menos de 10.000 habitantes: 478,936 habitantes; 43.59 %

Población económicamente activa (de 12 años ó más):

Total: **289,799 habitantes; 42.50 %**

Hombres: **232,014**

Mujeres: **57,785**

Población económicamente inactiva (de 12 años ó más):

Total: **392,098 habitantes; 57.50 %**

Hombres: **111,243**

Mujeres: **280,855**

Del total de la población económicamente activa, el 38.49 % se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca; el 9.99 % a industrias de transformación; el 11.55 % a comercio y el 19.14 % a servicios.

Alfabetos (mayores de 10 años): **643,045**

Analfabetos (mayores de 10 años): **100,848**

Menores de 10 años: **354,827**

Principales centros de población: Ciudad de Hermosillo, capital del Estado, con 176,596 habitantes; Ciudad Obregón, 114,407 habitantes; Guaymas, 57,492 habitantes; Nogales, 52,108 habitantes; San Luis Río Colorado, 49,990 habitantes; Navojoa, 43,817 habitantes.

L).— INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR :

Universidad de Sonora, de la cual dependen el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas y el Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales; Escuela de Agricultura y Ganadería e Instituto Tecnológico Regional de Cajeme.

M).— COMUNICACIONES :

El ferrocarril México-Guadalajara-Nogales cruza el Estado de sur a norte y comunica: Navojoa, Ciudad Obregón, Empalme, Hermosillo y Benjamín Hill; en ésta población conecta con el ferrocarril a Mexicali por San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco y Caborca.- En el norte hay otro que parte de Nogales a Agua Prieta por Cananea y Naco y otro que conecta Agua Prieta y Nacozari. La carretera México-Guadalajara-Nogales es el eje trun cal del Estado; comunica Navojoa, Ciudad Obregón, Empalme, Guaymas, Hermosillo, Santa Ana y Magdalena. La carretera Santa Ana-Mexicali, cuenta con los siguientes ramales: Sonoita-Puerto Peñasco; Imuris-Cananea-Agua Prieta; Hermosillo-Mazocahui; Altar-Tubutama; Navojoa-Alamos; Hermosillo-B a h í a Kino; Caborca-El Desemboque. Para la comunicación aérea la Entidad cuenta con aeropuertos en: Hermosillo (mediano alcance), Ciudad Obregón (mediano alcance), Nogales (corto alcance), y 50 aeródromos: Guaymas, Cananea, Navojoa, entre otros.- Las comunicaciones marítimas se realizan por el Puerto de Guaymas (de altura) y los pequeños puertos de cabotaje: Agiabampo, Yavaros y Puerto Peñasco.

N).— ENERGIA ELECTRICA :

El Estado recibe energía, para cubrir sus demandas del sistema interconectado Sonora-Sinaloa.- La capacidad total instalada en la Entidad asciende a cerca de 300.000 Kw.- Las plantas de mayor capacidad son: Plutarco Elías Calles (hidroeléctrica) de 90.000 Kw. y la de Guaymas (vapor) de 98,000 Kw.- El total de las poblaciones electrificadas asciende a 157 y los habitantes beneficiados a 506,531.

#### O).— AGRICULTURA :

La mayor parte de las tierras disponibles para la agricultura, tienen riego, por gravedad o por bombeo: valles del río Yaqui, del Mayo, del Altar, de Guaymas y la Costa de Hermosillo. Los cultivos principales son: trigo, algodón, cártamo, soya, ajonjolí, maíz, jitomate, linaza, alfalfa achicalada, garbanzo, vid, cítricos, y otros frutales.

#### P).— GANADERIA:

Sonora es Estado ganadero; posee especies de alta calidad que se concentran principalmente en el norte y en la zona montañosa, las principales son: el bovino (que se exporta a Estados Unidos y se distribuye en Baja California y el Distrito Federal), el equino y el porcino; en menor escala caprino y ovino.

#### Q).— SILVICULTURA :

La superficie forestal asciende a 2.7 millones de hectáreas, de éstas, 570,237 hectáreas son de coníferas; 2,057,289 hectáreas de chaparral; 34,088 hectáreas de hojosas y 18,394 hectáreas no están arboladas. De la superficie de coníferas, solamente 97,470 hectáreas son comerciales.- El valor de la explotación de bosques maderables (pino, encino, mezquite y otras especies de clima templado) ascendió en 1968 a \$ 8,147,062.00.

#### R).— P E S C A :

La especie representativa de ésta actividad es el camarón que se exporta a los Estados Unidos de Norteamérica; también abundan: pargo, totoava, sierra lisa, corvina, cabrilla, langosta, lenguado, tiburón, tortuga, cazón, cabaicucho y rana; ésta última se pesca en presas y ríos.

#### S).— INDUSTRIAS :

Extractivas: Ocupan el primer lugar en producción de cobre las Minas de Cananea, suministran más del 50 % del total nacional; también son numerosos los yacimientos de oro, plata, fierro, grafito, molibdeno, tungsteno y manganeso.- Las principales plantas de beneficio se encuentran en: Cananea (cobre), Nacozari (cobre, fierro, plata, zinc y plomo), Soyopa (plata, oro y cobre), Yécora (plata, plomo, cobre y molibdeno), Pitiquito (plata y plomo), Baviácora, Sahuaripa y San Miguel de Horcasitas (tungsteno), San Felipe de Jesús (plomo y zinc), La Colorada (tungsteno y grafito), Guaymas (grafito),

Mazatán (tungsteno y molibdeno) y magdalena (manganeso).

De Transformación : En Hermosillo se elaboran productos alimenticios: harinas de trigo y de maíz, aceites y mantecas vegetales, productos lácteos, preparación, conservación, empaçado y enlatado de carnes y preparación de alimentos para animales; también se elaboran vinos, hay despepitadoras y empacadoras de algodón, fabricación de abonos y fertilizantes, de cemento y de maquinaria.- En Guaymas y Puerto Peñasco: conservación, empaçado y enlatado de pescados y mariscos; en Navojoa: empacadoras de frutas y legumbres; en Ciudad Obregón: industria aceitera, de fertilizantes, de insecticidas y cervecera.

T).— ORIGEN HISTORICO :

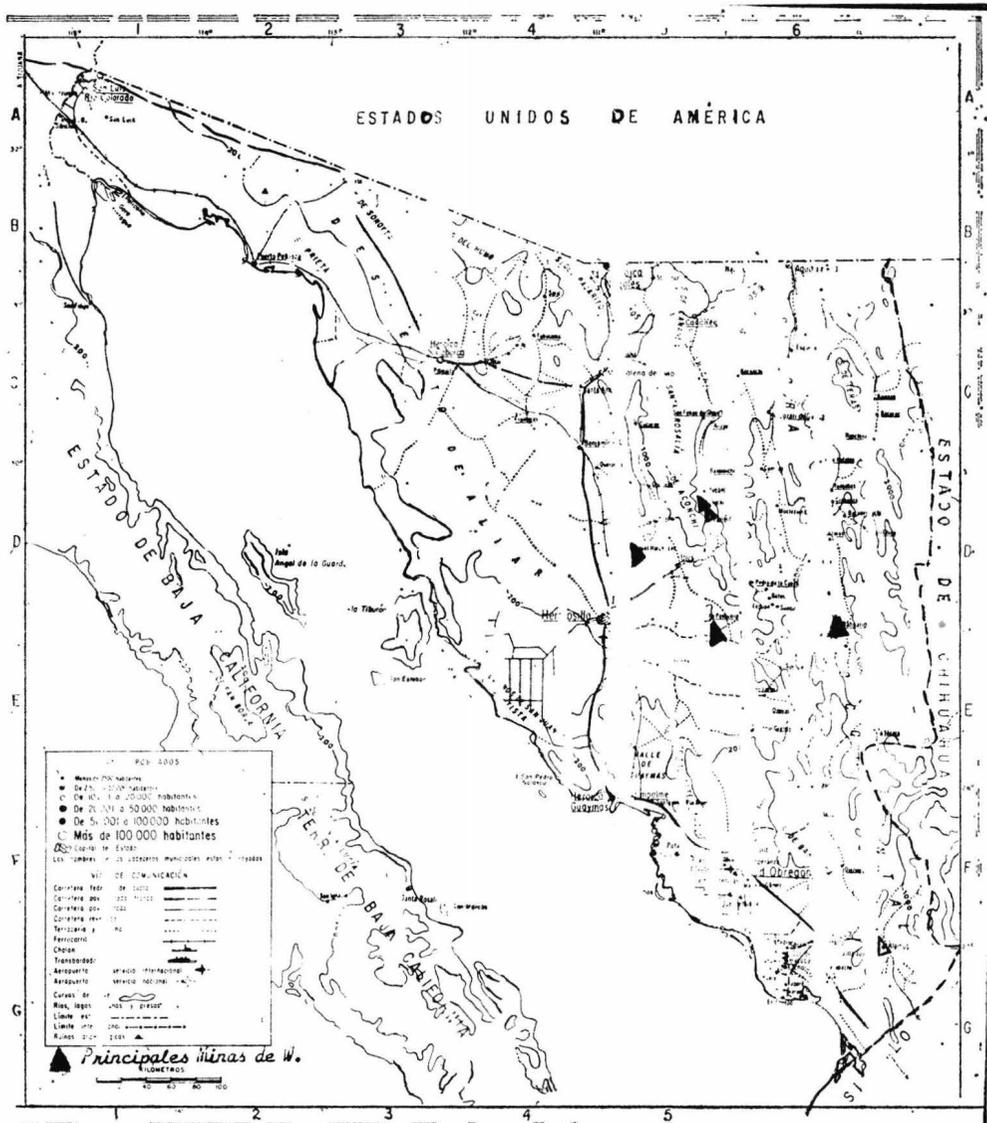
El Estado de Sonora, fué constituido en Estado Libre y Soberano por Ley de Congreso General, el 13 de octubre de 1830.

U).— MAPA :

Se anexa en éste párrafo un mapa representativo del Estado de Sonora, para el mejor aprecio de algunos puntos antes tratados.- Se hace resaltar en el mismo los principales centros de producción de Wolframio.



# SONORA



C A P I T U L O   I I I

**GENERALIDADES SOBRE EL WOLFRAMIO.**

#### A).— HISTORIA :

El Wolframio es actualmente un elemento de gran importancia comercial e industrial; pero hasta épocas relativamente recientes se le consideraba escaso y poco importante.

A mediados del siglo XVIII. el mineral Scheelita (llamado antes tungsteno "piedra pesada") y la Wolframita se suponían ser minerales de estaño. pero en 1781, C. G. Scheele demostró que la Scheelita contiene un ácido particular, que él llamó Acido Tungstico, unido a la cal como base. El mismo año, T. Bergmann reconoció al Acido Tungstico como un óxido de un elemento nuevo: Wolframio, que fué aislado por J. J. y Don Fausto d'Elhuyar en 1783.

#### B).— ESTADO NATURAL :

Los principales minerales de Wolframio son la Wolframita, que es una mezcla de wolframatos de hierro y manganeso  $(Fe, Mn)WO_4$ ; y la Scheelita wolframato de calcio,  $CaWO_4$ . Otros minerales que contienen Wolframio son la Stolzita,  $PbWO_4$ ; Cuproscheelita,  $CuWO_4$  y Tungstenita,  $WS_2$ .

#### C).— EXTRACCION :

La Wolframita es la fuente principal de Wolframio comercial. Es un mineral marcadamente magnético, y ésta propiedad se aplica en un separador magnético para concentrar el mineral. Se usan varios métodos para obtener el metal. En un procedimiento, el mineral se extrae con ácido clorhídrico. con lo que queda un precipitado de trióxido de tungsteno. Este se disuelve en amoníaco, y el tungstato así formado se cristaliza y calcina. El trióxido se reduce luego por medio de hidrógeno, o calcio, o por electrólisis de una mezcla fundida de tungstatos. Como sustituto, se usa como agente reductor carbono, cuando no se requiere un producto muy puro. Por ejemplo, en la preparación de ferrotungsteno para fabricar acero, la Wolframita es reducida directamente en un horno eléctrico. Otro método de obtener el trióxido a partir del mineral, es calentándolo con carbonato de sodio y extrayendo el tungstato de sodio formado con agua; después de lo cual precipita tungstato de calcio por adición de cloruro de calcio, y es descompuesto por acidificación. Un tercer método consiste en mezclar el mineral con carbono y calentar la mezcla en una corriente de cloro. Se forma oxiclورو de tungsteno, mezclado con cloruros de hierro y manganeso; por adición de agua resulta trióxido de tungsteno.

#### D).— PROPIEDADES :

El Wolframio es un metal blanco-plateado, duro. Tiene el punto de fusión más elevado (alrededor de 3370° C.) de todos los metales, y su peso específico (19.3) es sobrepasado solo por el Renio, Iridio, Osmio y Platino, e igual al del Oro.

El Wolframio es demasiado refractario para ser fundido y colado como otros metales, y su preparación en formas dúctiles (tales como alambre y barra) es una de las grandes conquistas de la metalurgia moderna. El polvo puro, obtenido reduciendo el trióxido con hidrógeno a 1,200° C., se comprime en una barra y se aglutina en atmósfera de hidrógeno, a 2,500°. Se le hace pasar entonces por la barra una muy fuerte corriente eléctrica, que eleva su temperatura a 3,000° y la convierte en una masa compacta. Esta se lamina y martilla a 1,500°, después de lo que puede estirarse en alambres a través de matrices de diamante o carburo, a 400-650°. El alambre de tungsteno tiene una gran resistencia a la tracción y es duro. Es muy resistente a la acción química. No es oxidado por debajo del rojo vivo; y el cloro lo ataca solo a esa temperatura. Los ácidos no tienen casi acción sobre él; pero es oxidado fácilmente por el clorato de potasio fundido, etc. En sus propiedades químicas generales, el Wolframio se parece al Molibdeno; pero la relación entre ambos es menos estrecha que entre el Niobio y el Tantalio.

#### E).—U S O S :

Los usos principales del Wolframio son para preparar aceros especiales, y los filamentos de las lámparas eléctricas. El acero que contiene de 14 a 22 % de Wolframio y de 3 a 5 % de Cromo constituye un acero rápido, pues conserva su dureza aún a temperaturas elevadas. El Wolframio forma algunas aleaciones muy duras, tales como el metal Kenna (un carburo de Wolframio y Titanio), Stellita (una aleación con Cromo y Cobalto) y Vidiametal (carburo de Wolframio con 10% de Cobalto). Otros usos son como material para los anticátodos en los tubos de rayos X, y como un aglomerado con polvo de cobre y de níquel para protección contra rayos X y rayos gamma.

Algunos compuestos de Wolframio tienen también aplicaciones técnicas. Así el Wolframato de sodio se usa para hacer incombustibles a los tejidos, y además como mordiente en teñido. El Wolframato de plomo ha sido ensayado como sustituto de blanco de plomo, y el trióxido se usa como pigmento amarillo.

#### F.— PRINCIPALES COMPUESTOS :

El Wolframio forma tres óxidos, a saber:  $WO_2$ ,  $W_2O_5$  y  $WO_3$ . El Dióxido de Wolframio,  $WO_2$ , se obtiene por reducción del trióxido con hidrógeno. El Oxido de Wolframio azul,  $W_2O_5$ , se parece algo al óxido de Molibdeno azul. El trióxido de Wolframio,  $WO_3$ , es el más importante de los óxidos de Wolframio. Su preparación partiendo de la Wolframita se ha descrito más arriba. Es un polvo amarillo canario que es insoluble en agua, pero reacciona con las soluciones de hidróxidos alcalinos formando Wolframatos.

El Acido Túngstico,  $H_2WO_4$ , se obtiene cuando se acidifican con ácido clorhídrico soluciones de wolframatos solubles, por ejemplo: Wolframato de sodio. De una solución fría es precipitado el ácido alfatúngstico, y tiene la fórmula  $H_2WO_4 \cdot H_2O$ . Es ligeramente soluble en agua; pero las soluciones calientes, cuando son acidificadas, dan ácido betatúngstico,  $H_2WO_4$ . El ácido túngstico se parece al ácido molíbdico, particularmente en su capacidad de formar derivados de ácidos condensados y complejos.

Así, el Wolframato de sodio, tiene la fórmula:  $Na_{10}W_{12}O_{41} \cdot 28H_2O$ .—

Los fosfatos, arseniatos, silicatos y vanadatos forman ácidos y sales complejos con el ácido túngstico, lo mismo que con el molíbdico.

El Acido Fosfotúngstico, y el Acido Silicotúngstico, se usan en Química Orgánica para la investigación y la evaluación de alcaloides.

El Wolframio no parece formar ninguna sal verdadera donde se comporte como básico. Forma varios halogenuros tales como:  $WF_6$ ,  $WC_{14}$ ,  $WC_{15}$ ,  $WC_{16}$ , pero éstos parecen ser compuestos covalentes.

#### G).— ANALISIS DE $WO_3$ EN MINERALES :

Se pesan de 0.25 a 0.5 gramos de muestra, la cual se pasa a un vaso de 250 c.c.; se le añaden 50 c.c. de HCl concentrado y se digiere durante tres horas en una placa caliente a baja temperatura. Se tapa el vaso con un vidrio de reloj para evitar la indebida evaporación del HCl. Se agita la muestra de vez en cuando para impedir que el mineral se adhiera al fondo del vaso. Después de tres horas, se continúa atacando la muestra, añadiendo 20 c.c. de HCl y 20 c.c. de  $HNO_3$  hirviendo enseguida hasta reducir el volumen de la solución a 10 c. c. aproximadamente. Se le agregan de 10 a 15 c. c. de  $HClO_4$  y se calienta la solución hasta fuertes desprendimientos de humos

de  $\text{HClO}_4$ .— Este tratamiento asegura la completa descomposición del mineral. Se le enfría y se le añaden 5 c.c. de  $\text{HCl}$ , se calienta hasta que empieza a hervir, se diluye a 200 c.c. con agua caliente; se le añaden 5 c.c. de cinconina y un poco de papel filtro macerado y se le deja reposar en caliente durante varias horas.

La precipitación completa de las últimas trazas de Wolframio se logra dejando reposar la solución durante la noche.

En seguida se filtra la solución y se lava el vaso y el filtro tres veces con solución caliente de cinconina especial para lavar y luego seis veces con una solución caliente de  $\text{HCl}$  1:20. Se desecha el filtrado puesto que ya no contiene Wolframio. Se pasa el filtro que contiene el precipitado al vaso original, se le añaden 10 c.c. de  $\text{NH}_4\text{OH}$ , varios gramos de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 25 c.c. de agua y se hierve durante 5 minutos para disolver el ácido túngstico. Se filtra la solución y se lava el vaso varias veces con solución caliente de amoníaco preparado para lavar, después se lava el filtro 10 veces con agua caliente.

Se hierve el filtrado que contiene el ácido túngstico hasta que se desprenda el amoníaco libre. Luego se le agrega 5 c.c. de  $\text{HCl}$  concentrado y se diluye la solución con agua caliente, hasta tener un volumen aproximado de 200 c.c. Se le agrega un poco de pulpa de papel filtro fino y 10 c.c. de cinconina. Se agita bien la muestra, se coloca en la placa caliente varias horas a baja temperatura, dejándole reposar durante la noche.

Se filtra el ácido túngstico en un filtro fino, se lava varias veces con solución de cinconina especial para lavar, se calcina a  $800^\circ\text{C}$ ., se enfría y se pesa el  $\text{WO}_3$ .

Soluciones que se requieren:

Solución de cinconina: 125 gramos de alcaloide disueltos en un litro de  $\text{HCl}$  1:1.

Solución de cinconina para lavar: 10 c.c. de la solución anterior y 20 c.c. de  $\text{HCl}$  diluidos con agua a un litro.

Solución de amoníaco para lavar: 100 c.c. de  $\text{NH}_4\text{OH}$  y 10 c.c. de  $\text{HCl}$  diluidos con agua a un litro.

### **Método rápido para determinar WO<sub>3</sub> en minerales :**

Pesar 0.5 gramos de mineral finamente pulverizado, pasarlo a un matraz Erlenmeyer de 300 c.c.; agregar 3 gramos de sulfato de sodio y 5 c.c. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hasta descomposición completa, retirar del fuego el matraz, dándole movimiento de rotación para distribuir la parte en las paredes, enfriar, añadir 20 c.c. de agua caliente, 20 c.c. de HCl y 5 c.c. de HNO<sub>3</sub>, calentar hasta reducir a 10 c.c. Añadir 25 c.c. de agua caliente y 3 c.c. de solución de cinconina, enfriar a la temperatura ambiente o más.

Filtrar la mezcla fría y lavar tres veces con agua fría acidulada con HCl. Disolver el contenido del filtro con 10 c.c. de amoníaco y lavar 10 veces con agua amoniacal caliente.

El filtrado se hierve hasta expulsar todo el amoníaco; se agregan 5 c.c. de HCl y 3 c.c. de solución de cinconina, se agita vigorosamente y se enfría. Se filtra sobre papel de cenizas conocidas, se lava tres veces con agua fría que contenga un poco de cinconina. se calcina y se pesa como WO<sub>3</sub>.

**Solución de Cinconina :**

25 gramos de cinconina en 200 c.c. de solución HCl y agua 1 a 1.

C A P I T U L O I V

**MINAS O YACIMIENTOS DE MINERALES  
DE WOLFRAMIO EN EL ESTADO: GENERALIDADES.**

El Wolframio conocido más comúnmente con el nombre de Tungsteno, se conoció en el Estado de Sonora durante la Primera Guerra Mundial en la Comisaría de San Nicolás, Municipio de Yécora, Distrito de Sahuaripa, en la mina denominada La Cruz; ésta mina trabajó con bastante actividad, produciendo mensualmente 30 toneladas de concentrado. La compañía que la trabaja es la Pheips Dodge de Estados Unidos de Norteamérica, y en forma intermitente después de la Guerra ha seguido produciendo mineral en una proporción mucho menor.

Durante la Segunda Guerra Mundial se instaló una planta en la Ciudad de Nogales, para maquilar minerales de las regiones de El Claro, Municipio de Santa Ana, de la región de Caborca, de Cocóspera Municipio de Imuris, algo de Villa de Seris Municipio de Hermosillo; pero ésta planta no tuvo éxito ya que la distancia que separaba a las regiones mineras de Nogales era un obstáculo en la transportación y tuvo que ser clausurada.

Durante la Guerra de Corea, la producción de Wolframio, tuvo un auge muy fuerte, descubriéndose las minas de Baviácora, Pueblo de Alamos, Sahuaripa, Rayón, Mesa del Seri en Hermosillo, Palo Verde en Hermosillo y otros lugares de menor importancia como Santo Tomás en Sahuaripa, etc.

No se volvió a trabajar Wolframio hasta 1952 que fué cuando la General Services Administration (G.S.A.), promovió la compra de minerales estratégicos para crear una reserva en las futuras necesidades de la Unión Americana.

El Wolframio fué uno de los principales minerales ya que el precio se fijó arbitrariamente a 64 dólares la S.T.U. (unidad de tonelada corta); o sean 2,000 libras ó lo que es igual a 20 libras de contenido de W03.

Simultáneamente a esa promoción se descubrió Wolframio en distintas partes del Estado; siendo los principales descubrimientos las minas de San Antonio y La Mesa en el Municipio de Baviácora. También se descubrió un mineral importante en la Comisaría de Mexiquillo, en el Municipio de Alamos en las minas de San Alberto.

En esa época se trabajó El Placer, de San Miguel de Horcasitas, municipio del mismo nombre; única mina que trabajó por Wolframita.

Se trabajaron por gambuseo directo ciertos yacimientos, ya que la concentración natural de Wolframio era tan abundante que daba la apariencia de ser un placer en casi todas las minas; en esa forma se encontraban las minas de El Claro en Santa Ana, La Ciénega en Pitiquito, las minas de San Juan:

en el Municipio de Oquitoa, Las Pedradas en Santa Ana, las minas de La Cruz en San Nicolás Municipio de Yécora y las de Santa Rosa, también en el mismo municipio. Posteriormente se hizo un descubrimiento muy importante en la mina de San Marcos en el Municipio de Sahuaripa y en el mineral de Santo Domingo en el Municipio de Nacozari. donde se trabajó como subproducto de los minerales de cobre la Wolframita.

También se conoce la existencia de minerales de Wolframio en la mina Washington en el Municipio de Huépac y se trabajó la mina Las Paredcitas en el mismo Municipio; se conoce también Wolframio en el Municipio de Agua Prieta y en la sierra de San José, Municipio de Naco.

Todas éstas minas fueron explotadas con mucha actividad durante los años de 1952 a 1956 y principios de 1957, año en que se suspendieron totalmente las operaciones debido a que la G.S.A., dejó de comprar éstos minerales por haber cumplido la meta fijada aún en exceso.

De 1957 a 1960 no hubo ninguna actividad; pero en los años de 1960 a 1962, Baviácora fué la única mina que trabajó aprovechando una pequeña alza en el mercado de 9 dólares la S.T.U.

A partir de 1965 el mercado empezó por sí mismo, debido a la demanda de la industria siderúrgica y a la elevación del precio, iniciándose en Baviácora la principal producción con 14 a 18 mil S.T.U. por año.

En las minas de Baviácora. una tonelada de concentrado es equivalente a 65-70 % de W03, conteniendo solamente impurezas de Molibdeno en una escala del 2 al 2.5 % y el Azufre que es castigado solo es contenible como impureza en un 0.5 %; el Fósforo y Estaño y otras impurezas que puedan presentarse se encuentran dentro del límite de tolerancia.

Haciendo un cálculo para encontrar el contenido de acuerdo a la siguiente operación :

$$\text{Ley} \times 2.2046 / 20 \text{ lb.}$$

obtendremos entonces que en el mineral de Baviácora con 65 % de producción de W03 habrá : 71.73 unidades.

Algunos compradores se basan para sus compras en el M.T.U., siendo el precio un poco más bajo; aunque a final de cuentas viene a resultar el mismo precio, ya que todas las publicaciones que rigen el costo de los mi

nerales mundialmente, están basadas en revistas como la Metals Week y la London Metal Bulletin, que vienen a darnos el precio establecido en los mercados mundiales de metales.

Para esas fechas se conoció también en forma de explotación la mina La Gloria en el Municipio de Sahuaripa, la mina 21 de Marzo en el Municipio de La Colorada, trabajos a cargo de la Compañía Minera Cíbola y ambas ahorita sin explotarse. También al mismo tiempo por gambusinos se trabajó la mina San Alberto en el Municipio de Alamos. Se conoció igualmente Wolframio en las minas La Venada en el Municipio de Mazatán y El Satélite en el Municipio de Villa Pesqueira (antes Mátape).

En la mina Santa Rosa cerca del Municipio de San Felipe de Jesús se encuentran minas de Cobre y Zinc y tienen Wolframio en pequeñas proporciones. Existe también por explotación gambusina a pequeña escala en la región de Rayón. En Santa Rosa, hay bastante Wolframio de baja ley, con proyectos futuros de instalar un molino por la Compañía Minera Coronado, subsidiaria de la Compañía Canadiense Comico.

A excepción de la mina Santo Domingo en el Municipio de Nacozari y El Placer en el Municipio de San Miguel de Horcasitas en las que se encuentra el Wolframio en forma de Wolframita en todas las demás mencionadas se encuentra en la variedad mineralógica denominada Scheelita.

C A P I T U L O V

**MINERALES DE WOLFRAMIO  
EN EXPLOTACION EN EL ESTADO.**

Actualmente y durante los últimos tres años están en explotación las minas de Baviácora, localizadas en el municipio del mismo nombre; la mina denominada La Venada en el Municipio de Mazatán, la mina San Alberto en el Municipio de Alamos y la mina La Joma en el Municipio de Accnchi; ésta última con producción sumamente baja.

#### I.— MINAS DE BAVIACORA : Generalidades :

Con la razón social de "Tungsteno de Baviácora, S. A., existen éstas minas que son las principales y ocupan el primer lugar en producción en la República Mexicana. Actualmente producen 25 toneladas mensuales de concentrado con Ley promedio de 67% de W03, tratando una cantidad de 6,500 toneladas de mineral; siendo de éstas solamente 1,600 de Ley alta y el resto de Ley baja. Está en estudio el funcionamiento de una planta piloto para probar la posibilidad de tratamiento de minerales de baja Ley (0.25 a 0.30% de WO3); si ésto resulta favorable la idea futura es instalar una planta para 1,500 toneladas.

Tungsteno de Baviácora, S. A. (Tubasa), vende la unidad de tonelada corta de Wolframio entre 38-40 dólares, que es el precio que rige actualmente en el mercado mundial. Cuenta con una planta nueva y una vieja con un solo molino, con capacidad para 300 toneladas diarias; existen además tres molinos chicos en la región con capacidad de 40-50 toneladas diarias, propiedad de los señores Vélez.

El tratamiento actual seguido por Tubasa, es a base de pura Gravimetría, se han llevado a cabo otras pruebas con el fin de mejorar en cuanto a tratamientos los minerales; pero esto ha resultado insatisfactorio y todo sigue en estudio.

Tubasa, cuenta con un personal de 100 trabajadores y empleados. Existe además el sistema contratista (gambuseo) que entregan mineral a la planta aumentando así el personal en 50 a 60 hombres más. En toda el área mineralizada existen alrededor de 200 trabajadores. Cuenta la compañía con un Ingeniero Metalurgista y 3 Ingenieros Mineros, además un Químico Práctico que es el encargado de ensayar en su laboratorio instalado en la misma localidad, muestras de mina y de molino.

Los accionistas de ésta compañía son el señor don Pedro Trelles Serna con un 25.5%, el señor Carlos Prieta, con un 25.5% y la Compañía Minera Continental con 49%

La distancia existente entre los tres principales yacimientos a las oficinas generales de la compañía, es la siguiente: San Antonio 7.5 Km., Santa Elena 2 Km., Bonanza 3 Km.

Existen dos plantas de energía de 300 Kw y una chica de 125 Kw; para el futuro existe un convenio con la Comisión Federal de Electricidad, la cual ya tiene las líneas tendidas hasta las oficinas principales.

La producción de Wolframio se conserva en sacos de manta y para exportarlo se hace en tambos de lámina gruesos de 200 litros.

En la planta piloto existente, la recuperación no es más alta porque falta la liberación del producto. Existen 7 mesas primarias y 2 limpiadoras pensándose contar futuramente con 12 mesas y las mismas limpiadoras. La capacidad se estima para una recuperación aceptable de 25 toneladas por mesa y se cree obtener un tonelaje de 300 diarias. La finalidad perseguida con todo ésto es obtener un 70-75 % de recuperación.

Existen en la compañía 3 camiones F-600 que son los que transportan el mineral hasta el molino; esto se piensa cambiar, ya que es mejor hacerlo por contrato.

Cuenta Tubasa, con Servicio Médico y Consultorio anexo para todos los habitantes de la región, aunque no sean empleados o trabajadores de la mina.

La compañía cuenta con comunicación directa a Hermosillo y México por radio-transmisor.

Las pruebas metalúrgicas llevadas a cabo en el Laboratorio propio, que cuenta con todo lo necesario para efectuar los análisis correspondientes, están a cargo del señor Thom Clarence expertísimo en la materia, pues trabajó por espacio de 25 años en compañías mineras en Denver, Colorado, U. S. A.

El área total de la región es de 2,500 hectáreas; es decir, lo más conocido y explotado. Para agrandar éste explotación dispone la compañía de 2 tractores D-7 y D-8 para el movimiento de las tierras.

El 99% del mineral producido es exportado, anualmente sólo 5 toneladas son vendidas al Distrito Federal. Lo grueso de la producción se va a Europa (40%) y el resto se distribuye a E. U. A. y Japón.

Existen posibilidades de que la empresa reciba una inversión de 10 millones de dólares para maquinaria nueva y todo ésto recaiga para el procesamiento de 1,500 toneladas diarias.

Siendo tan importantes en el Estado y en la República Mexicana las minas de Baviácora, describiré punto a punto la Geología y Potencial del mineral de Wolframio del área de Baviácora, Sonora.

## GEOLOGIA Y POTENCIAL DEL MINERAL DE WOLFRAMIO DEL AREA DE BAVIACORA, SONORA.

### A).— LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GENERALES:

El área de las minas de Wolframio se localiza en la parte norte central del Estado de Sonora; está limitada por las coordenadas geográficas: 29° 40' - 29° 46' de latitud norte y 110° 12' - 110° 15' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La altura promedio es de 1,100 metros.

La población de mayor importancia cerca del área es Baviácora, cabecera del municipio del mismo nombre, situada a 140 kilómetros de la Ciudad de Hermosillo. Hacia el NE está comunicada por una carretera pavimentada; y de ésta población parte una brecha hacia el SSW, con una longitud de 20 Km., que dá acceso al área de las minas de Wolframio y del molino de El Jaralito, encontrándose en éste último lugar el campamento y oficinas de Tubasa. El camino es transitable durante todas las épocas del año a excepción muy rara se interrumpe en el paso del río Sonora durante los meses de lluvias (julio a septiembre). En el área conocida como "La Mesa - La Parrilla", Tubasa cuenta con una pista de aterrizaje para casos de extrema urgencia.

### B).— FISIOGRAFIA :

El área se encuentra en la parte central, entre las provincias fisiográficas de las Sierras Sepultadas y Sierras Alargadas (RAISZ, 1959).

Los principales rasgos fisiográficos consisten en mesetas, picachos y serranías, donde los arroyos han labrado cañadas profundas. Las principales unidades orográficas las constituyen los cerros de La Toalla, Rogel, El Topuchi, Las Artesitas, La Fortuna y Baviácora con una altitud de 1350-1400 metros.

En general los cerros de La Toalla y Rogel tienen una orientación NE-SW, hacia la porción NE terminan en una meseta llamada La Mesa-La Parrilla y continuando en esa misma dirección, la pendiente cambia bruscamente, llegando a la Cañada del Batamote.

Hacia el sur de El Jaralito se halla la Sierra del Jacal, que es un contrafuerte, con elevaciones de más de 1,400 metros; al norte el cerro de La Pirinola y lomeríos pequeños. Al NW del área se localiza la Sierra de Aconchi, siendo ésta la más importante de la región; en un flanco del cerro La Fortuna se encuentra el molino y campamento de El Jaralito.

El área de Baviácora es una cuenca interna que presenta numerosos arroyos que son afluentes del río Sonora, el cual fluye durante todo el año. Su recorrido es de norte a sur aproximadamente, recogiendo aguas de la zona de Cananea, Banámichi, etc., y depositándolas en la Presa Abelardo L. Rodríguez, que se halla en las cercanías de la Ciudad de Hermosillo. Los arroyos de El Realito, El Batamote, Los Chinitos y San Antonio desembocan en el río antes mencionado, éste último se dirige hacia el NW, quebrándose hacia el sur, pasando por el Sonibiate a 12 Km. de Ures.

#### C).— CLIMA Y VEGETACION:

El clima que prevalece en la región según la clasificación climatólogica de Koeppen es seco estepario y variante caliente (BS), con una temperatura anual de 20° C., máxima extrema 38-42°C. y mínima inferior de 0°C. Las cañadas en época de lluvias son muy calientes; no así las partes altas de la serranía que son de clima frío y vientos frescos predominantes del NW-SE.

El promedio de precipitación anual es de 580 mm.

Las precipitaciones pluviales son irregulares y torrenciales. La época de lluvias es de julio a septiembre. Durante el resto del año llueve esporádicamente o caen nevadas y heladas ocasionales.

La vegetación está constituida principalmente por tres especies de encinos. En zonas abruptas la vegetación es raquítica. Hacia la población de Baviácora abundan el pochote (árbol de algodón), pitahaya, tepehuaji, mezquite, y por la cañada cerca de Los Chinitos, abundan palmeras llamadas bavisos.

#### D).— ACTIVIDADES ECONOMICAS :

La población de Baviácora es un centro agrícola donde se produce trigo, maíz, alfalfa, siendo unas cosechas de temporal y otras de riego.

La ganadería es de importancia en la región, el ganado vacuno es de regular calidad. También existe la cría de ganado porcino. La mayor parte de los trabajadores de Tubasa y gambusinos son de este pueblo y sus alrededores.

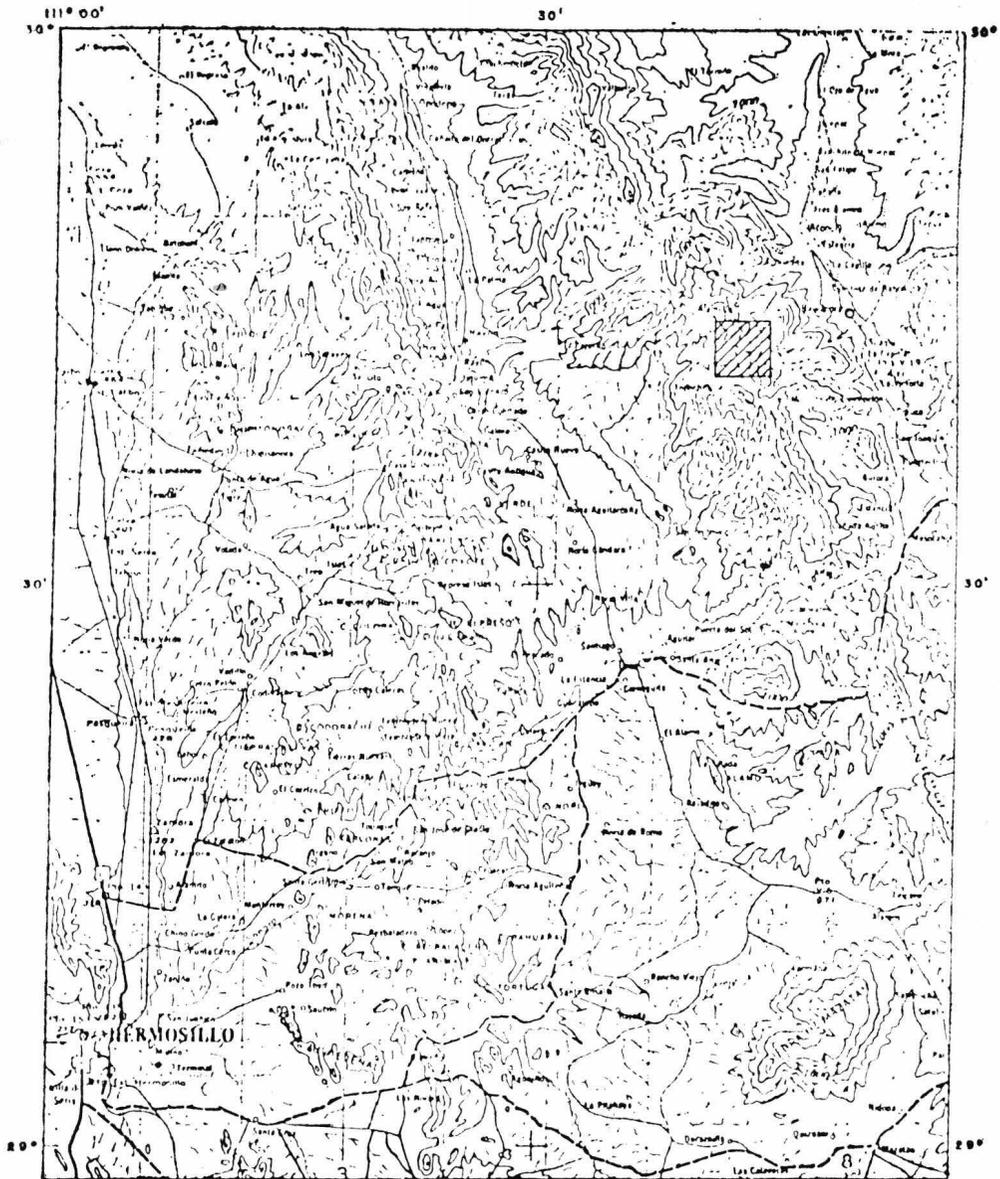
La minería es una actividad que ha reportado beneficios a los habitantes de la región. Al mismo tiempo ha producido un gran movimiento en el comercio de Baviácora. El poblado de Baviácora tiene 4,000 habitantes y el municipio 8,500 habitantes.

La mayor parte de las familias viven en la mina San Antonio, El Jaralito y Santa Elena. En San Antonio se cuenta con un dispensario médico atendido por un galeno para cualquier emergencia, además existe una tienda. Las familias que viven en El Jaralito cuentan con el beneficio de la corriente eléctrica y agua potable, proporcionada por la empresa.

#### E).— HISTORIA DE LA MINERIA EN LA REGION :

La presencia de Wolframio (Scheelita) fué dada a conocer por los descubrimientos del señor Ignacio Rábago Ramírez, que con la ayuda de una lámpara fluorescente (Mineralight M-12) encontró el depósito de Wolframio más importante de la zona y lo llamó San Antonio, el cual se tituló en 1953 y es el origen de este yacimiento. La concentración natural de este mineral fué muy abundante y más del 80 % de la producción total del país durante los años 1952 y 1953 provino de esta mina.

En el mes de marzo de 1953 el señor Pedro Trelles Serna fué invitado por los vecinos de la localidad a visitar la zona de San Antonio, interesándose por su adquisición. Sin llegar a ningún acuerdo con los concesionarios, el señor Trelles recorrió la zona circundante y encontró otras zonas de interés. Asociándose con varias personas inició sus actividades mineras en la región de La Mesa, lugar donde se localizan las minas Santa Elena, Pénjamo y Fátima las cuales compró.



MAPA DE LA PARTE NORTE DEL ESTADO DE SONORA, MEXICO  
INDICANDO EL YACIMIENTO DE TUNGSTENO DE BAVIACORA

 AREA ESTUDIADA

ESCALA GRAFICA  
Kilometros  10 20

Inmediatamente se inició la construcción de un camino, siguiendo el curso natural del arroyo El Realito que desemboca al SW de la población de Baviácora. Simultáneamente se inició la construcción de un molino de concentración por gravedad, con jiggs y mesas concentradoras con capacidad de 50 toneladas diarias. Cuando el camino se destruyó por las lluvias, se buscó otro que hiciera más fácil el suministro de materiales propios para la explotación. Para ello, se localizó un nuevo camino que partiendo de El Jaralito, entronca a la Carretera Internacional a la altura de El Oasis, 75 Km. al norte de Hermosillo.

Durante el mes de octubre de 1953 se terminó la construcción del molino de El Jaralito.— A pesar que la empresa no tenía capital de operación suficiente para gastos de esta magnitud; tales como construcción de caminos, preparación de labores y en particular la construcción del molino y además se carecía de la más elemental dirección técnica; los cálculos del señor Trelles fueron acertados, pues inmediatamente se empezaron a producir concentrados de magnífica calidad. La producción llegó a un promedio de 10 a 12 toneladas métricas de concentrado de más de 65 por ciento de WO<sub>3</sub>.

El ejemplo de esta explotación atrajo a otros mineros de la región, quienes en 1954 y por cooperación construyeron un camino paralelo al curso del arroyo El Realito, que comunicó de nuevo la región tungstenera con la población de Baviácora.— En la margen derecha del río Sonora varios molinos fueron construídos, pudiéndose contar entre los más importantes el de los señores Rábago, moliendo minerales de las minas de San Antonio y Dos Hermanos; el de los señores Loustaunau y Montaña, moliendo minerales de las minas Puertecito y Puerto de La Toalla; los de los señores Vélez de 25 toneladas de capacidad, moliendo mineral de Los Chinitos, Río Sonora, El Batamote, mina del Padre, mina de Los Locos, etc.— Todos éstos molinos se mantuvieron a su máxima capacidad durante los años 1954, 1955 y 1956, que fué durante el tiempo que duró el programa del G. S. A., del Gobierno Norteamericano.

Al término de este programa se suspendieron las labores en estos molinos.— En junio de 1957, el molino de El Jaralito dejó de operar.

Pese a la magnífica y significativa ayuda de la Comisión de Fomento Minero; durante el transcurso de 1957, el precio del Wolframio se derrumbó a menos de US \$8.00 la unidad corta.—

Durante los años 1958 y 1959 las operaciones estuvieron suspendidas. No obstante los bajos precios del mercado, el señor Trelles siguió amparando los fundos originales y también los fundos de El Espinazo, La Bonanza, Río Sonora, El Contrabando y El Paso, los cuales adquirió haciendo reinversiones.— Obtuvo el fundo Dos Hermanos y el 50% del fundo San Antonio, que eran propiedad de los señores Rábago.

Se iniciaron de nuevo las operaciones en el mes de mayo de 1960 y durante el período comprendido de ésta última fecha a junio de 1962, se mantuvo una producción promedio de 15 toneladas métricas de concentrados, producción proveniente casi en su totalidad de la mina San Antonio, que a un ritmo de 1,500 toneladas mensuales de promedio, se extrajeron de 36,000 a 40,000 toneladas de mineral, que rindieron aproximadamente 300 toneladas de concentrados, producción total del país durante ese período.— El precio volvió a derrumbarse alcanzando su nivel más bajo en la historia de este mineral, por este motivo, se suspendieron las operaciones otra vez en junio de 1962, 1963 y 1964, por incosteabilidad.—

Pese a estos fracasos, el señor Trelles siguió sosteniendo con bastantes problemas económicos los fundos mineros que había comprado y a principios de 1965 el mercado volvió a dar signos de actividad.— El señor Trelles solicitó y obtuvo la concesión de varios lotes que habían quedado caducos y libres al resultar incosteables a sus dueños originales, con lo cual se logró complementar el grupo de fundos mineros que en la actualidad forman parte del patrimonio de la Sociedad Mexicana, Tungsteno de Baviácora, S. A.— En 1966 el señor Trelles reanudó las operaciones mineras.—

Al iniciar el año de 1967 el señor Trelles empezó a formar Tubasa con un capital social de un millón de pesos, totalmente pagado y suscrito por accionistas mexicanos.—

La empresa logró obtener de la firma Continental Ore Corporation de Nueva York, un crédito a largo plazo, que sin intereses onerosos, le dió capital de operación suficiente para cubrir el pasivo más urgente y contar con un pequeño saldo para capital de operación.

A pesar que durante los 19 años pasados, la empresa Tubasa, ha pasado por un sinnúmero de problemas; en la actualidad opera con éxito, observándose vasto futuro, con la ampliación o construcción de un nuevo molino, la explotación sistemática de las minas, que beneficiará a toda la región.—

#### F).— GEOLOGIA GENERAL:—

La geología de la región está constituida por calizas paleozoicas, tactitas, granito, diques de pegmatita y andesita.

La principal zona que actualmente se trabaja es la mina de San Antonio en una área rectangular que cubre 16.5 hectáreas en el extremo NW del techo colgante de Baviácora.— Las calizas paleozoicas han sido intrusionadas por el batolito granítico de la edad terciaria.— La caliza fué metamorfoseada a mármol y tactita.

La tactita se formó bajo condiciones neumatolíticas en temperaturas de cerca de 700°C.— Esta contiene bandas de minerales de tipo "skarn", como la epidota, granate, wollastonita, scheelita y cuarzo.— La segregación magmática se encuentra presente en el área en forma de diques de aplita y pegmatita.—

Los diques de andesita y diorita son de edad incierta, estos atraviesan las rocas graníticas y cortan todas las formaciones.—

En la mina San Antonio, el intrusivo granítico plegó la tactita y mármol en un anticlinal con rumbo NW—SE, de 440 metros de largo por 110 metros de ancho.— Aprovechando la zona de debilidad del eje de la estructura, la intrusionó un dique de granito, deformándola.— La mineralización de scheelita es más notable e intensa cerca del contacto tactita-granito.— Aunque una gran parte de la tactita contiene valores de Wolframio de baja Ley.—

Las zonas mineralizadas siempre se han visto muy relacionadas con los diques básicos (andesita), por lo que probablemente éste ha traído algunas soluciones mineralizantes, o fué el conducto que siguieron las soluciones hacia las zonas propicias, ya que éste es impermeable.—

#### G.)— ESTRATIGRAFIA:—

Las rocas más antiguas en el área son calizas masivas de edad permiana.— Estas calizas se encuentran como techo colgante sobre un batolito de granito de edad terciaria que intrusionó el área de Baviácora-Acónchi.— El espesor de la caliza no es definido debido a los fallamientos y a las intrusiones de granito, aplita, pegmatita y diques de andesita diorita.—

**GRANITO:**— El batolito está compuesto de un granito con cristales bien desarrollados de ortoclasa rosada.— Durante las últimas etapas de la intrusión, diques de pegmatita y aplita penetraron en el techo colgante como

resultado de la segregación magmática.— Las pegmatitas contienen cristales grandes de biotita, ortoclasa y cuarzo.— En las aplitas predomina el cuarzo.— Los diques de pegmatita y aplita generalmente tienen 2-3 metros de espesor; pero existen hasta de 20 metros de espesor.— Estos forman crestones prominentes debido a su resistencia a la erosión y con una marcada dirección hacia el NW-SE, y echado al SW.—

**INTRUSIONES DE DIQUES BASICOS:**— Estos se encuentran distribuidos en toda el área en forma de diques, lentes, bloques y fragmentos de rocas de color gris verdoso oscuro.— Son generalmente de composición básica.— Localmente se identifican como diorita y andesita.— Todos éstos diques cortan rocas más antiguas.— En otras áreas se presentan modificadas entre la tactita y el granito, sugiriendo pertenecer a series de intrusiones más antiguas.—

#### H).— MINERALOGIA:—

El grado de metamorfismo en las rocas calcáreas varía de una caliza recristalizada, con ligeras trazas de silicificación y microscópicos cristales de mica y piritita, a una tactita.— Dentro de la tactita existen zonas fuertemente mineralizadas donde bandas de epidota, granate, wollastonita y scheelita han reemplazado a la caliza.—

El principal mineral de Wolframio es la Scheelita:  $(CaWO_4)$ , aunque también se han encontrado pequeñas cantidades de Tungstita  $(WO_3)$  y Wolframita  $(Fe, Mn) WO_4$ .—

Los minerales accesorios son: Piritita, Calcopiritita, Molibdenita.— En la región de Santa Elena y Los Moros se encuentra asociado molecularmente el Wolframio y Molibdeno (Powellitita-  $Ca(Mo,W)O_4$ , por lo que en ocasiones el concentrado que sale del molino se ve castigado.— En el área de San Antonio, cerca del contacto granito-tactita, se presenta calcopiritita diseminada en el granito.—

También se encontraron carbonatos de cobre (Malaquita y Azurita como producto de alteración de minerales de cobre.—

En la mina Los Negros, al SE del tajo de San Antonio, existen en algunas obras, Fluorita  $(CaF_2)$  finalmente cristalizada de color morado.—

Generalmente la Scheelita está diseminada en pequeños cristales amorfos, de color blanquecino, aperlado, en lentillas paralelas de 2-5 cm., dentro de la tactita bandeada. En algunos lugares la mineralización es muy espectacular con cristales de 5-8 cm., de diámetro.

La mineralización es debida principalmente al metasomatismo de contacto, especialmente cerca de contactos con granito, aplita y tactita.— Estos contactos contienen a menudo zonas con mineral de Wolframio económicamente explotables, por ejemplo, el contacto de tactita y granito de la orilla N<sub>2</sub>NE del tajo de la mina San Antonio.— En el área de Baviácora se han estudiado zonas fuertemente mineralizadas de granate y epidota en la tactita, éstas zonas de reemplazamiento no siempre están acompañadas de Scheelita.— Las zonas de granate-epidota, son paralelas a los rumbos de las capas de tactita y representan horizontes selectivos que fueron favorables.—

En general partiendo del intrusivo granítico, se tienen las siguientes zonas:—

Zona mineralizada con Scheelita, Granate, Epidota y Cuarzo.—

Zona de caliza metamorfizada (Tactita).—

Zona de caliza marmolizada.—

A menudo la tactita se encuentra oxidada y alterada a una arcilla suave, con mineral de Scheelita diseminado.— Estas zonas son producto de una lixiviación, muy buscadas por los gambusinos.—

Al sur de El Jaralito, sobre el arroyo Los Alisos, se presentan manifestaciones de mineral de Berilo; lo mismo se pudo observar en forma diseminada en el cerro del Batamote.—

En otros sitios, como en la cresta del cerro Rábago ó Santa Elena, Norte, la tactita es muy dura y resistente, con bandas de granate y epidota bien expuestas.— Las bandas de caliza gris presentan erosión diferencial.— Estos afloramientos muestran crestones muy espectaculares.—

#### D).— GEOLOGIA ESTRUCTURAL:—

**SAN ANTONIO:—** Esta mina constituye principalmente un anticlinal (Rábago) con rumbo NW<sub>2</sub>SE, con una longitud de 440 metros y un ancho de 110 metros. A través del eje del anticlinal, existe un dique de 5<sub>2</sub>15 metros de espesor; el cual presenta una rica mineralización.— Al NE, el granito sobreyace la tactita generalmente con un ángulo de 45°.—

El anticlinal Rábago se encuentra dislocado longitudinalmente por fallas.— El plegamiento y fallamiento distorsionó el anticlinal en algunos lugares.—

Un gran dique de andesita, con rumbo E-W corta al anticlinal en el extremo NW.— El dique tiene un echado de 50° al sur, con 20 metros de espesor; desplaza al eje del anticlinal hacia el norte, en el extremo NW.—

El anticlinal de Rábago está rodeado al N-E-W por el batolito de granito.—

En la porción SSW, la caliza y tactita están expuestas en el área de Los Moros, cerro Los Huevones y cerro La Toalla.—

Los diques de pegmatita y andesita muestran una dirección preferencial en la porción SE del área.— Los diques son delgados y no sobrepasan los 5 metros de ancho, y el rumbo es N 30° W; el cual está muy cercano del rumbo del anticlinal que es de N 50° W.—

Económicamente la estructura más importante es la relación granito-tactita.— El echado de la tactita en general es de 40°-50° al NE.—

Al suroeste del sinclinal, la tactita se levanta en el flanco de otro anticlinal.— La tactita es continua pero cortada por varios intrusivos de granito y andesita.—

SANTA ELENA:— Esta zona, estructuralmente es un producto de fallas y fracturas que ocasionaron un colapso, ya que Santa Elena, es una depresión de pequeños lomeríos rodeada de sierras altas al S. W y E, al norte está limitada por una meseta, La Mesa- La Parrilla.—

Los conductos dejados por las fracturas fueron aprovechados por las intrusiones de pegmatita y andesita que en general tienen una dirección preferencial de NW-SE.—

BONANZA:— El área de Bonanza y la Cuesta Baja es una serie de anticlinales y sinclinales, con una orientación W. E.—

El anticlinal de Bonanza tiene echados casi verticales de 75°-80° de inclinación.— Esta zona se presenta también intrusionada por diques de granito y andesita, presentando zonas ricas de mineral de Wolframio entre los contactos de tactita y granito.—

**LOS MOROS:**— Esta área se ubica en la falda S<sub>2</sub>SW del cerro de Rogel. Está constituido por un techo colgante de caliza recristalizada con echados de 40° SE.— El rumbo preferencial es hacia el NE-SW.— Sobre la falda del cerro de Rogel, el área se encuentra mineralizada en la tactita en contacto con granito, cortado por diques de pegmatita y andesita.-

**EL CONTRABANDO:**— Es otra área, en el cual solo se presenta parte del flanco de un anticlinal de rumbo aproximado NW<sub>2</sub>SE, con echados de 39° a 46°.— Se encuentra esta zona muy fracturada e intrusionada por el granito, los contactos tienen intensa mineralización de Wolframio.—

El área del Río Sonora forma parte del flanco de un anticlinal con rumbo NE-SW, cortado por las intrusiones graníticas.— Esta estructura es continuación de la proveniente del cerro de Rogel que, en general guarda el mismo rumbo.—

Casi perpendicular al rumbo de la estructura del cerro de Rogel se presentan diques de pegmatita y andesita orientados hacia el NW<sub>2</sub>SE.— También la mayor parte de las fracturas del área conservan esa dirección preferencial, por lo cual las estructuras de tactita y caliza tienen una orientación de NE<sub>2</sub>SW y las fracturas de NW-SE.—

#### **J.— HISTORIA DE LA PRODUCCION:—**

A continuación se presenta una tabla que muestra la historia de la producción:—

1953 .....	30,000	Kilos
1954 .....	120,000	"
1955 .....	120,000	"
1956 .....	120,000	"
1957 .....	50,000	"
1958 .....	.....	Labores suspendidos.
1959 .....	.....	" "
1960 .....	108,587.800	Kilos.
1961 .....	119,424.300	"
1962 .....	10,682	"
1963 .....	.....	Labores suspendidos.
1964 .....	.....	" "
1965 .....	.....	" "
1966 .....	29,602.600	Kilos
1967 .....	87,210.200	"
1968 .....	139,822.400	"
1969 .....	169,543.400	"
1970 .....	230,666.700	"
1971 .....	250,000.900	"
1972 .....	300,845.500	"

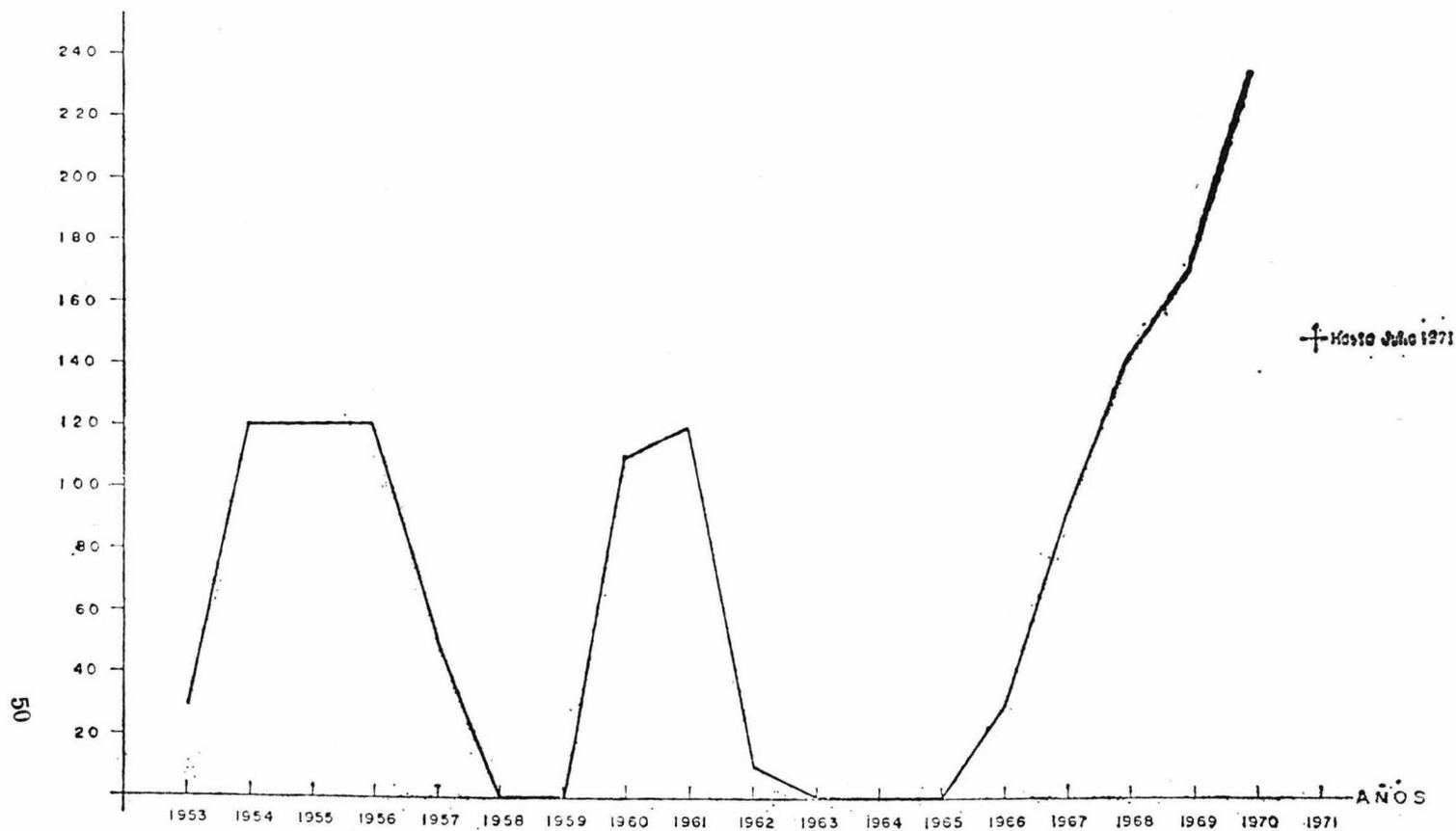
**K).— FOTOGRAFIAS DEL AREA DE TUNGSTENO DE BAVIACORA,  
S. A.—**

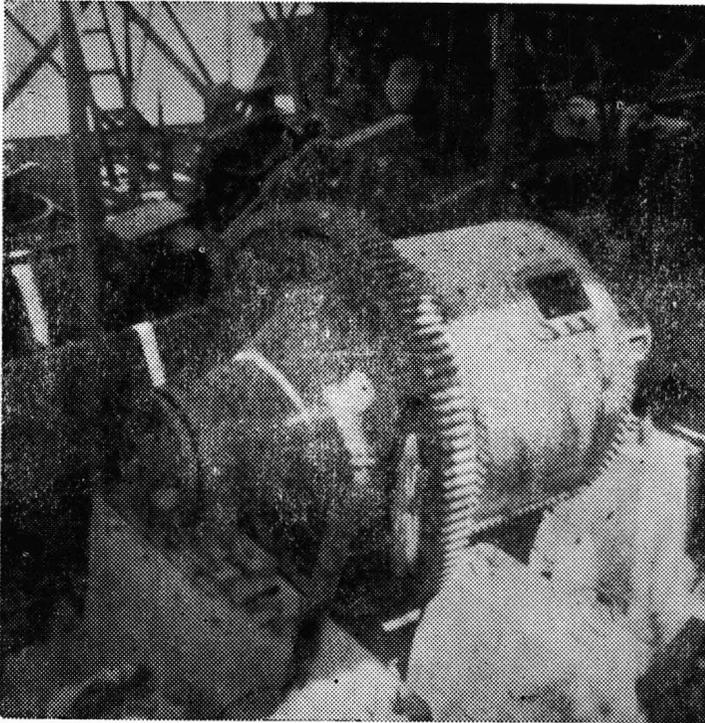
En las hojas siguientes se muestran ciertas fotografías tomadas de las diferentes áreas de Tubasa; indicándose en cada una de ellas lo que representan.—

Actualmente prestan sus servicios en Tubasa los señores: Ing. Mario Fernández, Gerente General; Ing. René Valdéz R., Gerente Local; Ing. Jesús Mendoza, Superintendente de la mina e Ing. Carlos Castro, Superintendente del molino.—

PRODUCCION EN  
TONELADAS

## GRAFICA DE PRODUCCION DEL AREA DE BAVIACORA, SONORA

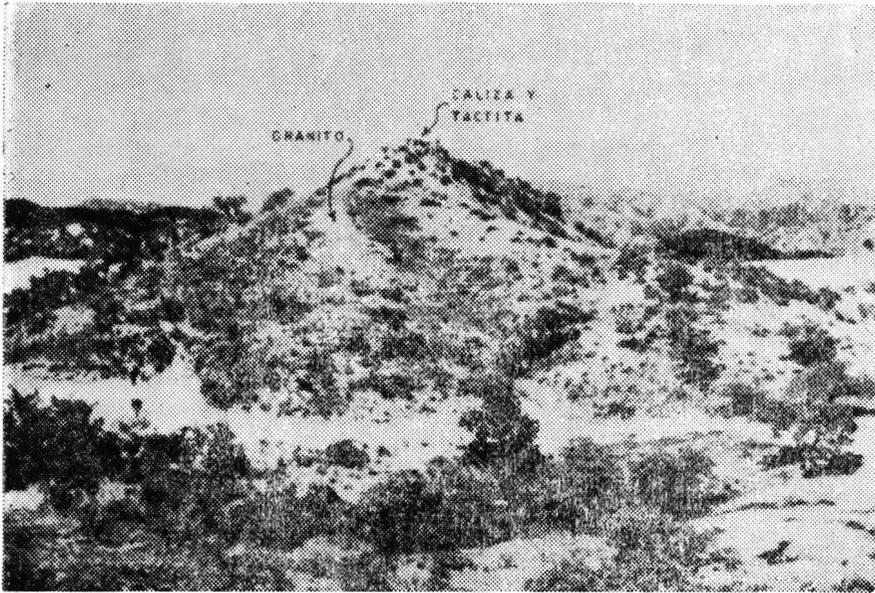




**Molino en  
Tubasa**



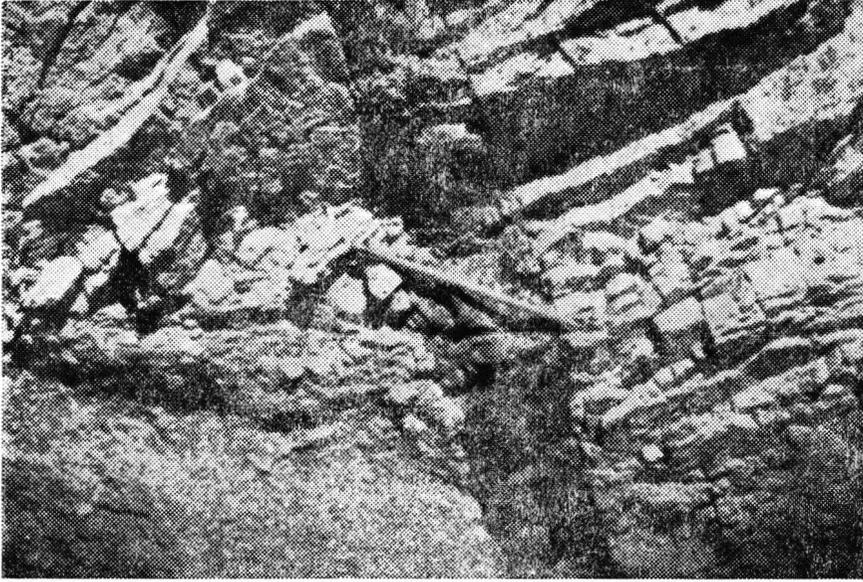
**Separador  
Magnético en  
Tubasa**



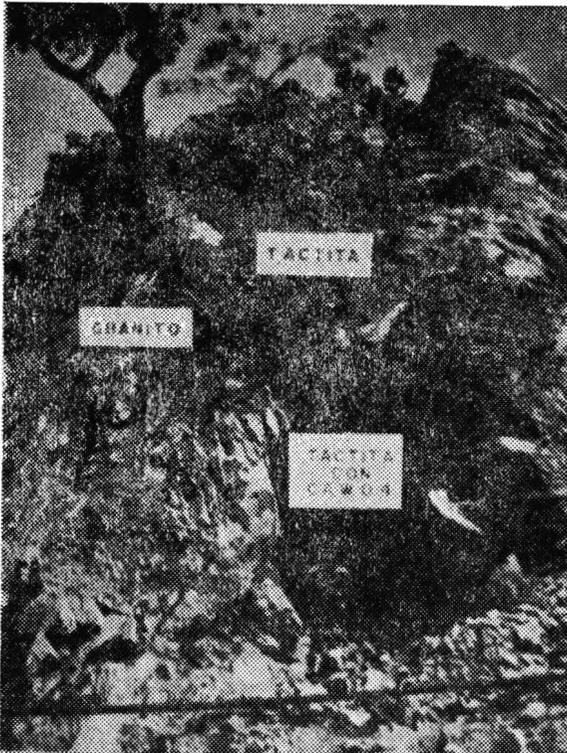
**Remanente de caliza y tactita (Roof pendant) sobre granito.— Camino a mina San Antonio.**



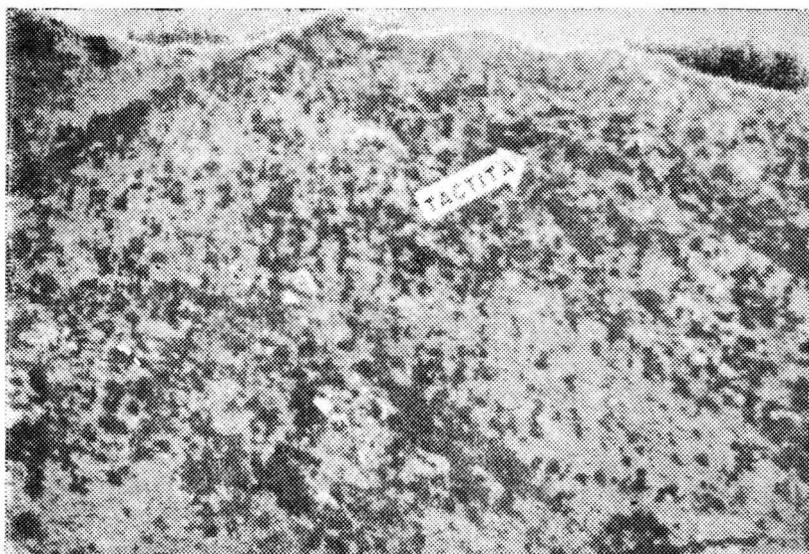
**Tactita mostrando bandas de granate, epidota.— Erosión diferencial.— Mina San Antonio.**



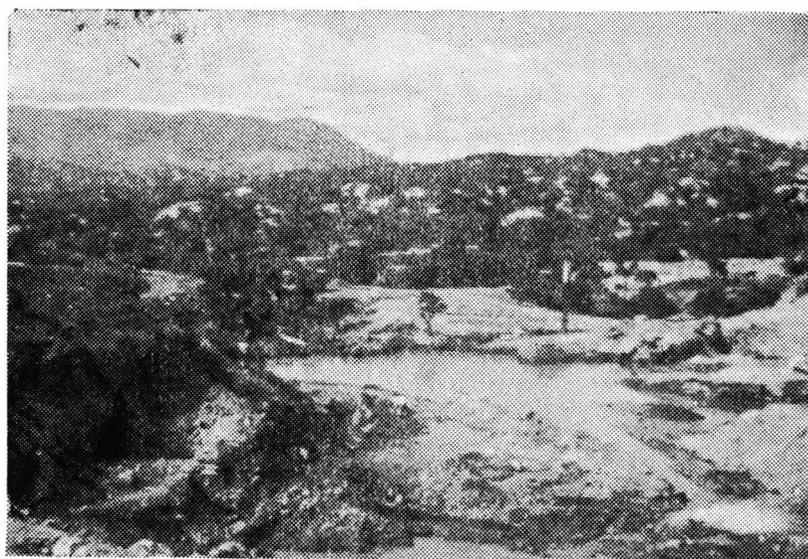
**Dique de andesita cortando al granito. Camino a mina La Toalla.**



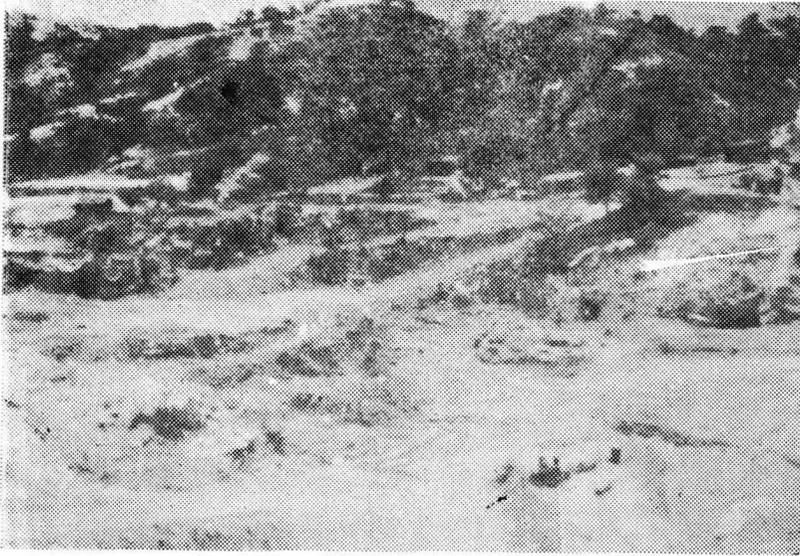
**Contacto, granito, tactita, con zona mineralizada.— Area mina San Antonio.**



**Flanco SE del cerro de Rogel.—  
Afloramiento de tactita.**



**Mina San Antonio. Tajo. Vista hacia el NW - SW. Labores  
en zona de contacto entre tactita y granito.  
Al fondo Sierra de Aconchi.**



**Mina San Antonio. Tajo. Vista hacia el NE.**



**Dique de pegmatita, cortando a andesita.**



**Mina San Antonio. Labor en tactita. Obra con  $\text{CaWO}_4$  Scheelita).—**

## 2.— MINA LA VENADA.— Generalidades:—

Esta mina de Scheelita propiedad de la Cía. Minera de Mazatán, S. A., está ubicada en el Municipio de Mazatán, Distrito de Ures, en el Estado de Sonora.—

Desde el punto de vista geológico este yacimiento que tiene la apariencia de una veta, presenta el potencial muy semejante al descrito para Tubasa, sólo que el horizonte es más joven y por lo tanto más erosionado.— Esta veta varía de 1 a 5 metros, presentando una profundidad aproximada de 50 metros bajo la superficie.—

El mineral también es muy parecido al que se encuentra en las minas de Baviácora, conteniendo bandas de minerales como la tactita, granate, epidota, wollastonita y calcita.

Las Leyes aproximadamente van desde 0.5 al 1.5% en contenido de W03.— Actualmente producen 5 toneladas métricas de concentrado al mes con un contenido de 65-68% de W03.—

Cabe destacar que en esta mina el contenido de Molideno es muy bajo ya que anda por el orden de 0.5 a 1.0% en el concentrado y por lo tanto no puede tomarse como impureza, pues solamente del 1% hacia arriba se considera como tal.—

El producto concentrado es generalmente exportado a Francia.—

Cuenta ésta compañía con un molino gravimétrico abierto del tipo Hermman con capacidad para 100 toneladas diarias, aunque son procesadas menos de éste número.— El sistema de beneficio es a base de jiggs Duplex—Denver, con mesas concentradoras Wilffley — Platto.—

Dentro de un futuro no muy lejano, piensan instalar en esta mina un equipo de flotación para beneficio de los minerales.—

El capital con el cual opera esta mina es en mayor parte mexicano.—

El Gerente General de esta empresa es el señor Pedro Mahieux.—

### 3.— MINA SAN ALBERTO.— Generalidades:—

La mina San Alberto, enclavada en la Comisaría de Mexiquillo, Municipio de Alamos, en el Estado de Sonora, se encuentra en la margen derecha del Río Mayo, aguas arriba de la presa de Mocúzari, en el extremo nortee-oriental.—

La geología que presenta esta mina es muy similar a las anteriores ya que cuenta con un enriquecimiento a lo largo de un dique intrusivo en contacto con unas tactitas, dándole la apariencia de una veta y encontrándose en ella valores hasta de 2.3% de WO<sub>3</sub>.—

El mineral que se encuentra es muy complejo; tiene abundante pirita, calcopirita y posiblemente Bismuto y Oro en pequeñas cantidades.

Hace 20 años fué hecha la primera explotación a tajo abierto, formando un terrero con el mineral extraído de la mina, que tiene aproximadamente de 35 a 45 mil toneladas métricas, con una Ley promedio de 0.65% de WO<sub>3</sub>.— Este mineral nunca se ha beneficiado, ya que actualmente benefician mineral fresco en una planta gravimétrica.— La molienda la hacen a base de quebradoras primarias y secundarias y luego criban a 10 mallas en circuito cerrado hasta reducir el tamaño, para pasar a jiggs y mesas concentradoras.—

Producen actualmente 15 toneladas al mes que son exportadas a Estados Unidos de Norteamérica.—

Esta mina es propiedad de la Cía. Minera La Perla, S. A., con capital 100% mexicano.— El Presidente de ésta empresa es el señor Ing. José Jesús de la Garza y el Gerente General el señor Alejandro Ayub.—

El producto obtenido al igual que en las minas anteriores es la Scheelita.—

Como la producción de las dos últimas minas descritas someramente es relativamente baja; sólo me concreto a dar datos generalizados, no así como lo hice con Tungsteno de Baviácora, S. A., que es la mina más importante con que cuenta México de éste metal.—

**CAPITULO VI.—**

**MERCADO NACIONAL, MERCADO MUNDIAL E INDUSTRIALIZACION  
DEL WOLFRAMIO EN MEXICO.—**

En el lustro 1968-1972 la producción de Wolframio en el Estado de Sonora fué muy importante y apoyado también en un estudio que la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México (GEOMIMET), realizó a nivel nacional, movió mi interés sintetizar los aspectos de Oferta, Demanda, Exportaciones, Precios y los Impuestos y Subsidios aplicables en materia Fiscal que tienen relación no sólo directa sino estrecha con el mercado del Wolframio en el país.— Así hemos logrado un conocimiento más cierto de todo lo que con éste metal acontece y aunque mi tesis sólo enfoca al Estado de Sonora he querido abordar en éste capítulo tan interesantes temas, después de comprobar que ésta Entidad norteña marcha a la cabeza en la producción nacional de Wolframio.—

Considero que lo anterior imprimirá a la presente Monografía en su terminación, mejor información estadística en cuanto a Wolframio se refiere.

Por otra parte, y por lo que toca al Mercado Internacional, también en los puntos de Oferta, Demanda y Precios, aunque sea en forma somera incluyo una serie de datos que precisan orientación.—

Para terminar éste capítulo explico la industrialización del Wolframio en la República Mexicana.—

## 1.— MERCADO NACIONAL.—

### A).— OFERTA:—

#### 1.— Producción:—

1.1.— Volumen y Valor:— Durante el último lustro, la producción nacional de Wolframio aumentó en 85%, al pasar de 266 toneladas que se obtuvieron en 1968, a la cantidad de 492 toneladas para 1972, según puede observarse en el cuadro que aparece a continuación:—

PRODUCCION NACIONAL DE WOLFRAMIO 1/		
AÑOS	VOLUMEN (Tons. en contenido metálico).—	VALOR 2/ (Miles de pesos)
1968	266	7,785
1969	288	8,695
1970	289	8,649
1971	416	12,825
1972	492	15,600
TOTAL:	1,751	53,554

1/ La mayor parte de la producción 99%, corresponde a Wolframio en concentrados y el 1% en mineral.—

2/ Calculado con base en los precios proporcionados por empresas productoras.—

El incremento en la oferta de Wolframio, ha obedecido fundamentalmente a una mayor demanda externa, ya que la producción se destina casi en su totalidad a la exportación, debido a que en nuestro país no existen actualmente las instalaciones minero-metalúrgicas que aprovechen los minerales y concentrados de Wolframio que se obtienen en México para elaborar los productos finales que requiere la industria de transformación.—

El valor de la producción de Wolframio también registró un crecimiento importante, pues mientras que en 1968 fué de 7.8 millones de pesos, para 1972 se alcanzó la cifra de 15.6 millones de pesos, lo que significó un aumento del 100%.— La tasa de crecimiento anual fué de 19%.—

Los mayores volúmenes producidos, así como el incremento registrado en los precios de los concentrados, entre otras causas, fueron las que originaron que el valor de la producción se duplicara en el lapso analizado.—

1.2.— Localización de la Producción:— Los Estados productores de Wolframio en el país son: SONORA, Chihuahua y Baja California en donde se obtiene 85%, 13% y 2%, respectivamente.—

1.3.— Por Empresas.— Los principales productores de Wolframio en el país, que contribuyen a la formación de la oferta nacional son siete, tal como puede verse en el cuadro siguiente:—

TONELADAS		
ENTIDADES Y EMPRESAS PRODUCTORAS	PROMEDIO ANUAL (1968-1972) 1/	%
TOTAL:	350	100
SONORA:		
Tungsteno de Baviácora, S. A.	143	41
Galas Acosta Lucas.	22	6
Cía. Minera Cíbola, S. A. de C. V.	21	6
Martínez Barceló Santos.	17	5
Minerales América, S. A.	16	5
Otras.	66	19
	285	82
CHIHUAHUA:—		
Cía. Minera La Perla, S. A.	45	12
BAJA CALIFORNIA:—		
Loustaunau Martínez. Isaías y otras	20	6

1/ Contenido metálico.

La información anterior indica que las empresas Tungsteno de Baviácora, S. A., Cía Minera La Perla, S. A., Cía. Minera Cíbola, S. A. de C. V. y Menerales América, S A., en conjunto aportaron cerca del 64% de la producción nacional o total, del promedio durante el lustro analizado.—

Dichos productores cuentan con yacimientos propios que explotan regularmente, así como con plantas para beneficiar el mineral, produciendo concentrados de buena calidad, es decir, con una Ley que oscila entre el 65 y 67% de WO<sub>3</sub> —

La Localización de dichas plantas y su capacidad de producción, pueden apreciarse en el siguiente cuadro:—

NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACION.	CAPACIDAD. (Tons. diarias).
Tungsteno de Baviácora, S. A.	Baviácora, Sonora.	100
Cía. Minera Cíbola, S.A. de C.V.	Sahuaripa, Sonora,	100
Minerales América, S. A.	La Colorada, Sonora.	80
Cía. Minera La Perla, S. A.	Potrero Bohórquez. Edo. de Chihuahua.	50

Cabe hacer la aclaración que actualmente sólo están en explotación los minerales de Wolframio que en el Capítulo V se mencionan; pero doy toda ésta información para que se observe que en el lustro en que se desarrolló el presente estudio auxiliado por las distintas fuentes que en la Bibliografía menciono, había gran explotación de Wolframio en el Estado de Sonora.

1.4.— Tendencia de la Producción Nacional:— La producción de Wolframio ha crecido en los últimos cinco años a una tasa anual del 17%, por lo que de continuar la misma tendencia, se estima que el país producirá durante el próximo lustro, los siguientes volúmenes:—

AÑOS.	TONELADAS.
1973	573
1974	668
1975	779
1976	908
1977	1.059

Estos estudios realizados en el período de 1968 a 1972 nos mostraban ésta tendencia; pero de acuerdo al estudio realizado en ésta tesis profesional todo esto vino en decadencia ya que algunas de estas empresas dejaron de trabajar y el fin que se perseguía en cuanto a producción por lo menos a la fecha en que estamos (1974) no ha resultado como se esperaba.—

Como ya se indicó anteriormente la producción de W que se obtiene en México, se exporta casi en su totalidad fundamentalmente a E. U. A., quien requiere este producto metálico básicamente para su industria siderúrgica.— Por lo tanto es de suponerse que la producción continuará aumentando, en relación a las crecientes necesidades de dicha industria.—

1.5.— Yacimientos y Reservas:— Los depósitos de Wolframio en la República Mexicana se encuentran distribuidos en diversas entidades.—

Los yacimientos del Estado de Sonora, localizados en los municipios de Caborca, Santa Ana y Sahuaripa, así como los de Baja California, en el Municipio de La Paz y en la zona de El Fenómeno son los que más han destacado por su producción.—

Chihuahua también cuenta con importantes yacimientos de Wolframio en el Municipio de Guadalupe y Calvo.

Otros depósitos de menor significación se encuentran en la región de El Rodeo del Estado de Durango; en el Municipio de Choix en Sinaloa; y en Villanueva Zacatecas.—

Los descubrimientos de depósitos más recientes de Wolframio son: el denominado Tres Brazos, en el Municipio de Atoyac, Estado de Guerrero y los que se localizan entre la Ciudad de León, Guanajuato y los límites con el Estado de Jalisco.

El mineral de Wolframio que más abunda en el país es la Scheelita, aún cuando también se han encontrado la Wolframita, la Tungstita y la Cuprotungstita.— Generalmente, la Ley de los minerales que se han explotado fluctúa entre el 0.3% y 1.0% de WO<sub>3</sub>.—

A pesar de que los yacimientos de Wolframio han sido poco investigados, las reservas positivas de éste mineral se estiman en 171,630 toneladas con un contenido de 0.5% de Trióxido de Wolframio (WO<sub>3</sub>).—

## 2.— IMPORTACIONES.—

2.1.— Volumen, Valor y Formas de Presentación:— México importa Wolframio en diferentes formas para satisfacer las necesidades de su industria.— En el exterior se adquieren productos químicos, Wolframio en bruto y productos manufacturados.— Las fracciones arancelarias por las que se introducen al país son las siguientes:—

FRACCIONES	CONCEPTO.
<p style="text-align: center;"><u>PRODUCTOS QUIMICOS:</u></p> <p style="text-align: center;">28 47 F 001 28 47 F 999</p>	<p>Wolframato de sodio. Las demás. (Wolframato).</p>
<p style="text-align: center;"><u>WOLFRAMIO:</u></p> <p style="text-align: center;">81 01 A 001</p>	<p>Wolframio en bruto.</p>
<p style="text-align: center;"><u>MANUFACTURAS DE W:</u></p> <p style="text-align: center;">81 01 B 001</p> <p style="text-align: center;">81 01 B 002</p> <p style="text-align: center;">81 01 B 003</p> <p style="text-align: center;">81 01 B 004</p> <p style="text-align: center;">81 01 B 999</p> <p style="text-align: center;">38 19 A 080</p>	<p>Alambres con peso igual o superior a 1.952 mg. sin exceder de 377.22 mg., por cada 200 mm. de longitud.—</p> <p>Alambres plateados de diámetro igual o superior a 0.00635 mm., sin exceder de 0.254 mm.—</p> <p>Alambres, excepto lo comprendido en las fracciones 81 01 B 001 y 002.—</p> <p>Pastillas con diámetro que no exceda de 6 mm. y con grosor inferior o igual a 1.5 mm., aún cuando están perforadas.—</p> <p>Los demás.</p> <p>Mezclas de polvos de carburo de Wolframio con uno ó varios elementos.—</p>

Las compras al exterior tanto en volumen como en valor en los últimos cinco años fueron como sigue:

IMPORTACIONES DE WOLFRAMIO 1/							
	QUIMICOS		EN BRUTO		MANUFACTURADO		
Años	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Valor Total
1968	4,167	232	3,713	559	30,384	8,626	9,417
1969	2,513	151	10,663	1,577	64,269	14,430	16,158
1970	4,399	275	19,132	2,488	58,310	15,658	18,421
1971	1,553	104	8,914	1,404	47,831	12,962	14,470
1972	4.293/3	279/3	16,625	2,619/2	61,790/2	16.480	19,378
Total 1968- 1972	16,925	1.041	59,047	8.647	262,584	68,156	77,844

1/ Volumen en kilogramos y valor en miles de pesos.

2/ Estimado en base a la tendencia y a las importaciones de los últimos nueve meses.

3/ Únicamente nueve meses.

El volumen de las importaciones de Wolframio en bruto se elevó de 3.7 toneladas en 1968 a 16.6 en 1972, es decir, 347.7%.— El manufacturado aumentó de 30.4 toneladas a 61.8 en 1972; ésto es un incremento de 103.4%.—

Por lo que respecta al valor, las importaciones totales durante el lapso comprendido ascendieron a 77.8 millones de pesos, de las cuales, el 87.7% correspondieron a productos manufacturados, 11.1% a Wolframio en bruto y los productos químicos representaron únicamente el 1.2%.—

Cabe destacar que también se venían importando algunas cantidades de ferrotungsteno, las cuales se introducían al país por la fracción arancelaria 73 02 A 999 que corresponden al rubro "otras ferroaleaciones".— por lo indicado, no es posible determinar las compras al exterior de ferrotungsteno.

Igualmente, los filamentos a base de Wolframio que se importan para lámparas incandescentes y fluorescentes, entran al país por la fracción arancelaria 85 20 C 004, correspondiente a filamentos metálicos. lo cual impide saber el monto de las compras externas de dichos filamentos.—

Por otra parte, es necesario indicar que actualmente la empresa Electricidad y Química, S. A., está produciendo ferrotungsteno y wolframato de sodio, por lo que se espera que las importaciones de éstos renglones se sustituyan a corto plazo.—

2. 2.— Países de Origen:— El 94% del valor de las importaciones, proviene de los Estados Unidos, el resto es adquirido en Japón, Países Bajos, Canadá, Australia, Inglaterra, Suecia, República Federal Alemana y Brasil.—

2. 3.— Importación por Empresas:— A continuación se señala una lista de empresas importadoras de productos a base de Wolframio, que son: Campos Hermanos, S. A.; Acero Solar, S. A., Siderúrgica Nacional, S. A.; Fagersta de México, S. A., Sandvik de México, S. A.; Kennamer, S. A. de C.V.; General Electric de México, S. A., Oram, S. A. de C. V. Omega, S. A.; y Foscos, S. A.—

2. 4.— Tendencia de las Importaciones:— El comportamiento de las importaciones en el período 1968—1972, señala una tendencia ascendente tanto en volumen como en valor.— Este es resultado de las cada vez mayores adquisiciones de Wolframio en bruto y manufacturado requerido por la industria nacional.—

#### B).— DEMANDA.—

1.— Volumen:— La demanda de concentrados de Wolframio en el país es sumamente baja ya que de 1967 a 1972 registró aproximadamente 22 toneladas por año; de ésta cantidad, el 55% fué de importación y el 45% de producción nacional.— Durante el transcurso del período indicado, el consumo de este metal se comportó en forma irregular, así se aprecia que en 1968 fué de 6 toneladas, en tanto que en 1970 ascendió a 38 para disminuir en más del 50% en 1971 (año en que la economía del país sufrió un quebranto en todas las actividades), para 1972 se observa una tendencia de recuperación.—

(Véase el cuadro siguiente):—

CONSUMO NACIONAL DE WOLFRAMIO EN CONCENTRADOS						
Absolutos y Relativos						
Años	TOTAL		IMPORTADO		NACIONAL	
	Tons.	%	Tons.	%	Tons.	%
1968	6	100	4	67	2	33
1969	21	100	11	52	10	48
1970	38	100	19	50	19	50
1971	18	100	9	50	9	50
1972	29	100	17	59	12	41
Suma:	112		60		52	
Promedio:	22	100	12	55	10	45

2.— Por Ramas Industriales:— La demanda registrada durante el último lustro en el país, se canalizó casi en su totalidad a la siderúrgica y una mínima parte fué para la industria química.—

En el primer caso se utilizó fundamentalmente para la elaboración de ferroaleaciones; cabe indicar que en éstos productos, se ocupó el Wolframio en concentrados de producción nacional, pero el de importación se destinó en forma directa al recubrimiento de aceros, herramientas, tejas y alambres.—

En el segundo, se utilizó en la preparación de pigmentos (Wolframato de sodio) demandando una proporción insignificante, ya que el mejor de los años del quinquenio que se analiza, no pasó de dos toneladas del Wolframio en concentrados procedente del Estado de SONORA.—

3.— Consumo por Empresas:— Entre los demandantes de Wolframio en concentrados pueden citarse Electricidad y Química, S. A., quien lo emplea para la elaboración de ferrotungsteno y pigmentos, productos a los que destinó poco más de 9 toneladas en promedio anual de 1969 a 1972.— Fagersta de México, S. A., utiliza el Carburo del citado metal, para hacer pastillas a presión que se colocan en un extremo de los barrenos para taladrar rocas; su consumo asciende a casi 8 toneladas por año.—

Existen otras empresas que son consumidoras de productos a base de Wolframio, como son los filamentos para focos; entre éstas las más importantes son: Focos. S. A., General Electric de México, S. A. y Osram, S. A. de C. V.— Las dos primeras se localizan en Monterrey, Nuevo León y la tercera en Naucalpan de Juárez, Estado de México.— Asimismo, figuran las que emplean ferrotungsteno, por ejemplo: Campos Hermanos, S. A., y Acero Solar, S. A., que lo emplean para la elaboración de aceros grado herramienta y alambres.—

4.— Especificaciones:— Las características del Wolframio que se consume en el país, son bien definidas para cada uso; así, el de origen nacional destinado a producir ferrotungsteno, contiene entre el 50 y 60% de Wolframio, 0.05% de Azufre como máximo y menos de 0.05% de Fósforo.—

El Carburo de Wolframio de importación, se distingue por tener Cobalto, Parafina en la forma de polvo granulado y en general obedece a un análisis aproximado de 90% de Carburo de Wolframio (WC), 7% de Cobalto (Co) y de 2 a 3% de Parafina.— En cuanto al otro producto de importación, o sea los filamentos, se trata simplemente de Wolframio maquinado para lámparas incandescentes y fluorescentes.—

5.— Perspectivas de la Demanda Nacional:— Es evidente que la demanda de Wolframio está supeditada básicamente a la mayor o menor producción de acero, ya que en el ámbito mundial, este producto absorbe de las dos tercias a tres cuartas partes del Wolframio consumido.—

De las empresas que proporcionaron información en la Ciudad de México y su periferia, coinciden en señalar que en los próximos años, su demanda aumentará entre un 10 y 15% aproximadamente; por tanto, se calcula en unas tres toneladas más por año distribuidas en sus diferentes aplicaciones.—

#### C).— EXPORTACIONES.—

I.— Volumen y Valor:— Las ventas al exterior tanto en volumen como en valor, durante los últimos cinco años, fueron las que se indican en el cuadro que se inserta a continuación:

EXPORTACIONES MEXICANAS DE MINERALES Y CONCENTRADOS. 1968—1972.—		
AÑOS.	TONELADAS. 1/	MILES DE PESOS
1968	265	15,704
1969	283	16,750
1970	267	17,704
1971	380	28,771
1972	435	32,935
<b>TOTAL:</b>	<b>1,630</b>	<b>111,864</b>

1/ En contenido metálico.—

Como puede apreciarse en el cuadro anterior, el Wolframio se envía al extranjero con escaso grado de elaboración.— En éstas condiciones, el beneficio que obtiene el país, por concepto de exportación de éste mineral, se reduce a la cantidad de divisas, que en los últimos cinco años (1968-1972) ascendieron a 111.9 millones de pesos.— En éste mismo período, el volumen de las exportaciones registró una tasa de crecimiento anual de 13.2% y la del valor fué de 20.3%.—

2.— Formas de Exportación:— En México hasta la fecha sólo se aprovecha el Wolframio en mínima proporción por lo que casi la totalidad de la producción nacional se envía al exterior.— De las exportaciones totales cerca del 99% se efectúa por la fracción arancelaria 271.15.01 correspondiente a concentrados y aproximadamente el 1% restante, por la fracción 271.15.00 que pertenece a minerales.—

3.— Países de Destino:— Durante el quinquenio 1968-1972, la exportación nacional de Wolframio se envió a Reino Unido, Estados Unidos de Norteamérica, Alemania Occidental, Francia, Japón, Bélgica y Holanda.— Véase el cuadro siguiente:

EXPORTACION MEXICANA DE WOLFRAMIO		
Miles de Pesos.		
PAISES DE DESTINO.	VENTAS PROMEDIO ANUAL 1968—1972	%
Reino Unido.	10,963	49
Estados Unidos Americanos.	5,146	23
Alemania Occidental.	2,461	11
Japón.	1,790	8
Francia.	1,119	5
Países Bajos.	894	4
<b>TOTAL:</b>	<b>22,373</b>	<b>100</b>

4.— Tendencia de las Exportaciones.— Si durante el próximo lustro no se instala en el país una planta que produzca artículos elaborados a base de Wolframio, las ventas al exterior de éste recurso no renovable, continuarán incrementándose y se estima que alcanzarán los siguientes montos:—

EXPORTACION ESTIMADA DE WOLFRAMIO:—	
AÑOS	TONELADAS
1973	492
1974	557
1975	630
1976	713
1977	807

NOTA:— Los cálculos anteriores están elaborados con base en el ritmo anual de crecimiento observado en el periodo 1968-1972.—

D).— PRECIOS.—

1.— Nacionales:— Las cotizaciones que se publican en el London Me-

tal Bulletin, sirven de base para establecer precios y así los productores de Wolframio realicen sus ventas, ya que como antes se indicó, éste producto en su mayoría se destina a la exportación.

A finales de 1972 el precio del Wolframio en concentrados en el país fluctuó entre \$45.00 y \$49.00 por kilogramo neto de WO<sub>3</sub> puesto en planta con sumidora.—

2.— De Importación:— El país adquiere del exterior materias primas y diversos artículos elaborados a base de Wolframio con distintos valores unitarios, según se indica a continuación:—

VALORES UNITARIOS DE LAS IMPORTACIONES. DE WOLFRAMIO					
Pesos por kilogramo					
CONCEPTO.	1968	1969	1970	1971	1972
Wolframato de sodio	55.64	59.00	62.40	67.16	66.74
Wolframio en bruto.	150.51	147.85	130.05	157.50	172.17
Alambre 1/	903.48	926.79	847.47	933.69	867.84
Otros alambres 2/	583.10	359.90	542.17	392.53	278.13
Pastillas.	874.59	886.28	770.63	951.17	866.12
Mezclas de polvos de carburo 3/	165.97	175.53	185.84	180.15	182.99

1/ Fracción arancelaria 81 01 B 001

2/ Fracción arancelaria 81 01 B 003

3/ Fracción arancelaria 38 19 A 080

#### E).— ASPECTOS FISCALES.—

1.— Impuestos:— Los diversos gravámenes vigentes a la fecha que inciden sobre el Wolframio, aparecen en el cuadro siguiente:—

CONCEPTO.	MONTO.
1.— Superficial:	\$15.00 (Anual por pertenencia).
2.— Producción: En minerales En concentrados	0.90 (Por kilogramo). 0.77 (Por kilogramo).
3.— Exportación: En minerales En concentrados	18.94 (Por kilogramo neto) 18.94 (Por kilogramo neto)
4.— Importación: a) Alambre plateado de diámetro igual ó superior a 0.00635 sin exceder de 0.254 mm. b) Wolframato de sodio. c) Wolframio en bruto. d) Alambre excepto lo comprendido en la fracción 81 01 A 001 y 002. e) Alambre con peso igual ó superior a 1.952 mg. sin exceder de 377.22 por cada 200 mm. de longitud. f) Pastillas con diámetro que no exceda de 6 mm. y con grosor inferior ó igual a 1.5 mm. aún cuando están perforados. g) Mezclas de polvos de carburo de Wolframio con uno ó varios de los siguientes elementos: Cobalto, Carburo de Tántalo, etc.—	1.11 (Por kilogramo bruto) 5.10 (Por kilogramo bruto). 14.40 (Por kilogramo bruto)  20.90 (Por kilogramo bruto).  43.34 (Por kilogramo bruto).  80.20 (Por kilogramo bruto).  29.55 (Por kilogramo bruto).

- a) Fracción arancelaria: 81 01 B 002
- b) Fracción arancelaria: 28 47 F 001
- c) Fracción arancelaria: 81 01 A 001
- d) Fracción arancelaria: 81 01 B 003
- e) Fracción arancelaria: 81 01 B 001
- f) Fracción arancelaria: 81 01 B 004
- g) Fracción arancelaria: 38 19 A 080

2.— Subsidios:— Los pequeños y medianos productores de Wolframio pueden disfrutar de una reducción de la percepción neta federal en los impuestos sobre producción y exportación.— Aquellos que generen hasta un máximo de \$75,000.00, de percepción neta federal, tienen derecho al 100% de reducción en forma automática.—

A los medianos productores se les conceden subsidios o reducciones que van de 95% a 50% de la percepción aludida.—

En caso de que el productor de Wolframio sea gran empresario, puede optar por la celebración de Convenios Fiscales de acuerdo con lo establecido en el Acuerdo Presidencial publicado el 31 de julio de 1971.—

## II.— MERCADO MUNDIAL.—

### A).— OFERTA:—

La producción mundial de Wolframio durante el período 1966 a 1970, se incrementó en 17.3% al pasar de 28,615 toneladas en 1966 a 33,573 en 1970, como puede observarse en el siguiente cuadro:

PRODUCCION MUNDIAL DE W. 1/.	
AÑOS	TONS. METRICAS
1966	28,615
1967	28,452
1968	31,017
1969	32,091
1970	33,573

1/ Contenido metálico.

La oferta mundial hasta el año de 1968 estuvo representada por la producción exclusivamente, a partir de 1969 además de la producción obtenida en el mundo se considera como componente de la oferta, parte de los stocks que Estados Unidos puso en el Mercado Internacional para compensar el déficit propiciado por el retiro de China Continental del mercado.—

1.— Producción por Países:— En el cuadro siguiente, se presentan los principales productores del Wolframio:

PRODUCCION MUNDIAL DE WOLFRAMIO 1/.		
TONELADAS METRICAS		
PAISES	PROMEDIO ANUAL. 1966 - 1970	%
China Continental.	7,893	26
U. R. S. S.	6,296	20
Estados Unidos.	3,596	12
República de Corea.	2,043	6
Corea del Norte.	2,094	7
Bolivia.	1,650	5
Portugal.	1,309	4
Canadá.	1,139	4
Australia.	1.133	4
Brasil.	738	2
Perú.	565	2
Japón.	508	2
Tailandia.	513	2
Otros.	1,183	4
<b>TOTAL:</b>	<b>30.750</b>	<b>100</b>

1/ Contenido metálico.

Como puede desprenderse de las cifras anteriores, China Continental fué el productor más importante en el mundo, participó con el 26.0% del total y obtuvo el Wolframio de sus plantas en Shangai y Pekín, principalmente.—

El segundo lugar correspondió a la U.R.S.S., con el 20.5% de la producción mundial

Estados Unidos también destacó como productor de Wolframio durante el período de estudio, obtuvo el 11.7% del total proveniente de la explotación de aproximadamente 30 minas localizadas en los Estados de Colorado, Arizona, California, Idaho, Montana, Nevada y Utah.—

En dicho país, dos minas proporcionan la mayor parte de la producción, una localizada en Bishop, California, perteneciente a la Corporación Unión Carbide y otra ubicada en Leadville, Colorado, de la Cía Climax Molybdenum

2.— Principales Países Exportadores:— Las exportaciones de Wolframio que efectúan diversos países en el mundo, se refieren principalmente a minerales y concentrados, le sigue en importancia el ferrotungsteno y por último el Wolframio metálico:—

PRINCIPALES PAISES EXPORTADORES DE WOLFRAMIO EN MINERALES	
Tons. Métricas	
PAISES.	PROMEDIO ANUAL 1966—1970
Corea del Sur.	3,758
E.U.A 1/	3,031
Bolivia 1/	2,089
Australia 1/.	2,039
Portugal.	1,558
Perú 2/.	754
Tailandia.	736
Brasil.	477
México 1/.	374

1/ Minerales y Concentrados.

2/Contenido de WO<sub>3</sub>.—

Aún cuando Estados Unidos aparece en el cuadro anterior como segundo exportador mundial, es conveniente señalar que a partir de 1969 fué el más importante, habiendo aportado al Mercado Internacional un volumen de 15,158 toneladas.— Esta mayor concurrencia fué con el propósito de aprovechar el déficit propiciado por el retiro de China Continental.—

En lo que se refiere a ferrotungsteno, solamente se registran exportaciones en cuatro países mismas que se señalan en el siguiente cuadro:—

PRINCIPALES PAISES EXPORTADORES DE FERROTUNGSTENO (Tons. Métricas)	
PAISES.	PROMEDIO ANUAL 1966—1970
Reino Unido.	1,421
Francia.	403
Portugal.	340
Suecia.	74

El Wolframio metálico, es vendido en el Mercado Internacional principalmente por la República Federal Alemana, que durante el lustro 1966-1970, alcanzó en promedio un volumen anual de 392 toneladas.— Le siguió en importancia Austria con 288 toneladas, Suecia con 129 y Japón con 42.—

3.— Perspectivas de la Producción Mundial:— La oferta mundial de Wolframio contempla un panorama favorable para su desarrollo, dado que constantemente se emplean mayores cantidades por industrias como la siderúrgica, eléctrica y otras; lo anterior, aunado a las condiciones deficitarias del mercado originadas por el retiro de China Continental, han creado un campo propicio para el desarrollo de la producción de Wolframio en el mundo.

#### B).— DEMANDA.—

1.— Principales Paises Importadores:— Las importaciones mundiales de Wolframio se realizan principalmente en forma de minerales, metálico y ferrotungsteno, destacando por su importancia las mencionadas en primer término.—

Las importaciones de minerales se incrementaron en 30% al pasar de 30,250 toneladas en 1966 a 39,176 en 1970, habiendo registrado una tasa de crecimiento anual del 7%.—

Los principales importadores mundiales de minerales de Wolframio en el lapso antes eludido, fueron: Alemania Occidental, Reino Unido, Japón y Austria, quienes absorbieron el 66% del promedio de las importaciones totales realizadas.—

El 34% restante fue adquirido por: Polonia, Estados Unidos, Francia, Suecia, Países Bajos y otros.—

Como importador relevante de Wolframio metálico destaca Alemania Occidental quien adquirió 744 toneladas o sea el 66% de las importaciones totales mundiales promedio, del lapso 1966-1970; distinguiendo además aunque con menor rango, las realizadas por Austria, Francia y Suecia, según puede observarse a continuación.—

IMPORTACIONES MUNDIALES DE WOLFRAMIO. En Toneladas Métricas.—						
PAISES.	MINERALES.		METALES.		FERROTUNGSTENO.	
	Prom. 1966-1970.	% Prom.	Prom. 66-70	% Prom.	Prom. 66-70	% Prom.
TOTAL:-	31,024	100	1,126	100	1,365	100
Alemania Oc.	6,993	23	744	66	—	—
Reino Unido.	6,286	20	39	4	166	12
Japón.	4,178	13	37	3	—	—
Austria.	2,993	10	72	6	63	5
Polonia.	2,892 1/1	9	—	—	—	—
E.U.A.	2,642	9	—	—	61	4
Francia.	2,327	7	67	6	—	—
Suecia.	1,967	6	69	6	532	39
Países Bajos.	323	1	—	—	4	—
Otros.	423	2	98	9	539	40

1/ Concentrados.

2/ Minerales y Concentrados.

Por lo que se refiere a las importaciones de ferrotungsteno. éstas se incrementaron en 26% al pasar de 1,313 toneladas en 1966 a 1,650 en 1970, con una tasa de crecimiento del 6% anual.—

En éste aspecto, destacan como principales países importadores: Suecia y Reino Unido, quienes absorbieron 39% y 12% respectivamente, del promedio de las importaciones del quinquenio 1966—1970.—

2.— Consumo por Países:— Teniendo en cuenta que la principal aplicación de los minerales y concentrados de Wolframio se encuentra en la industria siderúrgica, es lógico que los países que más se distinguen como consumidores, son los que poseen una fuerte industria de éste tipo.— Como ejem



plo, pueden citarse:— Estados Unidos, U.R.S.S., Reino Unido, Alemania Occidental y Japón, quienes en conjunto durante el quinquenio estudiado, absorbieron el 66% del consumo promedio anual mundial.—

Otros países demandantes con fuerte consumo de este mineral son: Austria, Corea del Norte, Polonia, Checoslovaquia, Francia y otros, quienes conjuntamente absorbieron el 34% restante como puede observarse en el cuadro siguiente:—

CONSUMO MUNDIAL DE MINERALES Y CONCENTRADOS DE W.— Tons. Métricas de contenido métrico.		
PAISES.	PROMEDIO. 1966-1970.	% DEL PROMEDIO.
TOTAL:—	32,409	100
Estados Unidos.	6,596	20
U.R.S.S.	6,205	19
Reino Unido.	2,960	9
Alemania Occ.	2,896	9
Japón.	2,812	9
Austria.	1,627	5
Corea del Nte.	1,588	5
Polonia.	1,580	5
Checoslovaquia.	1,383	4
Francia.	1,256	4
Suecia.	1,148	3
China Continental.	592	2
Canadá.	380	1
Rep. de Sudáfrica.	289	1
Portugal.	273	1
Otros.	824	3

Cabe indicar que el consumo de minerales y concentrados de Wolframio, aumentó de 29,685 a 37,924 toneladas de 1966 a 1970, lo que significó un incremento de 28 % con una tasa de crecimiento del 6% anual.—

3.— Perspectivas del Consumo Mundial:— Tomando en consideración que los mayores demandantes de Wolframio en sus diversas formas de presen,

tación son aquellas naciones que han alcanzado un alto nivel industrial, se espera que continuarán requiriendo cantidades cada vez mayores de éste mineral para satisfacer las crecientes necesidades de sus respectivas industrias siderúrgicas.—

De acuerdo con la tendencia observada por las importaciones en el quinquenio 1966—1970, y en caso de prevalecer semejantes circunstancias respecto a dicho fenómeno, se espera que éstas se incrementarán en los próximos cinco años y que en 1975 ascenderán a 51,443 toneladas, según puede observarse en el siguiente cuadro:—

CONSUMO MUNDIAL DE MINERALES Y CONCENTRADOS DE WOLFRAMIO,	
AÑOS	TONELADAS METRICAS 1/
1966	29,685
1967	28,411
1968	29,217
1969	34,878
1970	37,924
1971	40,290
1972	42,828
1973	45,526
1974	48,394
1975	51,443

\* Los datos de 1971 a 1975 fueron calculados.—

Es de esperarse que el probable aumento de demanda de los principales mercados mundiales, siga abasteciéndose en su totalidad por los grandes exportadores mundiales, entre los que destacan: Estados Unidos, Corea del Sur, Polonia, Australia y Portugal:—

#### C).— PRECIOS INTERNACIONALES.—

Actualmente el precio en el Mercado Europeo, fluctúa entre \$45,000.00 y \$48,750.00 la tonelada neta de WO<sub>3</sub>.— Para el mercado interno de los Estados Unidos de Norteamérica, el precio es de \$68,750.00.—

Claramente se observa una diferencia de \$20,000.00 entre ambas cotizaciones que se interpreta como una forma de subsidiar a los mineros Estadounidenses.—

### III.— INDUSTRIALIZACION DEL WOLFRAMIO EN MEXICO.—

Es de gran importancia mencionar los principales países que cuentan con plantas industrializadoras de Wolframio en el mundo, contándose entre ellos a: Estados Unidos, Rusia, Bélgica, Alemania, Japón e Inglaterra.—

En la República Mexicana desde hace cuatro años, está instalándose en la Ciudad de Lerma, Estado de México, sita en las calles de Ortega esquina con Panteón, cuya razón social es METACARB, S.A.—

Visité ésta planta con el fin de obtener información al respecto y poder desarrollar este punto apegado a la realidad; pero el Ingeniero encargado de la misma se negó rotunda pero amablemente a proporcionarme datos, ya que tiene prohibido informar de los estudios que se están siguiendo para encontrar procesos y obtener Wolframio industrializado en nuestro país; ya que después de cuatro años de trabajos continuos no han llegado a obtenciones satisfactorias; pero con optimización y aplicación de nuevas técnicas se espera llegar a resultados favorables.—

Según pude observar y así me lo hizo saber el C. Gerente de Metacarb, S. A., todo el equipo está sin trabajar e inclusive lo que se necesita instalar, ahí mismo se fabrica con el fin de que nadie se entere de los procedimientos y poder obtener el Carburo de Wolframio, con el proceso que solamente ellos conocerán cuando ésta planta inicie sus trabajos de producción industrial del elemento antes mencionado.—

Esta empresa, recibe el Wolframio en forma concentrada procedente de varios yacimientos localizados en nuestro país y es muy probable que en el transcurso del presente año contemos con la primera planta industrializadora de minerales de Wolframio en México.—

Acudí a otras compañías que trabajan con éste metal; pero en ninguna de ellas lo industrializan ya que lo reciben procesado para aplicarlo directamente a los productos que fabrican.—

**CAPITULO VII**

**C O N C L U S I O N E S**

El hecho de que en el Estado de Sonora existan bastantes fundos mineros de Wolframio, cuyas concesiones se encuentran vigentes, es una clara evidencia de la potencialidad minera del Estado.—

Son contadas, sin embargo, las operaciones mineras permanentes ya que la lejanía de cada región a la más cercana planta de beneficio, hace prácticamente incosteable la explotación, debido a lo elevado de los fletes.—

Por ésta razón, diversas regiones constituyen sitios ideales para la instalación de plantas de beneficio, siempre que el volomen de sus reservas en Wolframio lo justifiquen.—

Es por eso recomendable verificar reuniones en las principales poblaciones productoras de este mineral, para escuchar las opiniones y el criterio de los mineros de cada región respecto a sus necesidades que básicamente, pueden concretarse en el mejoramiento y construcción de caminos y en el establecimiento de plantas de beneficio.

Con la información anterior y la opinión de funcionarios y personas conocedoras de la materia, se elaboró un programa de trabajo para el gremio minero, que comprende los siguientes aspectos:—

- a).— Organización de los mineros.—
- b).— Evaluación de los recursos minerales.—
- c).— Establecimiento de plantas de beneficio si las reservas lo justifican.—
- d).— Programa de mejoramiento de caminos.—
- e).— Equipo móvil para beneficio ó concentración de minerales.—

a).— Organización de los mineros:— Todas las actividades requieren de un organismo que conjunte los esfuerzos personales de quienes en ellas participan, pero tratándose de la minería, actividad que reclama grandes dosis no solo de trabajo, sino de perseverancia, fé y entusiasmo, la Organización de los mineros es imprescindible para su mejor desarrollo.—

Por tal motivo, es procedente promover la formación de una Asociación que agrupe a todos los mineros de cada región y de encontrarse eco y buena disposición para dicho propósito, se proceda a integrar y registrar una

Asociación Civil que se afiliará a la Federación Nacional de Mineros en Pequeño, A. C. organismo cuya intervención en el Fondo para el Fomento de la Pequeña Minería, puede ser decisivo para canalizar créditos a las regiones mineras.—

Esta Asociación deberá también ser factor importante, para que el Departamento que el Gobierno del Estado está creando para beneficio de la actividad minera de la Entidad, preste atención y auxilio que requiere el pequeño minero.—

b).— Evaluación de Recursos Minerales:— Los estudios que superficialmente han realizado los Geólogos del Consejo de Recursos Naturales No Renovables, dentro del programa conjunto de esa dependencia con el Gobierno del Estado permiten deducir la existencia en diferentes lugares de yacimientos que justifican estudios más serios de evaluación para cuantificar sus reservas.

Por tal motivo es aconsejable solicitar al C. Director del C.R.N.N.R. el auxilio de esa dependencia, para que envíe brigadas especiales de personal especializado que ejecuten estudios en aquellas minas que ofrezcan mayores perspectivas.—

Tales estudios tendrán por objeto cuantificar reservas en uno ó dos depósitos, en suficiente cantidad para sostener la operación de una planta de beneficio que recibiría mineral de todas las minas de la región donde se instalara dicha planta.—

c).— Planta de beneficio de minerales:— Una vez que ya se tenga la seguridad de contar con uno ó varios yacimientos, cuyas reservas puedan sostener la operación permanente de una planta de beneficio, es recomendable proceder a promover la integración de la compañía que la habrá de instalar y operar, mediante la participación de los propietarios de las minas que se vayan a explotar, del propio Gobierno del Estado y de la Comisión de Fomento Minero.—

Para lo antes citado hay que contar con personal especializado para hacer los estudios de viabilidad técnica y económica del proyecto, cálculo de la planta y asesoramiento técnico para la instalación.—

Una vez instalada la planta de beneficio recibiría minerales de los fondos de su jurisdicción; pero la base de su operación lo constituirían los depósitos que hubiesen probado tener suficiente cantidad de reservas.—

Esta operación redundará en un beneficio indudable e inmediato para la actividad minera de tal o cual región, que puede ser, junto con la actividad ganadera, la base sobre la cual se apoye el desarrollo económico de la zona.—

d).— Programa de Mejoramiento de Caminos Mineros:— Es preciso mencionar en éste punto, la necesidad de atender los caminos que no siendo ganaderos proporcionan o deben proporcionar servicio a los mineros.—

En virtud de que los fondos de que disponen los Comités Regionales de Caminos Vecinales para la atención de los caminos en el área bajo su jurisdicción provienen de los ganaderos, es lógico y justo, además, que su atención se concentre a los caminos que comunican ranchos ganaderos.—

Por tal motivo considero que la Asociación de Mineros en formación, debería gestionar ante el Gobernador del Estado, la inclusión de caminos mineros en los programas de los Comités, mediante la aportación de cuotas por tonelaje de mineral explotado y sobre las mismas bases que actualmente se sirve a los ganaderos de cada región.—

Correspondiendo ésto a la iniciativa de los propios mineros únicamente nos limitamos a señalar la posibilidad del procedimiento.—

e).— Equipo móvil para beneficio o concentración de minerales:— Debido a la gran cantidad de mineros en pequeño que explotan Wolframio, recomendamos la implantación de un equipo móvil para beneficio de minerales de éste elemento; que básicamente, constaría de: un molino, tanque de agua y mesa concentradora Wilffley instalado todo ésto en un trailer, que haría el recorrido en áreas considerables de producción, avisándoles anticipadamente a los mineros la fecha en que pasaría por cada lugar, con el fin de que transportasen el mineral hasta el lugar más cercano donde el equipo móvil pudiera trabajar ó en todo caso llegase hasta la mina para que así el Wolframio fuese concentrado; y vendido al propietario del tráiler según sean las circunstancias y acuerdo finales que tomaran.—

Como vemos que éste equipo no es relativamente caro, creemos que sí satisfecería las demandas y todo el mineral de los fundos registrados que están sin explotarse, agrandarían la producción de Wolframio en nuestro país.—

Todo lo explicado anteriormente, tiene como objeto una conclusión final muy importante:— Se recomienda que se incremente la producción, extracción, beneficio e industrialización del Wolframio, es decir, que el país sea autosuficiente e incluso exportador de productos terminados a base de Wolframio, toda vez que el Mercado Internacional ofrece condiciones atractivas.—

**CAPITULO VIII.**

**BIBLIOGRAFIA.**

**FUENTES, OBRAS Y PERSONAS CONSULTADAS PARA EL  
DESARROLLO DE LA MONOGRAFIA:  
"WOLFRAMIO EN EL ESTADO DE SONORA"**

**FUENTES:—**

- 1.— Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior. S. I. C.—
- 2.— Anuarios Estadísticos de la Minería Mexicana. C.R.N.N R , y Estadística Minerometalúrgica. 1971.— Dirección General de Estadística. S.I.C.—
- 3.— Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Cetenal.—
- 4.— Comisión de Fomento Minero. S.P.N.—
- 5.— Diarios Oficiales y Tarifa del Impuesto General de Importación y Exportación. S. H. y C. P.—
- 6.— Dirección General de Minas y Petróleo. S.P.N. e Investigación Directa.—
- 7.— Dirección General de Impuestos Interiores. S. H. y C. P.—
- 8.— Minerals Yearbook Bureau of Mines, U.S. A. 1970.—
- 9.— Minerals Yearbook. U. S. A. Department of the Interior, 1970.—
- 10.— Statistical Summary of the Mineral Industry, London, 1969 & 1971.—

**OBRAS:**

- 1.— Diccionario Enciclopédico de la Lengua Española, Editorial Sopena, 1973.
- 2.— Diseño de un horno y condensadores para la producción de mercurio.— Tesis Profesional.— Agustín Mateos Gay. 1967. Fac. de Química U.N.A M.
- 3.— Estudios Geológicos y Mineralógicos de Tungsteno en el Area de Baviácora, Sonora, Richard A. Mills & Alfonso Hokuto Castillo.—
- 4.— Geomimet, Revista No. 63. 1973.—

- 5.— Métodos Químicos para el Análisis de Minerales, Comisión de Fomento Minero. Boletín No. 7. Tercera Edición. México, D. F. 1968.
- 6.— Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana. Ed. Porrúa. 1972.—
- 7.— Plan de Desarrollo Integral de la Minería en el Estado de Sonora.— Secretaría del Desarrollo del Estado. 1970.—
- 8.— Química Inorgánica Moderna, J. W. Mellor. Ed. Ateneo. Argentina, 1958
- 9.— Tratado de Química Inorgánica. M. Bargalló. Ed. Porrúa. 1968.—
- 10.— Tungsten, by K. C. Le and Chung Yu Wang. American Society Chemical Monograph No. 94. Third Edition. 1955. Reinhold Publishing Corp. N.Y.
- 11.— Sonora: Presencia Minera. Bosquejo Geológico del Estado. Secretaría del Desarrollo del Estado. 1970.—
- 12.— Sonora: Información Demográfica. Secretaría del Desarrollo del Estado 1972.—

PERSONAS:—

- 1.— ING. ALBERTO OBREGON PEREZ.  
Investigador del Instituto de Geología de la U.N.A.M.—
- 2.—ING. PEDRO TRELLES SERNA.  
Accionista de Tubasa y Contratista Tor-Mex.
- 3.—ING. RENE VALDEZ R.  
Gerente Local de Tubasa.
- 4.— ING. RAMON FERNANDEZ G. S.  
Gerente Local de la Comisión de Fomento Minero en el Estado de Sonora.