

0208

01149

66

División de Estudios Superiores
Facultad de Ingeniería U.N.A.M.

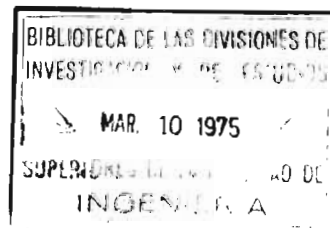
Planificación de una
Industria Minera

Tesis que para obtener el grado
de Maestro en Ingeniería (Planeación)

Presenta:

Ing. Carlos Himmelstine Aguilar

México, D. F.,



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Con agradecimiento a todas las
personas que han contribuido a
mi formación.

PLANIFICACION DE UNA EMPRESA
MINERA .

Página

1.- Requerimientos Humanos en Materia de Minerales

1

a) Nivel Mundial.

Crecimiento de la Población

Producción

Aprovisionamiento Mundial de Tungsteno

Cotización Mundial de Tungsteno

b) Nivel Nacional

5

Relación con el Producto Nacional Bruto

Balanza de Pagos y Exportaciones

Producción y Exportación Minera

Valor de la Producción Minera y de Tungsteno

c) Conclusiones

7

d) Participación a Nivel Empresarial

8

Empresas Gobierno

Empresa Privada

2.- Definición del Sistema

9

a) Suprasistema Mundial

Generalidades

Principales Minerales, Metales y Compuestos Metálicos

Importancia de los Metales.

Minería

Historia del Aprovechamiento de Minerales

Historia del Tungsteno

Propiedades y Compuestos Naturales de Tungsteno

Limitaciones para el Desarrollo de la Minería

b) Sistema Minero Nacional 15

Importancia Histórica de la Minería Mexicana

Ley Minera

Ley Impuestos y Fomento a la Minería

Otras Leyes

Instituciones Gubernamentales Mineras

Comisión de Fomento Minero

Consejo de Recursos Naturales No Renovables

Comisión de la Energía Nuclear

Otras

Empresas Gubernamentales

Empresas Mixtas

Empresas Privadas

Posibilidades Mineras y Futuras Inversiones.

Yacimientos de Tungsteno en la República Mexicana

3.- Diagnóstico de los Problemas Mineros

- | | |
|--|----|
| a) Nivel Mundial | 28 |
| b) Nivel Nacional que afecta el desarrollo minero. | 28 |
| c) Nivel Empresarial que incide en la Producción | 28 |
| d) Condiciones de los Yacimientos Minerales | 29 |

4.- Definición Completa de los Problemas a que se enfrenta la Empresa

- | | |
|--------------------|----|
| a) Legales | 31 |
| b) Financieros | 32 |
| c) Humanos | 32 |
| d) Operativos | 32 |
| i) Situación | |
| ii) Breve Historia | |

- iii) Producción Anual
- iv) Geología General
- v) Reservas
- vi) Sistema de Explotación
- vii) Sistema de Beneficio
- viii) Agua
- ix) Energía Eléctrica y Materiales
- x) Mano de Obra
- xi) Equipo
- xii) Costos
- xiii) Financiamiento
- xiv) Estado de Resultados

5.- Objetivos

- a) Nacional 41
- b) Empresarial 41

6.- Definición de las Metas

- a) Reservas de Mineral 42
- b) Explotación de Reservas 42
- c) Tratamiento al Mineral 43
- d) Situación de la Planta de Beneficio 43

Topografía del Terreno

Presa de Jales

Acarreo Mineral

Aprovisionamiento de Agua

Energía Eléctrica.

	Página
7.- <u>Generación de Alternativas de Solución.</u>	
a) Exploración y Preparación	45
b) Explotación	45
c) Transporte	46
d) Agua	47
e) Modificación Extracción	49
8.- <u>Selección de Alternativas</u>	
a) Acarreo Mineral al río	57
b) Bombeo del río y acarreo planta nueva	57
c) Emplear túnel	57
i) Transporte con banda	
ii) Transporte con locomotora Diesel	
iii) Transporte con camión	
9.- <u>Inversiones, Costos y Resultados.</u>	
a) Inversiones	59
b) Costos	61
c) Resultados de Operación	62
d) Estudio de sensibilidad	62
10.- <u>Incidencia Socio Económica.</u>	
a) Nivel Mundial	71
b) Nivel Nacional	71
c) Nivel Empresarial	72
11.- <u>Conclusiones y Recomendaciones</u>	
a) Conclusiones	73
b) Recomendaciones a corto	73
c) Recomendaciones a largo plazo	73

1

P L A N I F I C A C I O N D E U N A E M P R E S A
M I N E R A .

1.- Requirimientos Humanos en Materia de Minerales

a) Nivel Mundial

Crecimiento de la población.- La explosión demográfica de los últimos años, con un crecimiento exponencial, cuyo índice de crecimiento también aumenta, ha creado una fuerte demanda de toda clase de insumos. La Tabla 1-I muestra la población y su índice de crecimiento.

T A B L A 1-I
Población y su aumento (1)

Año	Población	Aumento
	Millones	%
2000 A.C.	235	0.20
1000 A.C.	250	0.25
1000 D.C.	570	0.50
1750 D.C.	800	0.50
1850 D.C.	1300	0.52
1900 D.C.	1700	0.56
1950 D.C.	2500	0.79
1974 D.C.	3900	1.71
2000 D.C.	6400	1.90

Producción.- La producción industrial mundial ha mostrado un fuerte aumento. Considerando como base 1963, el incremento de la producción total fué del 7% anual y por cápita de 5%.⁽²⁾ El índice de aumento de la producción es superior al del crecimiento de la población. Sin embargo debido a la forma en que está repartida la riqueza, no es señal segura de que el mundo viva mejor en el futuo

ro. El aumento de la producción industrial ha creado un consumo - cada vez mayor de los recursos. (25) En la Tabla 1-II se encuentran datos que muestran el consumo de algunas materias primas, en los últimos años.

T A B L A 1-II

Consumo mundial (3) Anual

Año	M i l l o n e s d e T o n e l a d a s				Millones barriles
	Hierro	Aluminio	Tungsteno*	Potasio	Petróleo
1950	129	2.2	0.0384	4.5	2800
1968	428	10.3	0.0704	14.2	14800
2000	923	104.8	0.1510	75.5	71400

* Concentrados del 60% WO_3

La producción de minerales requiere como primer paso la cuantificación de yacimientos, crear reservas. La creación de reservas minerales es dinámica, se requiere producir.

Aprovisionamiento Mundial de Tungsteno.- El Bureau of Mines de los E.E. U.U. estimó para 1968, reservas totales de Tungsteno de 1585 000 Toneladas y un consumo acumulado 1968-2000 de 1 965 000- o sea, un déficit de 380 000 toneladas. La estimación se realizó proyectando el crecimiento de varias industrias, la más importante fué la del acero. El índice de crecimiento para E.E. U.U. se estimó en 4.9%, para el resto de mundo fué 2.5% anual constante - 1968 a 2 000. Sin embargo, los incrementos anuales fueron probablemente mayores ya que en el período 1970-1971, E.E. U.U. tuvo aumento de 19% y Japón 15% en sus consumos. (4) (5).

Las reservas estimadas son relativas ya que la cantidad depende del contenido que tenga el mineral y del costo explotación. Con-

siderando constante el valor del dolar de 1968 y diferentes precios de mercado, los E.E. U.U. estiman sus reservas de acuerdo con la Tabla 1-III.

T A B L A 1-III
Reservas de Tungsteno
En Relación al Precio (4) 1968

Dólares por Unidad Corta 20 Lbs.	Millones de Libras	Dólares por Unidad Corta 20 Lbs.	Millones de Libras
10	0	50	190
20	100	60	200
30	150	70	240
40	180	80	300

Cotización mundial de Tungsteno.- Entre los años 1925 a 1950 el precio subió de 11.00 a 30 U.S. Dolares por unidad corta, en forma mas o menos uniforme, pero de 1951 a 1956 tuvo una fuerte alza, llegó a 63.00 Dólares por Unidad Corta. La Unidad Corta equivale a 20 lb. Tabla 1-IV. (10) (15)

Para cada productor puede haber un precio particular, este precio particular depende del tipo y duración del contrato de venta, las impurezas del concentrado, si se vende l.a.b. ó c.i.f., comisión del agente etc.... La base para fijar el precio en general son las cotizaciones publicadas en diferentes revistas especializadas, pero solo son guías, por ejemplo el Mining Journal, publicada desde hace tiempo una cotización de 55.00 dólares la unidad corta, pero las ventas no se han hecho a ese precio, debido a que los 55.00 dólares solo son válidos para ventas de la G.S.A. (General Service Administration).

T A B L A 1-IV

Cotizaciones Mundiales de Tungsteno en Concentrados.

Año	Cotización	Año	Cotización	Año	Cotización
25	11	41	24	57	25
26	11	42	25	58	18
27	10	43	25	59	21
28	11	44	24	60	22
29	13	45	24	61	23
30	12	46	21	62	23
31	11	47	25	63	21
32	9	48	27	64	20
33	10	49	27	65	27
34	15	50	30	66	33
35	14	51	63	57	38
36	15	52	63	68	39
37	20	53	62	69	42
38	17	54	63	70	46
39	17	55	62	71	37
40	21	56	58	72	34
				73	43

La cotización es en dólares por Unidad Corta para concentrado de Tungsteno con ley superior al 65% de W03 y a los años se le su--primió 1900.

Balanza de Pagos y Exportaciones para México.

T A B L A 1-VI

Año	Déficit balanza de Pagos	Millones de Pesos		
		Valor de la Exportación Total (7)	Valor de la Exportación Minera	Participación de la Minería en la Exportación. % de Expor- tación Minera/Total
1970	11 824	17 161	2 484	14.5
1971	9 080	18 431	2 536	13.8
1972	9 866	22 654	2 683	10.7
1973	16 644	30 650	4 657	15.1

En México, el mercado se limita a la producción y venta al extranjero de concentrados con ley superior al 65% de WO3.

b) Nivel Nacional.

Tradicionalmente la producción de minerales se ha exportado y sólo últimamente se ha industrializado parte de ella. La exportación de minerales ha ayudado grandemente a disminuir el déficit de la balanza de pagos y aparentemente ha perdido importancia por contribuir poco al P. N. B. La Tabla 1-V muestra la relación entre el P.N.B. y el valor de la producción minera.

T A B L A 1-V (6)

Producción Minera y P.N.B.

Millones de Pesos

Año	Déficit Balanza Pagos	Valor Producción Minera	Producto Nacional Bruto	Producción Minera a P.N.B. %
1970	11 824	7 434	355 695	1.76
1971	9 080	6 707	418 700	1.47
1972	9 866	7 171	455 400	1.39
1973	16 644	9 107	516 423	1.65

El aumento de valor entre 1972 y 1973 se debe en gran parte al aumento en los precios, causado por la presente inflación.

En la Tabla 1-VI se muestra la relación entre las exportaciones de mineral y el déficit de la balanza de pagos.

La producción de Tungsteno en forma de concentrados y su relación a la producción nacional se encuentran en la Tabla 1-VII. La casi-totalidad de la producción de Tungsteno se exporta.

Producción y Exportación Minera

T A B L A 1-VII

Millones de Pesos

Año	Valor de la Producción Minera	Valor de la Producción de Tungsteno	Valor de la Exportación Minera	Valor de la Importación Minera (8)
1970	7 434	8.7	2 484	738
1971	6 707	12.8	2 536	696
1972	7 171	15.6	2 683	935
1973	9 107	25.7	4 657	952

Los datos anteriores indican que la producción nacional tiene fácil mercado en el exterior. La industrialización en el país, actualmente tiene entre sus problemas la carencia de reservas que justifiquen la inversión en plantas industrializadoras.

Adicionalmente al beneficio recibido para mejorar la balanza de pagos, la industria minera proporciona trabajo a más de 100 000 obreros, aproximadamente 3.33% del total ocupado por la industria, Tabla 1-VIII, el fisco recibe impuestos directos e indirectos, se crean nuevos centros de población, se provee de infraestructura la zona minera y en el caso del Tungsteno, se pueden crear reservas que justifiquen una explotación a mayor escala y su industrialización. Las importaciones de artículos en los que interviene el Tungsteno puede verse en la Tabla 1-IX. El aumento en volumen y valor aumenta cada año en forma considerable.

T A B L A I-VIII

Personal Ocupado (7)

Años	Miles de Personas		%
	Industria	Minería	
1969	3 423	105	3.07
1970	3 490	108	3.10
1971	3 538	111	3.14
1972	3 597	120	3.33
1973	3 658	130	3.55

T A B L A I-IX

Importaciones de Tungsteno

Años	Químicos		En Bruto		Manufacturado		Valor Total
	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	
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

c) Conclusiones.

El mundo necesita crecientes cantidades de minerales, entre los que se encuentra el Tungsteno. La producción de Minerales Nacionales, - se exporta en gran parte, contribuyendo a que disminuya el déficit - de la balanza de pagos. Los minerales de Tungsteno contribuyen en -

pequeña proporción.

d) Participación a Nivel Empresarial.

Empresas Gubernamentales.- El gobierno tiene participación en varias empresas mineras como Minera de Angangueo y Real del Monte ^{de} y Pachuca, La Caridad y Minera de Cananea. En las dos primeras, su participación se originó porque para las empresas privadas que las trabajan - fué incosteable continuar con la explotación debido a la baja luz de los yacimientos y en las dos segundas debido a que las inversiones - son muy grandes (5 000 millones de pesos) y la participación gubernamental garantiza los financiamientos extranjeros que se requieren. Actualmente el Gobierno Mexicano posee el 37% del capital invertido en empresas mineras. (Flores de la Peña octubre 29 1974). Las empresas privadas sin capital gubernamental están trabajando con y sin capital extranjero. Mas adelante se encontrarán mayores datos sobre estas empresas.

Bibliografía:

- 1) Scientific American Review. Sept. 1974
- 2) Varios autores. Los Límites del Crecimiento. Fondo de Cultura Económica. 1972.
- 3) Engineering and Mining Journal. Sept. 1974.
- 4) Mineral Facts and Problems. Bureau of Mines 1970.
- 5) Mineral Year Book. Bureau of Mines. 1970.
- 6) Indicadores Económicos del Banco de México. Agosto 1974
- 7) Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. Consejo de Recursos Naturales No Renovables. S.P.N. 1973.
- 8) Estudio del Mercado del Tungsteno. Geomimet. Mayo/Junio 1973.

2.- SISTEMA MINERO

a) Suprasistema Mundial

Generalidades.- Para captar los problemas existentes y situar el -- campo de interrelación de la industria minera con otras actividades humanas, es conveniente tomar en cuenta el panorama general que se describe a continuación.

Principales Minerales, Metales y Compuestos Metálicos.- El uso - de los minerales, metales y compuestos metálicos ha dado nombres a las diferentes etapas por las que ha pasado la humanidad, como son:

Edad de Piedra, del Cobre, del Bronce, hierro y la época actual- llamada Atómica o Nuclear. (9).

Importancia de los metales.- Para cada época es diferente, algunos que anteriormente fueron curiosidad científica, ahora aunque usados en pequeñas cantidades son indispensables para sostener - el ritmo de desarrollo. En 1971 se conocían 104 elementos, pero solo ocho son abundantes en la naturaleza. Se conocen más de 2000 variedades mineralógicas.

La Tabla 2-1 muestra la proporción en que se encuentran los principales elementos de la corteza terrestre. (10)

T A B L A 2 - I

Principales Elementos

Elemento	%	Elemento	%
Oxigeno	47	Silicio	28
Aluminio	8	Fierro	5

Sodio, magnesio, potasio y calcio menos del 4%.

Por su uso, los minerales se dividen en metálicos y no metálicos. Los metálicos en ferrosos y no ferrosos. La Tabla 2-II muestra - los principales minerales y metales ya sea por su abundancia, -- uso o valor

T A B L A 2-II
Principales Minerales y Metales

Minerales No Metálicos	Metales
arcilla	oro
asbesto	plata
barita	aluminio
caliza	cobre
carbón	cromo
fluorita	estaño
fosforita	níquel
sal	plomo
silice	tungsteno
yeso	vanadio
	zinc

Minería.- Los Recursos Naturales No Renovables comprenden los minerales, metales, compuestos metálicos y el carbón y petróleo -- aunque tengan diferente origen. Los minerales, metales, compues- tos metálicos y carbón son semejantes por su forma de presenta- ción y explotación. Las artes, técnicas y métodos para aprove- charlos reciben el nombre genérico de Minería (11), otras veces- se llama Minería a las actividades necesarias para extraer los - minerales y Metalurgia a las del tratamiento.

Historia de su aprovechamiento.- Los chinos conocieron el fierro

imantado y lo usaron para fabricar sus brújulas, los Egipcios -- 5 200 años A.C. trabajaron minas de cobre, los Romanos 1 000 --- años A.C. usaron esclavos para trabajar el Hierro. Los Griegos - de la Antigüedad también explotaron minas de cobre en Chipre y - los Romanos en el siglo VI A.C. emplearon rudimentarias monedas- de cobre llamadas ases.

Agrícola, en su libro "De Remetálica", hace un amplio estudio de los sistemas usados en la antigüedad y en la Edad Media.

Durante la Edad Media, con el desarrollo de la Alquimia se hicieron importantes adelantos en el arte de la metalurgia y se descubrieron nuevos elementos. Durante las invasiones Moras y las Cruzadas fué notable el adelanto en la Metalurgia del Fierro, se logró la creación de buenos aceros, entre los que fueron famosos -- los de Toledo. El uso de la pólvora en las armas, durante el siglo XIV, produjo nuevos adelantos en la industria del acero. En general se puede afirmar que las guerras han sido un factor importante para incrementar la inventiva humana; la minería ha dado -- grandes pasos con ese motivo a través de la historia.

La Revolución Industrial que se inició en Inglaterra en 1770, al substituir mucho del trabajo humano y animal por máquinas, trajo como consecuencia una mayor utilización del hierro. Los adelantos técnicos y nuevas necesidades que se han creado, requieren -- aparatos y equipos de mayor precisión y duración; este hecho exige que los productos utilizados cada vez se sujeten a mayores controles de calidad. La creciente demanda de minerales, el mayor -- control de calidad y cada vez menor ley de mineral que se encuentra en los yacimientos, es un reto a la imaginación humana para producir a ritmo acelerado los minerales que se necesitan.

Tungsteno.- Dentro del grupo de minerales que el desarrollo de la humanidad requiere, se encuentran los ferrosos que comprenden cromo, cobalto, columbio, hierro, manganeso, molibdeno, níquel - rhenio, silicio, tántalo, tungsteno y vanadio, éstos elementos - ligados en formas diferentes constituyen los aceros que contie-- nen cantidades variables de carbono. (11)

Los aceros y compuestos de tungsteno cada vez tienen mayor deman da, de ser casi nula antes de la primera guerra mundial ahora en algunas ocasiones no se puede satisfacer con precios normales.

Historia del Tungsteno.- El tungsteno, con diferentes denomina- ciones se menciona desde 1574, se le dieron nombres como wol--- fram, wolfert, etc. En 1755, A. F. C. Cronsted le dió el nombre de tungsten, formado por las palabras Suecas "tung" y "sten" que- significan pesado y piedra respectivamente. (13)

Su existencia pasó casi inadvertida hasta 1781 y 1783 en que C.- W. Scheele, describe la Scheelita y los hermanos J. J. y F. de Elhuyar publican el método de análisis químico del wolfranio y - aislan el elemento. (14).

El uso a escala industrial del tungsteno se inició poco antes de la Primera Guerra Mundial y los Alemanes lo emplearon con gran - ventaja sobre todo al iniciarse las operaciones, desde entonces- ha sido un material estratégigo de gran importancia. En tiempos de paz no deja de ser importante y necesario su empleo, debido - a sus características y a propiedades que proporciona a las alea- ciones y compuestos químicos que lo contienen. Sus principales - usos se encuentran en la Tabla 2-III.

T A B L A 2-III (15) (16)

Usos Principales del Tungsteno

Forma	%		
	1969	1971	1972
Carburo de Tungsteno	50.0	53.0	57.0
Herramienta Alta Velocidad	11.0	10.0	12.0
Alambre y formas metálicas	23.0	13.0	20.0
Aleaciones para temperaturas altas	2.0	1.0	4.0
Otros	<u>14.0</u>	<u>23.0</u>	<u>7.0</u>
	100.0	100.0	100.0

Propiedades y Compuestos Naturales (4)

El tungsteno tiene un peso atómico de 183.92, cristaliza en el sistema cúbico, es de color gris con lustre metálico, dureza 6.5 a 7.5. Su punto de fusión se ha fijado entre 2800° C y 3410° C. La última determinación fue hecha por U.S. Bureau of Standards de los Estados Unidos. Su símbolo químico es W. En la naturaleza se encuentra principalmente en los minerales citados en la tabla 2-IV.

De los minerales anteriores desde el punto de vista comercial son importantes la Scheelita y la Wolframita. Los concentrados están sujetos a especificaciones en sus componentes, de acuerdo con la Tabla 2-V y deben tener más de 65% W03.

Limitaciones para el Desarrollo de la Minería.- Aunque el desarrollo de la industria minera es necesario para la producción de materias primas, hay factores políticos económicos y legales que actualmente la limitan. Mientras más desarrollado está el país en que se explotan los minerales mayores limitaciones legales se encuentran y en algunos estados de U.S.A. hay que cumplir con esti-

T A B L A 2-IV

<u>Mineral</u>	<u>Composición</u>	<u>Formula</u>	<u>% Tungsteno</u>
Scheelita	Tungstato de Calcio	CaW04	63.8
Powelita	Tungstomolibdato de Calcio	Ca(MoW) 04	Inconstante
Cuprotungstita	Tungstato de Cobre	Cu2(W04) (OH)2	45
Ferberita	Tungstato de Fierro	Fe W04	60.6
Wolframita	Tungstato de Fierro y manganeso		60.6
Huebuerite	Tungstato de Manganeso	MnW04	60.7

("Mineral Facts & Problems")

T A B L A 2-V

Impurezas Máximas de los Concentrados

<u>Elemento</u>	<u>%</u>	<u>Elemento</u>	<u>%</u>
Cobre	0.05	Azufre	0.50
Arsénico	0.10	Antimonio	0.10
Bismuto	0.10	Manganeso	1.00
Molibdeno	0.10	Plomo	0.10
Estaño	0.10		

pulaciones impuestas por 25 o más instituciones gubernamentales.-

(17). Las principales disposiciones que hay que acatar, en los países industrializados son las relacionadas con la protección al medio ambiente, que pueden comprender estudios de geología, historia, arqueología, etnología, hidrología, clima, ecología, etc. ..

Las limitaciones políticas y económicas se encuentran principalmente en los países en vías de desarrollo por el peligro de nacionalizaciones y expropiaciones.

Independientemente de esos factores, el capital se dirige a otras

actividades por el tiempo transcurrido entre el inicio de operaciones y las primeras utilidades obtenidas. El período de exploración puede pasar de 10 años. (18).

En la descripción del Sistema Minero Mexicano, se encuentran las disposiciones principales que la industria minera debe de cumplir en México.

b) Sistema Minero Nacional.

Importancia Histórica de la Minería Mexicana.- La obtención de metales en México y América se efectuaba antes de la conquista. Nuestros aborígenes conocían el oro, plata, cobre y estaño, además de piedras preciosas como lo muestran entre otras cosas las Tumbas de Monte Albán y los relatos de los regalos que Moctezuma envió a Cortés. Al conocer Cortés la existencia de estaño en Taxco, metal que necesitaba para sus armas, sin querer descubrió las ricas minas de oro y plata de esa población y las de Sultepec, México.

Las necesidades de la Corona Española y la abundancia de yacimientos de oro y plata, que despertaron la codicia de los conquistadores, fueron factores decisivos para acelerar la conquista y dominio de los españoles en tierras de América, donde obtuvieron grandes riquezas.

En el tiempo de la Colonia se desarrolló la minería de oro y plata en numerosos lugares y se conoció la existencia del mercurio.- Desde ese tiempo se conocen: Real de Minas de Santa Fé de Guajuato, Pachuca, Zacatecas, San Luis Potosí, Taxco, El Boleo, Cusi-huiriachic, Batopilas, Parral, Guanaceví, Zimapán, El Oro, Sultepec y otras muchas. El Cerro de Mercado para producir hierro, --

también fué conocido, solo que no se desarrolló su explotación -- porque fué prohibida por España para proteger sus minas e indus-- tria. El mercurio tan necesario en ese tiempo para la extracción de oro y plata, no fué explotado también por orden de la Corona - Española, que así protegió sus famosas minas de Almaden. (14).

A partir de la iniciación de las Guerras de Independencia y con - motivo de las numerosas luchas intestinas o contra gobiernos ex-- tranjeros no hubo oportunidad para que se desarrollara la mine--- ría. Se produjo oro, plata y mercurio. Los cambios notables y -- adelanto de la industria minera se iniciaron en 1890 en que se -- principió la explotación de yacimientos muy importantes de cobre. De 1890 a 1893 se iniciaron explotaciones de plomo, al establecer se la primera fundición de plomo en Monterrey, N.L. en 1892, el + zinc y el arsénico también se empiezan a explotar en ese tiempo.- En 1903 la industria minera da un gran paso al iniciarse la explo tación de fierro y carbón que necesitaba la Fundidora de Monte--- rrey.

Durante la época Revolucionaria la producción de toda clase de mi nerales disminuyó notablemente, y se recuperó e incrementó la de metales industriales con motivo de la Primera Guerra Mundial y -- las necesidades Norte Americanas. (19).

Después de la sobre producción que hubo a continuación de los pe ríodos bélicos, en México por el año de 1923 se inicia una recupe ración de la producción minera que alcanza su máximo por el año de 1926, este auge se debió al descubrimiento de zonas ricas, princi palmente en Santa Bárbara, San Francisco del Oro y Parral en el - estado de Chihuahua; a una mejoría en el precio de los metales y al uso intensivo de la flotación, que es esencialmente un proceso

para separar partículas de diferentes clases, flotando unas en una espuma que se crea artificialmente por medio de adición de espumantes y aire al agua que contiene en suspensión las partículas.

En 1927 se inicia un descenso en la actividad minera que tiene su mínimo de 1929 a 1930, al igual que otras actividades que se vieron afectadas grandemente por la depresión mundial.

En 1932 se inicia una época de recuperación relativa que se vio -- afectada en 1939 por razones políticas nacionales e internacionales, estos hechos sirvieron para que el Gobierno Federal, tuviera que -- efectuar una regularización de las leyes fiscales relativas a la -- minería.

Durante la Segunda Guerra Mundial hubo un gran auge minero, tanto -- por la cantidad como por los nuevos minerales que se explotaron, mu -- chos de los cuales se desconocía su existencia en grandes cantida -- des dentro del país. En la actualidad se explotan más de 30 ele -- mentos y sus compuestos y 60 minerales entre los que se encuentran los no-metálicos que han adquirido una gran importancia, como el -- carbón, barita, fluorita, azufre, etc.

Desde el tiempo de la Colonia la producción se destinó principal -- mente a la exportación de metales o minerales en bruto, evitando -- en gran parte la industrialización de los productos en el país, pa -- ra que la mayoría de los beneficios económicos de la transforma -- ción, quedaran en el extranjero y compañías explotadoras de mine -- rales. Esta situación tuvo como origen la conquista efectuada por los Españoles. Durante la Colonia las minas se consideraron pro -- piedad de la Corona que podía concederlas en explotación a particu -- lares, sin separarlos de su real patrimonio, con la condición de -- que se trabajaran y aportaran una parte de sus productos a la Co --

rona, el famoso quinto al Rey. Las condiciones para otorgar las - las concesiones se encuentran en las Reales Ordenanzas de Minería.

Después de la guerra de Independencia las concesiones ^{se} otorgabaⁿ _a el Estado en condiciones muy similares a las de la época colonial.

En 1885 en el Gobierno del General Porfirio Díaz se consideró el - subsuelo propiedad del que poseía el suelo, habiendo numerosos ex- tranjeros que se dedicaron a la Minería. Estas condiciones subsis- tieron hasta que entró en vigor la Constitución de 1917 que en su Artículo 27 Constitucional, reincorpora como propiedad de la na- ción, el subsuelo.

Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional. (Ley Minera).- La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia de Explotación y Aprovechamiento de Recursos Minerales, promulgada -- por el Sr. Presidente Adolfo López Mateos el 6 de febrero de 1961, ha dado origen a lo que se conoce como mexicanización de la Mine- ría. Esencialmente la ley establece:

- 1.- La propiedad del subsuelo será de la Nación.
- 2.- La Nación a través del poder ejecutivo podrá otorgar la con- cesión para explotarla.
- 3.- Las concesiones o asignaciones se otorgarán a mexicanos, em- presas mexicanizadas y a empresas estatales. Para que las - empresas se consideren mexicanizadas deben tener cuando me- nos el 51% de capital mexicano.
- 4.- Establece la facultad para el Estado de crear reservas, de- acuerdo con las necesidades del país.
- 5.- Establece las normas y procedimientos para obtener el dere- cho a explotar el subsuelo y las obligaciones que hay que - cumplir para conservarlo.

Ley de Impuestos y Fomento a la Minería.- Esta Ley fija los impuestos de producción a que se sujetará la producción minera y la forma en que los mineros recibirán ayuda fiscal tanto de esos impuestos como por los de exportación que fija la Ley de Ingresos de la Federación.

La Ley de Impuestos y Fomento a la Minería, aceleró la Mexicanización de las empresas porque a las que se mexicanizaban se les otorgaba mayor ayuda fiscal. Para otorgar la ayuda fiscal, la ley -- clasifica a las empresas en pequeñas, medianas y grandes.

La clasificación se hace en relación a la Percepción Neta Federal mensual que generan las empresas. La Percepción Neta Federal, es la parte del impuesto que corresponde a la Federación. La ayuda fiscal para la pequeña minería es del 100% de la P.N.F.; para la mediana minería disminuye progresivamente, hasta llegar a cero, - conforme la empresa genera mayor P.N.F.

Tanto la mediana como la grande minería pueden celebrar Convenios Fiscales, mediante los cuales se les otorga reducción fiscal para que sea aplicada a todos o algunos de los fines siguientes:

Explotación de Minerales de baja ley.

Sostenimiento de actividades minero-metalúrgicas que proporcionen beneficios sociales a la región.

Explotación de Yacimientos que originen altos costos.

Intensificación de programas de exploración.

Amortización rápida de capital invertido en nuevas minas o yacimientos que se hayan dejado de explotar por más de 10 años.

Renovación de equipos.

Construcción de caminos mineros.

Establecimiento de nuevas plantas metalúrgicas o ampliación de las existentes.

Desarrollo de materias primas necesarias y escasas.

Aprovechamiento de escorias, terreros y jales.

Compensación de pérdidas en la operación.

Logro de utilidades razonables.

La reducción fiscal para explotaciones nuevas puede comprender reducción del 40% del Impuesto Sobre la Renta.

Otras Leyes.- Como muchas otras industrias, la minería debe de cumplir con la Ley Federal del Trabajo, Reglamentación para protección del Ambiente, Ley de Impuesto Sobre la Renta, Tarifas Generales de Importación y Exportación, contribución a la formación del Fondo - para la Vivienda, Codificación Agraria y Leyes Sobre Tierras, Ley del Seguro Social, Reglamento para el Manejo de Explosivos, Ley para Regular la Inversión Extranjera, etc.

Instituciones Gubernamentales Mineras.- El Gobierno dispone de 3 - instituciones básicas que tienen gran importancia para el desarrollo de la minería. Ellas son Comisión de Fomento Minero, Consejo de Recursos Naturales No Renovables y Comisión de la Energía Nuclear.

Comisión de Fomento Minero.- Fue creada en 1930, su misión principal es ayudar al pequeño minero y explotar por cuenta del Estado, yacimientos que el gobierno cree convenientes, para el Desarrollo Nacional.

Consejo de Recursos Naturales No Renovables.- Se creó en 1957 y tiene por objeto:

La exploración geológico-minera y la cuantificación de Recursos Naturales no Renovables.

Expresar su opinión a la Secretaría del Patrimonio Nacional para la creación de Reservas Nacionales.

Opinar sobre las reservas nacionales actuales, para su exploración y explotación.

Actuar como organo de consulta del Ejecutivo Federal.

Coordinar las actividades de otras entidades públicas que efectúen investigaciones de Recursos Minerales.

Comisión Nacional de la Energía Nuclear.- Se creó en 1955 y tiene por objeto la exploración, explotación, exportación, importación, comercio y transporte de minerales radioactivos.

Existen otras instituciones y fideicomisos con Nacional Financiera, como un fondo revolvente de \$50.000.000.00 para ayuda al pequeño minero y el de Investigación del Asbesto, etc.

Empresas Gubernamentales.- Como ya se dijo, el Gobierno tiene mayoría de acciones en varias empresas, las más importantes fueron: Real del Monte y Pachuca. Minerales de Oro y Plata.

Planta Santa Julia, para tratamiento de jales producidos por la Empresa anterior.

Zincamex, S. A. . Fundición de Zinc.

Impulsora Minera de Angangueo.- Oro y Plata.

Cía. Minera Santa Rosalia.- Cobre

Azufrera Nacional, S. A.

Fosforitas Mexicanas, S. A. de C.V.

Nacional de Asbestos. Y

Otras.

Empresas Mixtas.- Las empresas mixtas para esta clasificación, son aquellas en que el gobierno tiene intereses importantes, pero no tiene la mayoría. Se pueden citar:

Industria Minera México, S. A.

Explomin, S. A. de C.V.

Mexicana de Cobre

La creación de estas empresas se debe principalmente a dos factores. Uno, el deseo del Gobierno de participar en las empresas - mineras y dos, la necesidad de financiar 5000 o 6000 millones de pesos, en gran parte con préstamos del exterior que tienen que - ser avalados por el propio gobierno.

"El Gobierno Mexicano participa como operador o administrador -- del 35% de las minas" (20).

Empresa Privada.- El 98% de las empresas mineras están mexicanizadas (20) o en vías de mexicanizarse. Existen 548 compañías mineras registradas en la Sría. del Patrimonio Nacional, (21) Dirección de Minas y Petróleo. Entre las principales se pueden citar: (22).

Compañía Fresnillo, S. A.

Compañía Minera Autlán

Compañía Minera Natividad y Anexas, S. A.

Compañía Minera San José, S. A.

Minas San Luis, S. A.

Minera Frisco, S. A.

Minera Mexicana Peñoles, S. A. y cuando menos 10 subsidiarias.

Compañía Minera Las Cuevas, S. A.

Fluorita de México, S. A.

Compañía Minera Continental, S. A. . (Asociada a otras empre--sas mexicanizadas.)

Posibilidades Mineras y Futuras Inversiones. "México tiene un-
área aproximada de 2 millones de Km. cuadrados. Cuando menos-

las dos terceras partes está formado por rocas igneas y metamórficas, con características apropiadas para la ocurrencia de minerales. Es bien conocido, que en el pasado México no contó -- con la infraestructura apropiada en cantidad y calidad, especialmente lo referente a vías de acceso y facilidades de comunicación que permitieran el transporte por las abruptas sierras y valles para propósitos de exploración y desarrollo." (21)

Por esa razón y la falta de técnicos, sólo se ha explorado del 3 al 4% del potencial minero del territorio, para propósitos de minería. Entre el 15 y 20% se ha explorado en pequeñas regiones semi-detalladamente. El resto del país solo se ha reconocido - desde el punto de vista geológico.

La inversión minera se estima en 8750 millones de pesos (20). - El gobierno piensa invertir en esta industria, de 1974 a 1976, - 4.850 millones de pesos. Esta inversión creará 2.000 empleos - nuevos y proporcionará más de 11.000 millones de pesos para cambios en el extranjero.

La industria privada mexicana proyecta invertir 2.450 millones de pesos en exploración, 10.000 millones de pesos para aumentar capacidad en minas y plantas, 800 millones de pesos para infraestructura y 4.000 millones para industrializar productos mineros.

Dentro de los proyectos en estudio, se encuentra cuando menos - uno, para aumentar la producción de Concentrados de Tungsteno.- El valor de la producción de concentrados de Tungsteno se encuentra en la Tabla 1-VI, en 1973 sobrepasó los 25 millones de pesos.

Las empresas que lo producen en cantidades apreciables y su capacidad instalada a principios de 1973 se encuentran en la Tabla 2-VI

T A B L A 2-VI

Empresas Productoras de Tungsteno en Concentrados (8)

Empresa	Toneladas	
	Promedio 1968-1972	%
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
Cía. Minera La Perla	45	12
Lostanau Martínez Isaías	10	3
Otras	<u>76</u>	<u>22</u>
Total	350	100

Algunas de las empresas productoras de concentrados de Tungsteno piensan aumentar su capacidad de producción.

Yacimiento de Tungsteno.- Los Yacimientos de Tungsteno en México se encuentran en la vertiente del Pacífico (23) y hay algunos en el centro del país.

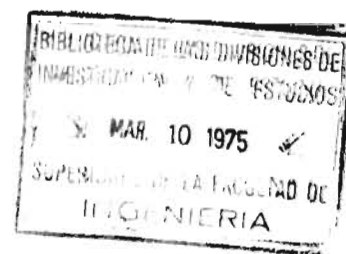
Se conoce su existencia en Baja California, Durango, Zacatecas, Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Guerrero. (28) (29) (30).

Su existencia está relacionada con intrusiones graníticas, que han metamorfozido calizas o pizarras y lutitas. Los más importantes se encuentran en tácticas que se encuentran entre las calizas y el granito. La variedad de formas y distribución de la

mineralización hace que para cada Yacimiento en particular se -
utilicen prácticas especiales para el Yacimiento. Sin embargo-
el proceso de beneficio es semejante para todos. En la parte co
rrespondiente al estudio de una empresa en particular, se des--
cribirá.

- (9) O. Secco Ellauri. Historia Universal. Kapelusz
- (10) Mining Engineering Hand Book. Mudd Series. A.I.M.E. 1973
- (24) Carlos Himmelstine. Minería, Productividad y la Industria Eléctrica. Comisión Federal de Electricidad. 1967.
- (12) Carlos Himmelstine. Breves Noticias del Tungsteno. Minería 1973.
- (15) Metal Statistics. Fairchild Publications Inc. E.E.U.U. 1972
- (11) T. Hoover. Economía Minera. Fondo de Cultura Económica. 1940. v
- (17) R. W. Brummett. Problems in New Stripmine Development. S.M.E. Fall Meeting. Acapulco. México. Sept. 1974.
- (18) L.B. Burgin. Lead Time in Copper Mine Development. S.M.E. Fall Meeting Acapulco México, Sept. 1974.
- (13) K.C. Li and Chung Yu Wang. Tungsten.
- (14) Modesto Bargallo. La Minería y Metalurgia en la América Española Durante la Epoca Colonial. Banco de México, S. A. 1956.
- (16) Engineering Mining Journal. Marzo 1973.
- (19) 50 años de Revolución.
- (20) Lic. Jorge Leipen Caray. Sub-Secretario de Recursos No Renovables. "La Política Mexicana para el Desarrollo de Operaciones Mineras y Metalúrgicas. SM.E. Meeting Sept. 1974.
- (21) Guillermo P. Salas. Director Consejo Recursos Minerales No Renovables. "Industrial Minerals in México". S.M.E. Meeting. Acapulco Sept. 1974.
- (22) Directorio de Empresas Mineras. Consejo de Recursos Naturales No Renovables. 1972.
- * (23) Genaro González Reina. Riqueza Minera y Yacimientos Minerales de México. Tercera Edición. 1956. Banco de México, S. A.
- (24) Estudio del Mercado del Tungsteno. Departamento de Estudios Económicos del C. R. N. N. Geomimet. Junio 1973.

- (25) Minerals in World Affairs. Alexander Sutulov. University of Utah. 1972
- (26) Minería Prehispánica en la Sierra de Querétaro. Secretaría del Patrimonio Nacional. México 1970.
- (27) Ing. Raúl Estrada Carrión. Historia del Mercurio. Minería y Metalurgia. Asociación de Ing. de Minas, Met. y Ged. de México. 1971.
- (28) Yacimientos de Scheelita en la Parte Norte de la Sierra de Juárez, Distrito Norte de la Baja California. C. Fries y E. Schmitter. Consejo de Recursos No Renovables, 1945.
- (29) Los Yacimientos de Tungsteno en la Parte Sur del Estado de Sonora. J. H. Wiese y S. Cárdenas. Consejo de Recursos Naturales No Renovables.- 1946.
- (30) "Geología y Potencial de Mineral de Tungsteno del Area de Baviácora, - Sonora.- Richard A. Mills y Alfonso Hokuto Castillo. IX Convención Nacional de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México. 1971.



3.- DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS MINEROS

- a) Nivel Mundial que afecta el Nacional.- Uno de los principales problemas que afectan la minería nacional, es la incertidumbre de los precios a que se puede vender la producción. Los precios para los minerales y metales están fijados en el país directamente por las cotizaciones existentes en el mercado mundial. Este problema se debe a que la producción se exporta en su mayor parte.

La demanda tiende a crecer y los yacimientos conocidos no pueden satisfacerla a corto plazo y tal vez ni a largo plazo. Para el caso del Tungsteno la incognita es China que entra al mercado con irregularidad.

- b) Nivel Nacional que afecta el desarrollo minero.- La agitación política y violencia de ideologías extremas causan problemas en la obtención de financiamiento extranjero que se necesita, debido a la carencia del capital nacional, que ha sido normalmente escaso y la ideología mexicana de tender a invertir en negocios más fáciles y seguros.

Los problemas de obtener equipo y materiales tanto mexicanos como extranjeros. Los trámites para su importación o la prohibición de hacerlo, hacen más cara la producción. La prohibición en general se basa en la creencia de que aquí se producen y que son de buena calidad. A veces la diferencia en precios es muy grande y los tiempos de entrega también.

- c) A nivel empresarial que incide en la operación.- La escases de ca

pital mexicano, como ya se dijo es uno de los principales problemas, la falta de infraestructuras y la necesidad de construirla, - dificultad para obtener y conservar personal técnico y obrero debido a que en general los lugares están aislados y alejados de los centros de población y por lo mismo se carece de escuelas, productos alimenticios, etc.

- d) Condiciones de los yacimientos de minerales.- Los problemas que en lo particular presenta el yacimiento tales como minerales que contiene, grado o ley de los minerales económicos y de las impurezas perjudiciales así como su distribución, tipo de roca que lo encaja, dureza, fallamiento, forma, profundidad. Una vez extraído el mineral presenta problemas de beneficio y transporte de los productos a los centros de consumo. En general, la explotación de minerales presenta los mismos problemas y el procedimiento para resolver los de un yacimiento es semejante para otros, en algunos casos y cada vez con mas frecuencia deben intervenir varios técnicos especialistas en partes del proceso.

La definición concreta del problema y desarrollo del estudio se limita a un yacimiento de Tungsteno.

- e) Conclusiones y Políticas de Desarrollo para el Tungsteno.- Las conclusiones se pueden resumir en:

El consumo crece rápidamente y las reservas conocidas se agotarán rápidamente.

Los países productores exportan a los industrializados su producción de concentrados de Tungsteno.

El descubrimiento de nuevos yacimientos es más difícil y más costoso, conforme pasa el tiempo.

La explotación de Yacimientos minerales ayuda a la explora---

ción y creación de nuevas reservas, en los Yacimientos ya encontrados.

La explotación de los yacimientos crea fuentes de trabajo, genera impuestos directos e indirectos y ayuda a mejorar la balanza de pagos.

Las Políticas de Desarrollo a corto plazo deben ser la explotación y exploración de los minerales conocidos, con tendencia a aumentar o -- crear reservas de mineral.

Iniciar la industrialización de los concentrados de Tungsteno. Para este punto hacen falta reservas que justifiquen las inversiones y -- técnicos en la fabricación de compuestos en que se utiliza el Tungsteno.

4.- DEFINICION CONCRETA DE LOS
PROBLEMAS A QUE ENFRENTARA
LA EMPRESA

a) Legales.-

Las principales leyes que debe cumplir la empresa minera son: Ley de Sociedades Mercantiles, Ley Minera y de Población para su formación.

Ley Minera y de Impuestos y Fomento a la Minería para obtener y conservar sus concesiones mineras, cumplir con los impuestos específicos a la minería y los beneficios que pueda obtener por medio de -- reducciones fiscales.

Ley Agraria, de Bienes Comunales, Ley de Aguas, Leyes Estatales y - Reglamentación Para Protección al Ambiente, con el fin de regular - sus actividades de acuerdo al medio social en que desarrolla sus actividades.

Ley Federal del Trabajo, Ley del Seguro Social y Fondo para Fomento de la vivienda para regular sus relaciones con los trabajadores.

Ley de Títulos de Operaciones de Crédito y Ley que Regula la Inver- sión Extranjera y Transmisión de Tecnología que le permitirán cum- plir con requisitos necesarios para obtener financiamiento y uso de tecnología del extranjero.

Ley de Impuesto Sobre la Renta y sus Reglamentos para el pago de Impuestos generados por utilidades de la operación.

Otra legislación en sus relaciones con Secretarías de Estados como son: Ley y Reglamentos Federales y Estatales, Ley Federal de Elec- tricidad y su Reglamento y las Tarifas Generales de Importación y- Exportación.

b) Financieros.

Considerando que en este caso la empresa está formada con capital mexicano y extranjero, no se considera actualmente que sea problema obtener financiamiento para una inversión que sea rentable. Además de la inversión para operar se requiere financiar el almacenamiento de concentrados de Tungsteno, ya que solo pueden exportarse en lotes -- completos en fechas fijas de llegada y salida de los barcos adecuados.

El problema existe para el minero pequeño porque carece de capital propio, aún para formar la compañía. Si él quiere trabajar por su cuenta, podría obtener ayuda o financiamiento con la Comisión de Fomento Minero, pero en pequeñas cantidades y cumpliendo trámites que el minero considera molestos.

c) Humanos.

Estos pueden aparecer desde el momento de formar la sociedad, muchos mineros creen que, porque tienen una concesión para explotar mineral, tienen una gran fortuna y que los posibles socios solo los quieren estafar. De todo hay, pero para que el yacimiento tenga valor se requiere hacerle en algunos casos inversiones de varios millones de pesos que corren el peligro de perderse totalmente.

Durante las operaciones se presenta el problema de escases de mano de obra y sobre todo de la especializada. Frecuencia alta de ausencias por la característica especial del minero y porque hay fiestas públicas o religiosas en el lugar de trabajo o en su lugar de origen. Epocas de siembra y de cosecha, bracerismo, etc. ... El personal técnico y administrativo es difícil conseguirlo y conservarlo.

d) Operativos.

Los problemas derivados de la naturaleza propia del yacimiento que -

se verán más adelante. Los generales son las dificultades para la obtención de materiales y equipos que en algunos casos los fabricantes se comprometen a entregarlos en plazos que pueden variar entre 8 meses y 2 años y al precio que esté en vigor al momento de la entrega.

Los análisis cuantitativos de tungsteno, cuando se encuentra en muy pequeñas cantidades, es poco confiable.

En el caso estudiado no existen graves problemas de comunicación, el yacimiento está a 20 Km. de la carretera pavimentada y a 130 Km. de la capital del Estado. Se cuenta con un sistema de radio comunicación con las oficinas de la capital del Estado y la Ciudad de México, que a su vez se comunican entre sí.

Los problemas operativos propios del yacimiento se derivan de la forma y distribución de las zonas mineralizadas, así como del tratamiento de beneficio aplicable al mineral. Este problema es común a varios yacimientos, ya que su origen es semejante.

Los problemas operativos se comprenden mejor tomando en particular un caso. La información principal se refiere al yacimiento de Baviácora por ser el de mayor producción del país.

- i) Situación.- El área mineralizada con tungsteno en el municipio de Baviácora, Sonora, se encuentra a 140 Kms. de Hermosillo, capital del estado, de Hermosillo a Baviácora existe carretera pavimentada y de ahí parte una brecha de 20 Kms. de longitud, que llega a la zona mineralizada y al molino - El Jaralito, lugar en que se encuentran las oficinas locales y campamento. La brecha, es transitable en toda época del año y solo se interrumpe ocasionalmente en el paso del río Sonora, en el período de lluvias de julio a septiembre.

El clima es semi-desértico, abundan los matorrales, en general la gente vivía de la ganadería y agricultura en las riberas del Río.

ii) Breve Historia del Mineral.- El yacimiento fue conocido públicamente en 1953, fue descubierto por el Sr. Ignacio Rábago Ramírez, y se le llamó San Antonio.

En el mismo año de 1953, el Sr. Pedro Trelles Serna adquirió intereses en otros lotes mineros de la zona, conocidos como Santa Elena, Pénjamo y Fátima. En octubre de ese año se terminó de construir el molino El Jaralito que aprovechando una época de buenos precios pudo sostener sus operaciones hasta 1957, en que el precio había bajado a límites incosteables de explotación. En 1960 trabajó algunos meses y en 1963, 64 y 65 mantuvo operaciones casi constantemente, de 1966 a la fecha ha trabajado, mejorando sus operaciones. En 1967 se formó la empresa Tungsteno de Baviácora, S. A., en la que adquirió intereses la Minera Continental, S. A.

iii) La producción anual reportada se encuentra en la Tabla 4-1

iv) Geología General.- La región está constituida por calizas, tactitas, granito y diques de pegmatita y andesita. Las calizas paleozoicas fueron intrusionadas por el gran batolito granítico de edad terciaria, lo que ocasionó su metamorfismo a mármol y tactitas. Las tactitas contienen bandas de epidota, granate, wollastonita, sc heelita y cuarzo. Los diques de andesita y diorita son de edad incierta. La concentración mayor de Tungsteno se encuentra en los con--

T A B L A 4-I

Producción de Concentrados de Tungsteno de
Tungsteno de Baviácora

Año	Toneladas	Año	Toneladas
1953	30	1963	-
1954	120	1964	-
1955	120	1965	-
1956	120	1966	29
1957	50	1967	87
1958	-	1968	139
1959	-	1969	170
1960	109	1970	231
1961	119	1971	206
1962	11	1972	258

tactos de la tactita con los diques. El principal mineral de tungsteno es la Scheelita (Ca WO_4), también se encuentra la tungstita (WO_3) y la wolframita ($\text{Fe, Mu,} \text{) WO}_4$

Los minerales accesorios son: Pirita, calcopirita, molibdenita y Powsilita (Ca (Mo, W) O_4) en cantidades tan pequeñas que las hacen indeseables.

El yacimiento principal de San Antonio está en un anticlinal que tiene mas de 400 mts. de largo y 100 mts. de ancho, otros posibles yacimientos son Bonanza, Santa Elena, Los Moros y el contrabando.

- v) Reservas.- La base para este estudio es el yacimiento de San Antonio en el que se cubicaron 100 000 toneladas de W ó 4000 000 de WO_3 de Tungsteno.

Las reservas se estimaron con los resultados de perforación, con máquinas Mayhew, en una cuadrícula con lados de 25 mts. La barrenación en promedio tuvo 70 mts. de profundidad.

vi) Sistema de Explotación.- Las zonas de mineral rico se explotan irregularmente, con contratistas a los que se les paga por la cantidad de concentrados recuperada en la planta de beneficio. Generalmente hay una pepasa previa.

El mineral de baja ley se explota con personal de hacienda, se les paga de acuerdo con su salario. La mayoría de las obras son a cielo abierto y se descapota con tractor. El aire, agua y equipo lo proporciona en cualquier caso la empresa.

vii) Sistema de Beneficio.- El mineral producido en la mina se acarrea 12 Km. a la planta de beneficio. La planta tiene la capacidad para 100 toneladas por día de mineral y se está ampliando a 300. El mineral recibido se somete al siguiente proceso:

Quebrado a - 3/4"

Molienda a 50% menos 65 mallas.

Concentración en Jig. Las colas pasan a

Concentración en mesas Wilfley.

Los concentrados de los Jigs y mesas Wilfley son secados y pasados a electroimanes.

Se producen cerca de 20 toneladas mensuales de concentrados con ley superior a 65%.

El concentrado es transportado a Tampico para su exportación a Europa.

- viii) Agua.- El agua para las operaciones se obtiene de tres pozos de 8" diámetro y 20 mts. de profundidad, en cantidades reducidas, insuficientes en algunas ocasiones para las necesidades de operación. A 10 km. de distancia y desnivel en contra de 600 mts. se encuentra el Río Sonora que podría -- proveer de agua.
- ix) Energía Eléctrica y Materiales.- La energía eléctrica es -- proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad, se -- instaló una línea de fuerza eléctrica que proporciona a la planta de beneficio hasta 500 K.W. . Los materiales y equipo son obtenidos en el país o importados de U.S.A. . El centro de abastecimientos más cercano es Hermosillo, Sonora, -- que está bien comunicado con los principales centros de a-- bastecimiento.
- x) Mano de Obra.- En la región es escasa, la poca que hay se -- dedica a la agricultura o ganadería aprovechando el Río So-- nora. La mayor parte del personal especializado hay que -- llevarlo de otros lugares del país.
- El salario mínimo de la región es de \$49.00 diarios.
- La mayoría del personal vive en casas de cartón y sin los -- servicios sanitarios apropiados.
- xi) Equipo.- El equipo de mina es suficiente para explotar 350 Ton/día y el de la planta se está ampliando para llegar a -- la misma capacidad.
- xii) Costos.- Los costos promedios por Ton. de mineral del perfodo fiscal abril de 1972 - marzo de 1973 están en la Tabla -

4-II.

Estos costos tenían como salario mínimo \$43.20, actualmente es de \$71.00.

El costo total de operación fue de \$203.72 por tonelada de mineral y de \$28.000.00 por tonelada de concentrado considerando que se beneficiaron 30,000 toneladas de mineral y se produjeron 258 de concentrado.

xiii) **Financiamiento.**- Los empresarios mexicanos y extranjeros -- tienen capacidad para financiar o conseguir financiamiento para posibles inversiones.

xiv) **Estado de Resultados.**- Los resultados están calculados con el precio promedio de venta que difiere de las cotizaciones mundiales. Se encuentran en la Tabla 4-III donde se aprecia una pérdida de \$ 2.675.000.00 y ventas por \$7.390.000.00. Las pérdidas por tonelada de mineral son de \$92.00 y por tonelada de Concentrado de \$10,500.00.

Las pérdidas se deben principalmente a una baja en el precio internacional en 1972 y a que se experimentó con mineral de baja Ley.

T A B L A 4-II

Costos promedio. Abril 1972 - Marzo 1973. M. N.

<u>Mina</u>	Mano de obra	Materiales	Departamento Servicios	Otros	Total
Exploración y	0.25	-	3.26	0.75	4.26
Preparación	-	-	4.02	-	4.02
Tumbe	7.27	2.60	0.88	0.29	11.04
Contratistas	44.88	2.47	15.63	0.17	63.15
Acarreo Mineral	-	-	17.06	-	17.06
Acarreo Tepetate	-	-	7.08	-	7.08
Gastos Distribuibles	<u>6.15</u>	<u>-</u>	<u>4.11</u>	<u>10.86</u>	<u>21.12</u>
Sub-Total	58.55	5.07	52.04	12.07	127.73
<u>Planta</u>					
Trituración	4.71	1.22	0.32	0.19	6.44
Molienda	4.15	5.92	1.16	1.10	12.33
Concentración	4.07	1.64	1.16	0.73	7.60
Preparación Concentrados	3.96	2.60	0.53	0.13	7.22
Jales	-	0.25	1.75	-	2.00
Bombas	0.59	0.92	-	0.03	1.54
Gastos Distribuibles	<u>6.29</u>	<u>0.01</u>	<u>16.72</u>	<u>15.84</u>	<u>38.86</u>

T A B L A 4-III

Estado de Resultados de la Producción
Abril 1972 - Marzo 1973. Miles de Pesos

Venta Concentrados Producidos y			
Comprados.	258 Tons. a	\$ 28 500.00	\$ 7 390
Costos			
Mina	28 052 Tons. a	127.73	3 583
Planta	30 000 Tons. a	75.99	22 280
Compra Conc.	77 Tons. a	20 200.00	<u>1 549</u>
			<u>7 412</u>
Utilidad (Pérdida) Bruta			(22)
Gastos Venta. 258 Tons.			
Concentrado a	17 500	4 580	
Gastos Administrativos		1 633	
Otros Gastos		<u>42</u>	
Gastos de Operación		6 255	<u>6 255</u>
Utilidad (Pérdida) Op.			(6 277)
Subsidios (3 900 x.90)		3 520	
Otros Productos		<u>72</u>	
		3 592	<u>3 592</u>
Utilidad (Pérdida) Neta			(2 675)
	Pérdidas Estimadas.	Promedios.	M.N.
		Por Ton.	Por Ton.
		Mineral	Concentrados
Ingresos		253	28 500
Costos Producción		<u>255</u>	<u>28 700</u>
Pérdida Producción		2	200
Gastos Operación		<u>214</u>	<u>24 200</u>
Pérdida Operación		216	24 400
Subsidios y Productos		<u>124</u>	<u>13 900</u>
Pérdida Neta		92	10 500

5.- OBJETIVOS .

a) Nacional.-

La explotación de yacimientos de Tungsteno, es conveniente a la nación, porque al exportar concentrados de Tungsteno, mejora su balanza de pagos, o genera empleos, impuestos directos e indirectos y se pueden explorar los yacimientos para tener reservas que posteriormente justifiquen las inversiones necesarias para su industrialización.

b) Empresas.-

La explotación de sus yacimientos es conveniente porque pueden obtener utilidades en sus inversiones y explorarlos para aumentar su capacidad de trabajo, conservar su inversión y obtener mejores beneficios si se llega a industrializar por ellos mismos o por empresas en las que pueden participar.

Considerando los puntos a y b), sale a la vista la necesidad de explotar los yacimientos de Tungsteno. En este caso particular, se considera como objetivo la explotación de minerales de Tungsteno.

6.- DEFINICION DE LAS METAS .

Las metas que se tienen que lograr para la explotación de un yacimiento de este tipo, siguiendo la secuencia en que realizarán las operaciones son lograr:

- a) Reservas de mineral y su distribución.
- b) Explotación de las reservas
- c) Tratamiento que se le dará al mineral
- d) Situación de la Planta de Beneficio.

a) Reservas de Mineral y sus distribución.- Las reservas de mineral estimadas son 100 000 Toneladas con 1% de Tungsteno ó --- 4 000 000 de Toneladas con 0.25% de Tungsteno.

La estimación de 100 000 toneladas se basa en las obras que han hecho irregularmente los contratistas y los 4 000 000 de Tons. se estimaron con los resultados de barrenación de máquina Mayhew, con barrenos de 20 a 100 mts. de profundidad en una cuadrícula con lados de 25 mts. . Con motivo de la dificultad en los análisis químicos y fallas de barrenación, es necesario comprobar las reservas con obras directas.

b) Explotación de las reservas.- La explotación de reservas de alta ley se tendría que continuar en forma parecida por la irregular distribución de los valores. Los resultados serían negativos o marginales a precios actuales y tendrían duración para menos de 3 años.

La explotación de mineral de baja ley tendría que hacerse con menor selección del mineral y empleando el método de tajo abierto o una modificación de él. Las ventajas de modificarlo podrán verse al estimar costos. Existen varias posibilidades-

del tamaño de los bancos de explotación, pero para el cálculo preliminar, se tomarán costos para bancos de 12 mts. de altura por 12 mts. de huella.

La extracción de mineral y tepetate puede hacerse con camiones de diferentes capacidades, con bandas o con locomotora, - en caso que se modifique el sistema de tajo abierto.

- c) Tratamiento que se le dará al mineral.- Hasta ahora el mineral se ha quebrado, molido, concentrado en jigs y mesas. El concentrado se ha tostado y limpiado con electroimanes. En principio se usaría el mismo sistema y habrá que estudiar la flotación, flotación de impurezas y concentración, concentración y flotación de impurezas, limpiar con electromagnetismo o medios electrostáticos.

La experimentación puede ser larga y costosa para llegar al mejor beneficio, la recuperación y relación de concentración- difíciles de precisar por la dificultad de ensayar cabezas y colas. La experimentación se ha encaminado a la estimación de cuanto concentrado se puede sacar por tonelada de mineral, aunque no se conozca con precisión su ley.

- d) Situación de la planta de Beneficio.- El lugar para erigir la planta de beneficio, está condicionado por los factores principales siguientes:

Topografía del terreno

Presa de jales

Acarreo de mineral

Aprovisionamiento de agua.

La topografía del terreno y lugar para la presa de jales, - permiten situar la planta en varios lugares, sin que los --

costos de inversión y operación de ella sufran variación significativa. La situación será determinada principalmente -- por diferencias en los costos del transporte de mineral y -- aprovisionamiento de agua.

La distancia probable de acarreo puede variar entre 10 y 20-Km., siendo más probable la de 10 Km. que además puede servir de módulo de operación. La velocidad promedio es de 20-Km. por hora y tiempo de carga y descarga de 10 minutos que pueden anularse mecanizando la operación. Se considera la semana de 40 horas, trabajando dos turnos y con necesidad de acarrear 360 000 toneladas anuales.

El agua podrá obtenerse de pozos profundos con el tiempo, si se encuentra, lo más seguro es obtenerla del río Sonora que pasa a 9 Km. del yacimiento, teniéndose que vencer un desnivel de 600 mts. . Para este caso se ha pensado en 3 estaciones de bombas separadas 3 Km. y venciendo 200 mts. de cabeza cada una aproximadamente.

La energía eléctrica se puede obtener con muy poca inversión en cualquier lugar que se ponga la planta.

7.- G E N E R A C I O N D E A L T E R N A T I V A S D E
S O L U C I O N .

La evaluación de costos de las alternativas, se ha efectuado utilizando costos reales de la experiencia de operación y cotizaciones - actuales cuando ha sido posible tenerlas, en otras ocasiones se han estimado utilizando índices de precios o fórmulas que dan el valor de un equipo de diferente capacidad cuando se conoce el precio y capacidad de otro similar.

En renglones como realización del campamento y exploración comprobatoria la alternativa es hacerlos o no hacerlos. De todos modos se han cuantificado por ser necesarios para la evaluación total de la operación.

- a) Exploración y Desencape. La exploración se puede comprobar con pozos de 1.20 x 1.80 mts. . Se perforarían inicialmente 10 pozos, con profundidad variable entre 20 y 50 mts., hasta un total de 300 mts. . El tiempo estimado es de 6 meses, con un costo promedio de avance de \$1 100.00 por metro y una inversión en equipo de \$ 410.000.00.
- b) Explotación.- La explotación se puede hacer con equipo ligero de bajo costo de inversión y alto costo de operación o -- con equipo pesado.

El costo por tonelada tumbada con máquina ligera es de \$20.00 y con máquina pesada de \$4.00 por tonelada. Las inversiones en los dos casos, para tumbar 1 200 ton. día se estiman en:

	Miles	de	Pesos
	Caso A		Caso B
	Equipo Pesado		Equipo Ligero
1 Tractor	750		-
1 Cargador	600		500
Perforadoras (2)	250		(4) 60

1 Compresor	300	400
2 camiones	<u>350</u>	<u>350</u>
	2 150	1 310
Imprevistos	<u>215</u>	<u>131</u>
Total Inversión	2 365	1 441
Costos Op. y Mant. Anual	1 440	7 200
Rec. Inv. por año		
(31) 5 años, 12%		
intereses (.2774)	<u>656</u>	<u>390</u>
Costo total anual	2 096	7 590
Pesos por Ton.	5.80	20.90

Si consideramos los aumentos que puede haber en costos, es más favorable el caso A.

- c) Transporte.- El transporte de la mina a la planta puede hacerse en varios tipos de vehículo, se han escogido 3 en principio, para un recorrido de viaje sencillo de 20 Km., con velocidad promedio de 20 Km. por hora y tiempos de carga y descarga nulos.

Las estimaciones se han efectuado considerando que los costos de operación fueran constantes. Los datos básicos, son:

Gasolina \$3.00

Diesel \$0.60

Distancia por viaje 40 Km.

Tiempo por viaje 120 minutos

Tiempo trabajado por día 14 horas

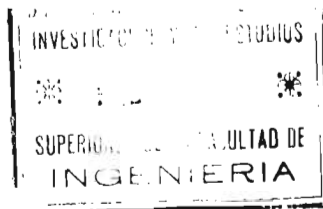
Viajes por día 7

Toneladas anuales 360 000

Promedio diario Tons. 1 200

Duración camiones 5 años

Intereses anual 12%



El costo por tonelada-kilómetro varía entre \$0.445 y 0.563 - véase Tabla 7-I. Los camiones diesel de 14 toneladas son -- las más convenientes con un costo de 8.90 por Tonelada e inversión de \$ 4 500 000.00

- d) Agua.- Las necesidades se estiman en 1 000 m.³ por día. Las condiciones topográficas y geológicas conocidas indican que habrá que surtirse de ella del Río Sonora, la distancia y -- desnivel estimados son 9 Km. y 600 mts. Se proyecta hacerlo en 3 etapas usando bombas HN 143 de la casa Worthington cuyo -- costo aproximado, con motor es de \$80 000.00

Las alternativas estudiadas son para tubería de 4", 6" y 8".

Las instalaciones eléctricas se estiman en \$225.000.00. Los mil mts. cúbicos diarios equivalen a: 11.6 lts. por seg., -- 3.0 6 gal/seg ó 0.425 pies cúbicos por minuto.

Los costos estimados se encuentran en la Tabla 7-III.

Para la selección de la tubería se tomarán los factores de -- la Tabla 7-II, estimados con los nomogramos de Haz en Williams (33)

En la Tabla 7-III se puede ver que según el interés considerado puede ser mas conveniente escoger tubería de 4" o de 8". La de 4" puede tener la desventaja de que si en la práctica se requiere más agua podría ser insuficiente para la conducción. Si se puede financiar fácilmente se recomienda la de-

→ 8". El costo por tonelada de mineral varía entre 1.62 y 1.63

El bombeo del agua requiere que la planta se ponga cerca del

T A B L A 7-I

Costos de Transporte por Camiones al Río

Por camión:	Pesos			
	Gasolina	D i e s e l		
		8 Tons.	8 Tons	14 Tons
Capacidad Neta Tons.				
Costo inicial por unidad	160 000	220 000	300 000	1 500 000
Acarreo por día - camión. Tons	56	56	98	210
Número camiones	24	24	15	7
Consumo mensual combustible	5 250	1 050	1 050	1 500
Consumo llantas y mat.	5 800	5 800	9 250	19 550
Mano de Obra	5 000	5 000	6 000	8 000
Costo operación				
Mensual por camión	16 050	11 850	16 300	29 050
Mensual	333 000	261 000	240 000	205 000
Anual	4 000 000	3 140 000	2 900 000	2 460 000
Imprevistos	<u>400 000</u>	<u>314 000</u>	<u>290 000</u>	<u>246 000</u>
Total anual	4 400 000	3 454 000	3 190 000	2 706 000
Actualizado. 5 años, 12%. (3.6048)	15 900 000	12 500 000	11 550 000	9 800 000
Inversión	<u>3 750 000</u>	<u>5 300 000</u>	<u>4 500 000</u>	<u>10 500 000</u>
Costo Total en 5 años	19 650 000	17 800 000	16 050 000	20 300 000
Costo por Ton.	10.85	9.9	8.9	11.25
Costo por Ton. Km.	0.505	0.495	0.445	0.563

mineral. Para la extracción del mineral y su transporte - a la planta por la superficie habría que recorrer cuatro kilómetros. Utilizando las estimaciones efectuadas con anterioridad los costos estimados según la Tabla 7-IV indican - que el camión más conveniente es el Diesel de 14 Toneladas-netas con un costo de 3.13 por Ton. y una inversión de - - \$ 5 658 000.00

915 000

T A B L A 7-II

Consumo Eléctrico en Diferentes Tuberías

	Diámetro		
	4"	6"	8"
Hf por 305 mts.	10.65	1.52	0.38
Hf por 9 000 mts.	315.00	45.00	10.32
H _t . = H + H _f	915.00	645.00	610.32
Kg - Mt- seg.	10 600	7 320	6 510
K.W.	104	72	43
K.W.H. por año	900 000	622 000	556 000
Consumo anual con bombas de 40% ef.	2 250 000	1 555 000	1 385 000
Costo Anual (\$0.20/KW)	450 000	310 000	276 000

- e) Modificación extracción.- Aunque la explotación se efectuara por el sistema clásico seguido en la explotación a cielo -- abierto, la extracción del mineral podría hacerse por medio de un socavón de 980 mts. de longitud y un contrapozo de 70 mts. de altura. El mineral saldría a menor altura sobre el río y el transporte exterior a la planta se puede considerar nulo.

T A B L A 7-III

Costos de Bombeo

Pesos

Inversión	Tubería de		
	4"	6"	8" Ced. 20
Bombas. Ocho	640 000	640 000	640 000
Tuberías	810 000	1 395 000	1 520 000
Instalación y Conexiones	350 000	600 000	660 000
Energía Eléctrica	<u>225 000</u>	<u>225 000</u>	<u>225 000</u>
Sub Total	2 025 000	2 860 000	3 045 000
Varios	<u>203 000</u>	<u>286 000</u>	<u>305 000</u>
Total	2 228 000	3 146 000	3 350 000
Costo Operación			
Energía Eléctrica	450 000	310 000	276 000
Mano de Obra	90 000	90 000	90 000
Imprevistos	<u>50 000</u>	<u>40 000</u>	<u>35 000</u>
Total	590 000	440 000	401 000
Costo Actual 10 años al 12% anual (5.6502)	3 040 000	2 480 000	2 260 000
Costo Op. Actualizado + Inversión	<u>5 268 000</u>	5 626 000	5 610 000
Costo Actual 10 años al 10% anual (6.1446)	3 625 000	2 700 000	2 460 000
Costo Op. Actualizado + Inversión	5 853.000	5 846 000	<u>5 810 000</u>
Costo por Tonelada	1.63	1.62	1.62
Costo Uniforme Anual. 10 años 12% (.17698)	930 000	998 000	990 000

T A B L A 7-IV

Costo de Transporte por Camiones a la Planta

	Pesos			
	Gasolina	D i e s e l		
		8 Tons.	8 Tons.	14 Tons.
Mensual Operación por U.	16 050	11 850	16 300	29 050
Número camiones 1 Turno.	10	10	6	3
Mensual	160 500	118 500	97 800	87 150
Anual	1 920 000	1 420 000	1 180 000	1 040 000
Imprevistos	<u>192 000</u>	<u>142 000</u>	<u>118 000</u>	<u>104 000</u>
Total Anual	2 112 000	1 562 000	1 298 000	1 144 000
Actualizado 5 años; 12% (3.6048)	7 680 000	5 610 000	4 680 000	4 140 000
Inversión	<u>1 600 000</u>	<u>1 185 000</u>	<u>978 000</u>	<u>4 500 000</u>
Costo Total	9 280 000	6 795 000	5 658 000	8 640 000
Por Ton.	5.00	3.75	3.13	4.78
Por Ton. Km.	1.25	0.94	0.78	1.19
Costo Anual Uniforme (0.27741)	2 570 000	1 895 000	1 565 000	2 400 000

Aparecen varias alternativas que son:

- i) Banda
- ii) Locomotora
- iii) Camiones.

El costo del tunel para banda y locomotora se estima en ---
\$ 2 500 000.00 y para camión en 3 000 000.00.

- i) El transporte por banda requiere una quebradora --
primaria que puede ser de quijadas. Una de 36" x
42" permitiría quebrar el mineral en un turno, por
lo que el transporte también debe hacerse en un --
turno. Una banda de 30" a 100 mts. por minuto se-
ría suficiente.

Las inversiones serían :

Socavón y Contrapozo	\$ 2 500 000.00
Alimentador banda 42"	70 000.00
Banda	5 000 000.00
Instalación energía eléctrica	80 000.00
Quebradora	<u>500 000.00</u>
Total	8 150 000.00

El costo de operación anual se estima en:

Energía eléctrica	8 000.00
Dos operadores (84.00/día)	61 000.00
Mantenimiento	<u>50 000.00</u>
Total Anual	119 000.00
Costo Actualizado. 10 años, 12% (5.6502)	675 000.00
Repuesto banda a los 5 años	2 500 000.00
Inversión Inicial	<u>8 150 000.00</u>
Costo total actualizado	11 325 000.00

Costo Anual Uniforme (.17 698) \$ 2 000.000.00

- ii).- Locomotora.- Se puede usar una diesel de 9 toneladas con carros Gramby de 5 toneladas de capacidad, con velocidad máxima de 15 Km. por hora y 110 Tons por viaje. El acarreo se puede hacer en un turno.

La inversión sería:

Tunel y Contrapozo	\$ 2 500 000
25 carros	1 250 000
Quebradora y Equipo	650 000
Locomotora	<u>500 000</u>
	4 900 000

El costo de operación se estima en:

Materiales	110 000
Mano de Obra	61 000
Mantenimiento	<u>30 000</u>
Total	101 000
Costo actualizado. 10 A. 12% (5.6502)	570 000
Inversión Inicial	<u>4 900 000</u>
Costo total actualizado	5 571 000
Costo Anual Uniforme (0.17698)	990 000

- iii) El costo por tonelada-Km., se puede estimar con 5 camiones diesel de 8 Toneladas, con un tiempo por viaje de 10 min. . Los costos serían:

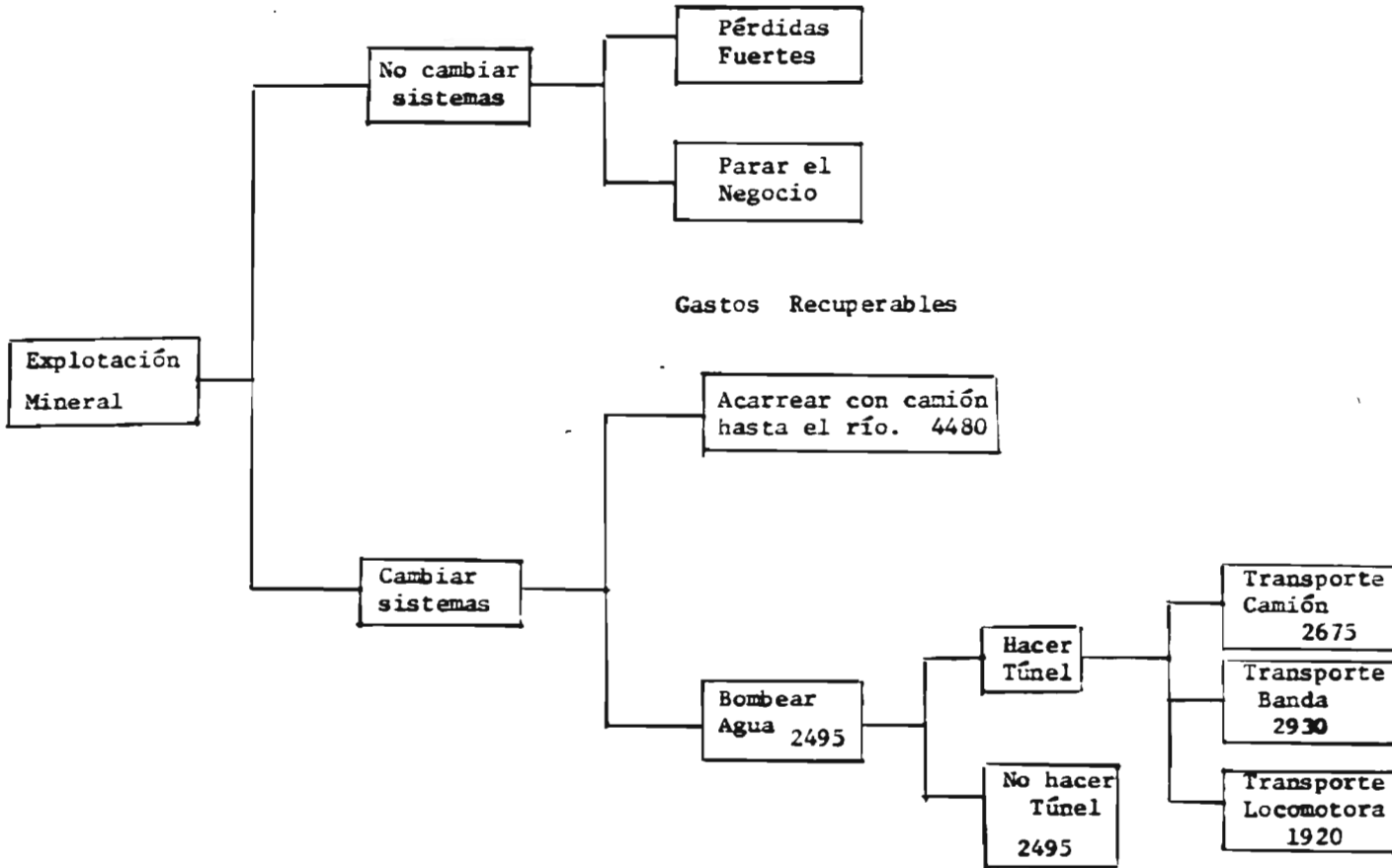
Tunel y contrapozo	3 500 000
Camiones	1 100 000
Queb. y Equipo	<u>650 000</u>
	5 250 000

Costo Operación Anual	\$	360 000
Costo Operación actualizado.		
5 años 12% (3.6048)		1 295 000
Costo total actualizado		8 545 000
Costo Anual Uniforme (0.27741)		1 745 000

ARBOL DE ALTERNATIVAS

Costos Anuales Uniformes. Miles de Pesos

Gastos No Recuperables



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

- (31) Cost and Optimization Engineering. F.C. Helen. 1970
- (32) George A. Taylor. Managerial and Engineering Economy. D. Van
Nostrand Company. 1968
- (33) Taggart. Hand Book of Ore Dressing. John Wiley and Sons. 1941
- (34) Mineral Industries Bulletin N°. 2, Vol. II. Colorado School of Mines.
Marzo 1968.

8.- SELECCION DE ALTERNATIVAS.

Del estudio de las alternativas hay ciertos costos constantes, independientes de las alternativas. Se han considerado constantes los de tumbes con máquina pesada y los de tratamiento.

Para la comparación de las alternativas que consideran los costos totales, que comprenden la actualización de ellos considerando que se conservarán iguales durante la vida del proyecto.

Las principales alternativas son cinco.

- a) Acarreo Mineral al Río
- b) Bombeo Agua del Río y acarreo a planta nueva
- c) Emplear un Túnel
 - i) Transportar con banda
 - ii) Transportar con locomotora
 - iii) Transportar con camión

Los costos actualizados se transformaron a Anuales Uniformes porque había diferentes tiempos en la duración de los equipos. La alternativa de construir un túnel y acarrear con locomotora es la más conveniente, tiene un costo anual uniforme de - - - \$ 1 920 000.00, le sigue la de bombeo, agua y transporte a la planta nueva con camiones y la menos conveniente es el acarreo del mineral a la orilla del Río, su costo anual uniforme es de \$ 4 480. Tabla 8-I

T A B L A 8-I

Alternativas con Costos Anuales Uniformes

Miles de Pesos

	Tabla	Mineral Al Río	Bombeo Agua			Sin Túnel
			Túnel			
			Banda	Locomotora	Camión	
Acarreo Camión	7 - I	4 480	-	-	-	-
Acarreo Camión	7 - IV	-	-	-	-	1 565
Bombeo	7 - III	-	930	930	930	930
Acarreo Banda		-	2 000	-	-	-
Locomotora		-	-	990	-	-
Camión		-	-	-	1 745	
Total		4 480	2 930	1 920	2 675	2 495

9.- I N V E R S I O N E S , C O S T O S Y R E S U L T A D O S .

- a) Las inversiones que presentan alternativas se han evaluado, quedan pendientes, habitaciones, talleres, equipo mecánico y Planta de Beneficio.

El personal estimado es:

Directivos	8
Empleados confianza	<u>31</u>
Sub total	39
Obreros Mina	29
Obreros Planta Beneficio	30
Servicios Especiales	36
Vigilancia y servicios generales	<u>10</u>
Sub total	105
Total	144

Se requiere una colonia con servicios mínimos de 150 familias. Con los -- servicios mínimos, usando datos de 1969 (35) y 1970 (36) y actualizando, - los costos de esa colonia serían: Tabla 9-I

T A B L A 9-I

Costo Campamento

Miles Pesos

Núm.	Tipo	Costo Unitario	Costo Total
8	Directivos	80	640
31	E. confianza	60	1 860
105	Obreros	20	2 100
	Servicio Agua		420
	Drenaje		200
	Alumbrado		90
	Hospital y Escuela		<u>150</u>

La construcción de talleres elementales y su equipo se estima en - - -
\$ 200 000.00.

El equipo mecánico adicional que se requiere para la operación de una pala
cargadora frontal con costo aproximado de \$ 750 000.00.

La estimación del costo de la planta es preliminar, principalmente porque
se desconoce con precisión el sistema que se usara. Se ha tomado como ba-
se 3 plantas instaladas en diferentes años, se ha calculado el costo a nue-
va capacidad y se han actualizado empleando índices nacionales de precios-
al consumidor (31) (34) (37) (6). La fórmula usada es $I_n = I_c \frac{c_n}{c_c}^{7/10}$

T A B L A 9 - II

Año Instalación	Capacidad Ton/día	Costo Planta. Miles de Pesos		
		Costo	Costo Nueva	Costo Actualizado
1968	500	17 350	28 200	47 500
1968	500	21 400	34 730	58 500
1972	250	10 000	26 400	36 500

El costo que se tomará en los cálculos es el medio de \$ 47 500 000.00.

La preparación del tajo puede requerir mover de 100 000 a 125 000 tonela--
das de tepetate con un costo de \$ 1 250 000.

Las inversiones totales se estiman en:

	Miles de Pesos
Mina (7-6)	2 365
Bombeo. Tabla (7-III)	3 350
Socavón y Locomotora (7-e-ii)	4 900
Planta de Beneficio	47 500
Campamento	7 060
Descapote (9) y exploración (7-a)	<u>1 250</u>
Sub - Total	66 425

Actual

10% Imprevistos	<u>6 425</u>
Total	72 850
Costo Anual Uniforme 10 años 12% (. 17698)	12 800

b) Costos.

Los costos de operación estimados para 1975 serían:

			Miles de Pesos	Por Ton
Mina.- Relación a tepetate 3 a 1			8 400	23.40
Bombeo			590	1.64
Transporte locomotora			101	0.28
Planta Beneficio				
Mano de Obra	990	2.75	7 390	20.57
Materiales	5 400	15.00		
Energía Eléctrica	1 000	2.77		
Talleres y Lab.			840	2.32
Prestaciones			700	1.94
Empleados			1 522	4.20
Jefes. cinco			<u>600</u>	<u>1.66</u>
Sub-Total			20 143	56.01
10% Imprevistos			2 014	5.60
Total			<u>22 157</u>	<u>61.61</u>

Estos costos son suponiendo concentración mecánica, si se emplea flotación subirán. El alza es difícil de estimar en vista de que se desconoce el tratamiento final que se seguiría.

Los costos de producción y operación independientes del precio y recuperación son:

	Total	Por Ton.
	Miles de Pesos	
Costos Operación	22 157	61.61
Amortización	7 285	20.20
Financiamiento	5 515	15.40
Administración	<u>1 700</u>	<u>4.72</u>
	36 657	101.93

En vista de que es muy difícil predecir precios al futuro, se recomienda hacer estimaciones a diferentes precios (38) y estimar los resultados y medidas que se puedan tomar en los diferentes casos.

La producción bruta estimada anualmente es:

$$360\ 000 \times 3\ \text{Kg} = 1\ 080\ 000\ \text{Kg. WO}_3$$

que según los resultados metalúrgicos pueden tener entre 40 y 60% de -- Recuperación.

c) Resultados de Operación.

En la Tabla 9-III se muestran los resultados obtenidos con recuperaciones de 40, 50 y 60%, combinando con precios de 1972, 1974 (abril - sept.) y los que se necesitarían para estar en el punto de equilibrio. Al costo de ventas de 1972 se le aumentó el 20% para las estimaciones con precios de 1974 y punto de equilibrio.

d). Estudio de Sensibilidad.

Las posibilidades que existen son muy numerosas y todas son estimaciones mas o menos razonables.

Desde luego se puede observar en la tabla que sin subsidio la operación es incosteable con cotizaciones inferiores a 43.50 Dolls. por unidad corta. Con subsidio y en los puntos de equilibrio se recupera la inversión con un interés anual del 12%. Estos puntos corresponden a los precios -- por Unidad de Tonelada corta de 65.20, 55.50 y 43.50 Dólares para recupe

raciones de 40, 50 y 60%. Si la ley promedio encontrada baja a 0.25%, haciendo los mismos cálculos los precios que corresponden son 78.50, -- 62.50 y 50.50 Dólares.

T A B L A 9-III

Resultados estimados en miles de pesos.

Recuperación 40%.

	Promedio 1972	Promedio 1974	Punto Equilibrio
Kg. WO ₃ recuperados	432 000	432 000	432 000
Kg concentrado 65% WO ₃	662 000	662 000	662 000
Precio por Ton Concentrado	28.5	86.0	60.0
Ingreso Bruto	18 900	56 300	39 712
Costos Prod. y Op.	36 657	36 657	36 657
Ventas \$ 3 200.00/ton.	2 120	2 550	2 550
Impuestos Prod. y Exp.	<u>5 000</u>	<u>15 000</u>	<u>10 450</u>
Egresos	43 777	54 207	49 657
Utilidad o (Pérdida)	(24 877)	2 093	(9 945)
Subsidio (95%)	4 750	14 205	9 945
Utilidad o (Pérdida)	(20 127)	16 298	0
I.S.R. y otros	-	8 149	-
Dolls. por Unidad Corta	31.0	94.0	65.2
Recuperación 50%			
Kg. WO ₃ recuperados	504 000	504 000	504 000
Kg. Conc. de 65%	775 000	775 000	775 000
Precio por Ton. Conc.	28.5	86.0	51.1
Ingreso Bruto	22 100	66 700	39 712
Costos Prod. y Op.	36 657	36 657	36 657
Ventas	2 120	2 550	2 550
Impuestos Prod. y Exp.	<u>5 880</u>	<u>17 700</u>	<u>10 450</u>
Egresos	44 657	56 907	49 657
Utilidad (Pérdida)	(22 557)	9 793	(9 945)
Subsidio	5 580	16 800	9 945
Utilidad (Pérdida)	(16 977)	26 593	0
I.S.R. y otros	-	13 297	-
Dolls. por unidad corta	31.0	94.0	55.5

Recuperación 60%

Kg. W_3 Recuperados	648 000	648 000	648 000
Kg concentrado 65% W_3	995 000	995 000	995 000
Precio por Ton. Conc.	28.5	86.0	40.0
Ingreso Bruto	29 400	85 700	39 712
Costos Prod. y Op.	36 657	36 657	36 657
Costo Ventas	2 120	2 550	2 550
Imp. Prod. y Exp.	<u>7 800</u>	<u>22 700</u>	<u>10 450</u>
Egresos	46 577	62 607	49 657
Utilidad (Pérdida)	(17 177)	23 093	(9 945)
Subsidio	<u>7 400</u>	<u>21 500</u>	<u>9 945</u>
Utilidad o Pérdida	(9 777)	44 593	0
I.S.R. y otros	-	22 297	-
Dolls. por unidad corta	31.0	94.0	43.5

De lo anterior se deduce que la ley debe ser superior a 0.25% W_3 para cotizaciones inferiores a 50.50 D. por S.T.U. con recuperación de 60%, - si la recuperación obtenida solo es de 50% la cotización mínima costea- ble será de 67.50.

Los aumentos que habrá en costos, difíciles de predecir, aumentarán los de la operación, los que ocurrieron a últimas fechas son:

1968 - 1969 - 3.5
1969 - 1970 - 4.9
1970 - 1971 - 5.5
1972 - 5.7
1973 19.7
1974, 8 meses 9.0

Seguramente que en 1974 será mayor del 10%.

Si se toma como aumento general en precios, para los 10 años de opera- ción; un promedio del 10% anual los costos iniciales hay que multipli- carlos por 1.86 de acuerdo con el siguiente procedimiento.

Costos que aumentarán:	Miles de pesos
Operación	22 157
Administración	1 700
Ventas	<u>2 550</u>
	26 407

El factor 1.86 se aproxima al promedio de aumento de los costos en los 10 años, supuestos de operación, con un aumento anual del 10%. Aunque los costos no aumenten en esa proporción la estimación muestra los resultados que puede haber con un aumento de costos.

El costo inicial de \$ 26 407 000.00 con el promedio del costo de los 10 años y los considerados fijos ascienden a:

	Miles de pesos
Costos variables 26 407 X 1.86	40 100
Amortización y financiamiento	<u>12 800</u>
Total	52 900

Para lograr puntos de equilibrio con este costo se requiere:

	Miles de pesos
Ingreso Bruto	53 588
Costos	52 900
Impuestos Prod. y Exp.	<u>14 200</u>
Egresos	67 100
Utilidad o (Pérdida)	13 512
Subsidios	<u>13 512</u>
Utilidad o (Pérdida)	0

Las cotizaciones y precios para tener ese ingreso con diferentes recuperaciones son:

Recuperación	40%	50%	60%
Kg. concentrado	662 000	775 000	995 000
Ingreso por Ton. Concentrado	80 500	69 000	53 800
Ingreso por Ton. WO ₃ (Pesos)	134 000	107 600	82 700
Dols. por S.T.U.	88.50	72.30	60.50

Los precios actuales (90 - 100 D. por Unidad corta) son los más altos que se han registrado, como puede verse al compararlos con los de la Tabla 9-IV.

Es remoto pensar que el promedio de los 10 años sea igual o superior a 90.50 Dols. por S.T.U. . La cotización de 60.50 se encuentra dentro de las probabilidades, a pesar de que el promedio esperado es de 47.90.

Si la ley del mineral es de 0.25% W_3 los precios necesarios para trabajar con utilidades quedan fuera de las proyecciones actuales. con 60% Recuperación se requiere un precio de 72.3 Dols. por Unidad Corta para estar en el punto de Equilibrio con 50% se requiere precio de 85.0 y con 40% de 103.50

T A B L A 9-IV

Año	Medio	Cotizaciones Estimadas	
		Límite	
		Inferior	Superior
1975	44.7		57.7
1976	45.4	32.4	58.4
1977	46.1	33.1	59.1
1978	46.7	33.7	59.7
1979	47.3	34.3	60.3
1980	47.9	34.9	60.9
1981	48.6	35.6	61.6
1982	49.2	36.2	62.2
1983	49.9	36.9	62.9
1984	50.6	37.6	63.6
1985	51.3	38.3	64.3

La Tabla 9-V muestra las cotizaciones necesarias para lograr diferentes puntos de equilibrio. Sobresale la importancia de la ley y las recuperaciones. La ley debe estar determinada con mucha precisión, o cuando menos el contenido recuperado. El tiempo que probablemente pase para alcanzar un aumento en los costos del 86% puede permitir, si se trabaja con ahínco, mejorar las recuperaciones y controlar mejor las leyes.

T A B L A 9-V

Cotizaciones de Puntos de Equilibrio

Costos uniformes a los actuales.

Ley % $W O_3$	Recuperación %	Cotización Punto Equilibrio Dols. por U.T.C.
0.30	40	65.20
	50	55.20
	60	43.50
0.25	40	78.50
	50	62.50
	60	50.50

Costos con aumento

0.30	40	88.50
	50	72.30
	60	60.50
0.25	40	103.50
	50	85.00
	60	72.30

Considerando la incertidumbre de los resultados económicos que se pueden esperar por año, se ha aplicado un árbol probabilístico de decisiones, para las alternativas, que se presentan. El árbol se aplicó por separado a las 3 alternativas principales, aunque pudo ser un árbol para las 3 alternativas juntas.

Las alternativas principales son: Trabajar mineral de alta ley a razón de 200 toneladas por día, instalar inmediatamente nueva planta de beneficio para 350 000 toneladas anuales o posponer su instalación y continuar con los estudios para conocer mejor el yacimiento.

En los esquemas 1, 2 y 3 se muestran las leyes, recuperaciones y precios que pueden ocurrir, así como las probabilidades de que ocurran y los valores esperados. En la parte baja de los nudos de decisión se indica la ley y recuperación. En la parte alta los kilos de WO_3 recuperado a los precios indicados.

Los valores esperados en las 3 alternativas, comparados con los costos muestran que la operación es sumamente peligrosa.

	Ingreso Anual		Costo Anual		Utilidad
	Miles	Pesos	Miles	Pesos	(Pérdida) Miles de Pesos
Leyes Altas	20 000		21 000		(1 000)
Instalación inmediata	22 000		38 780		(16 780)
Instalación diferida	26 890		39 780		(12 890)

Los valores obtenidos, en la Tabla anterior, son válidos considerando que no se quieren correr riesgos.

Actualmente las operaciones se pueden continuar debido a un alza imprevista de los precios, sin embargo la tendencia actual indica que están bajando.

Desde hace cuatro años se está estudiando la posibilidad de instalar una planta de mayor capacidad que beneficie mineral de baja ley. Las proyecciones económicas indican que es necesario continuar con el estudio antes de -

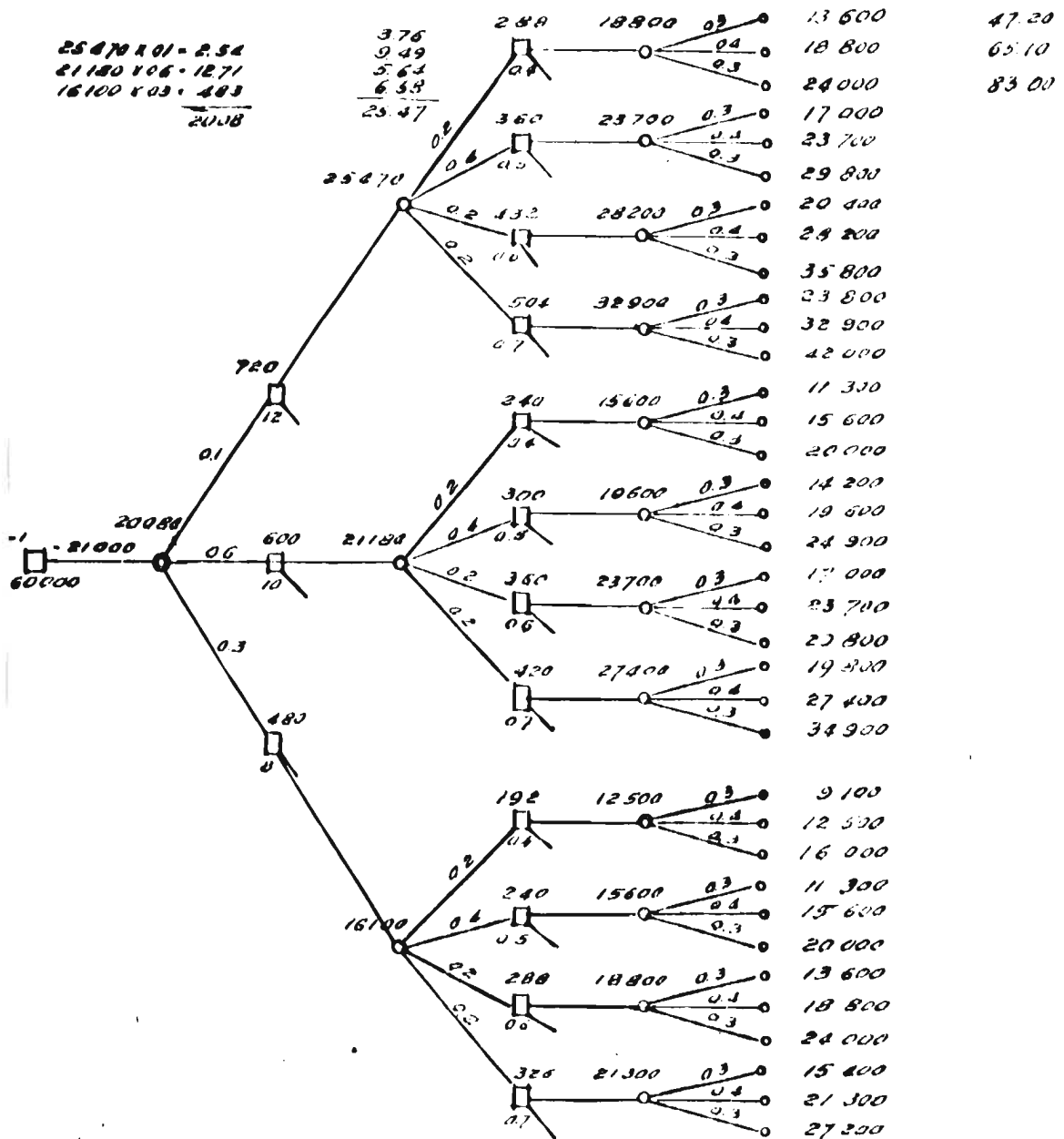
tomar la decisión de invertir y que hay que tener un buen control y vigilancia de las operaciones desde las operaciones actuales.

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

- 35) La Habitación Rural. Instituto Nacional de la Vivienda. 1969.
- 36) Memoria del Primer Congreso de Ingeniería de Costos. 1970.
- 37) Manual de Proyectos de Desarrollo Económico. Naciones Unidas, Reedición.
1972.
- 38) Financial. Análisis in Mining Industry. Society of Mining Engineers of
Mining. Short Course. 1972.

Esquema 1

TonSWOs Toneladas Valor Bruto
Ley Kg/Ton Recuperadas Miles de Pesos \$/Kg.



Leyes Altas

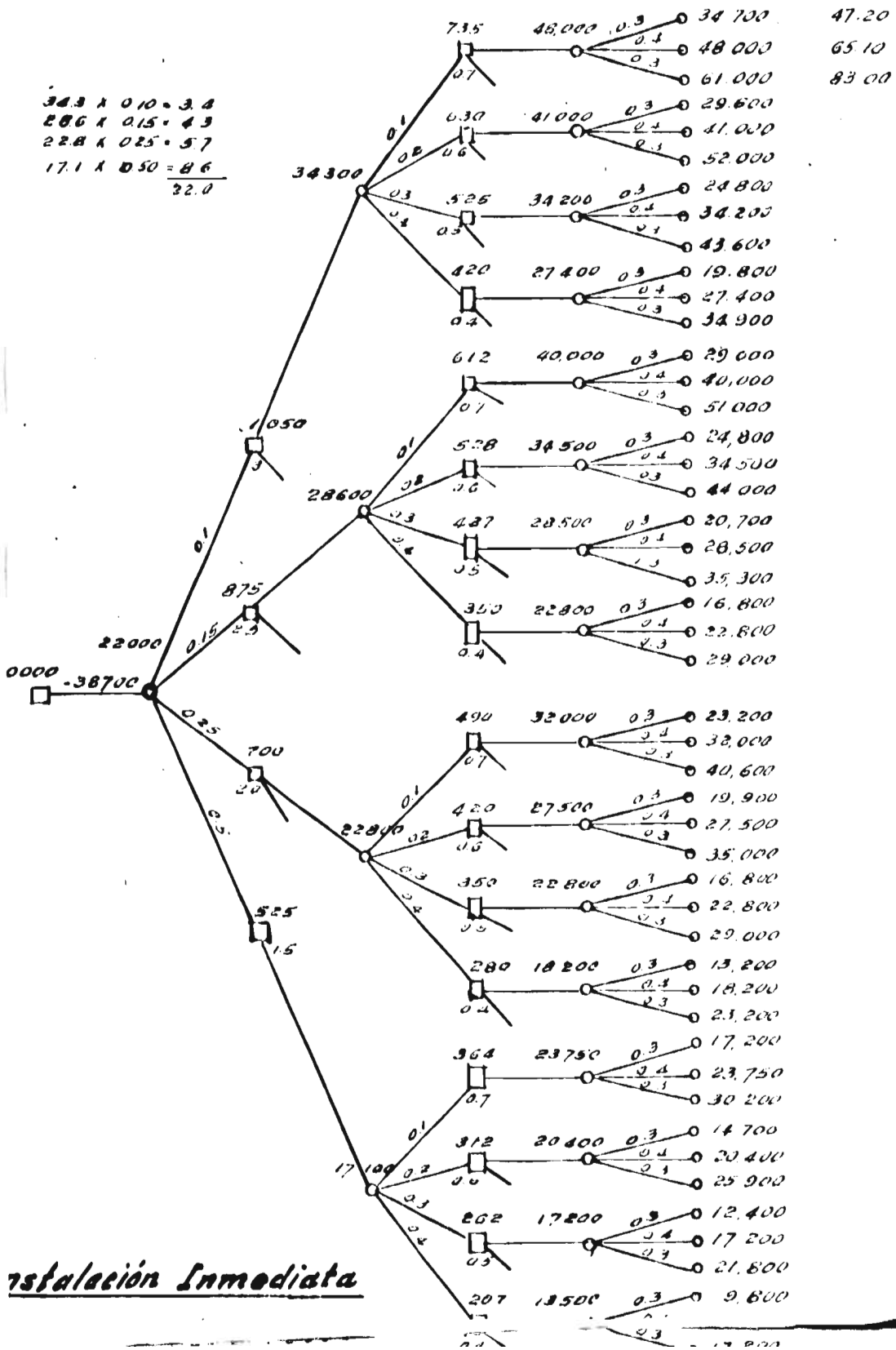
Valores en miles de Pesos

Esquema 2

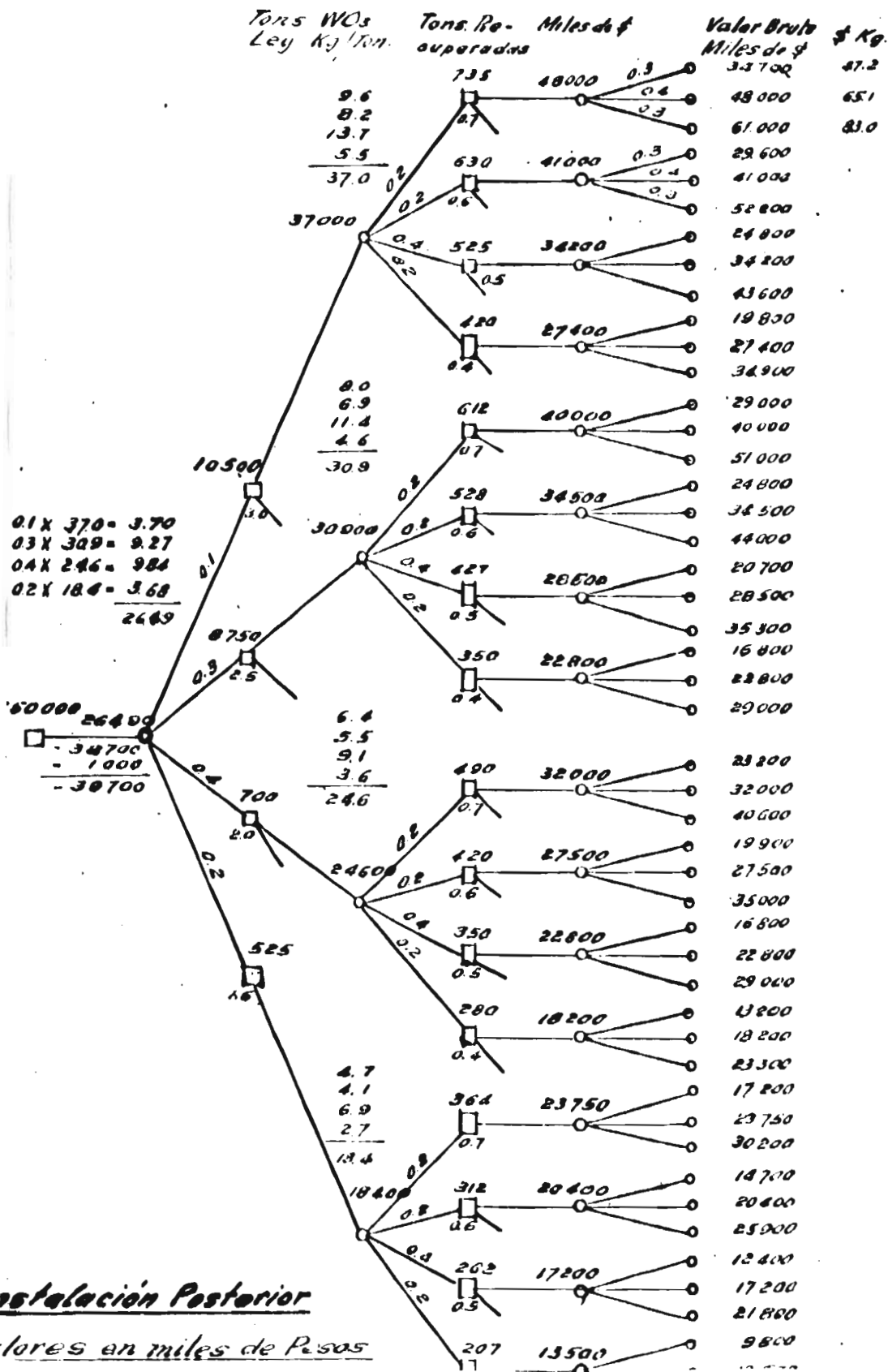
Tons WOs
Leyes
Kys/ton

Toneladas
Recuperadas

Ingreso Bruto
Miles de Pesos \$ 1 Kgmo.



Esquema 3



Instalación Posterior

Valores en miles de Pesos

10.- I N C I D E N C I A S O C I O E C O N O M I C A

La explotación de los yacimientos Nacionales de Tungsteno, que en general tienen los mismos problemas expuestos, tendrían las incidencias Socio-Económicas siguientes:

- a) Nivel Mundial.- Ayudaría a satisfacer la necesidad de --- Tungsteno que necesita la humanidad para su conservación y desarrollo.

- b) Nivel Nacional.- Desde luego su explotación propiciaría el encuentro y posterior explotación de nuevas reservas y yacimientos. Los beneficios que se pueden enumerar, pero di fíciles de cuantificar a nivel nacional, son varios. Al - enumerarlos se intenta cuantificarlos cuando menos para -- Tungsteno de Baviécora.
 - i) Caminos Vecinales.- Se mantendrían y mejorarían - los existentes y se harían otros.

 - ii) Electrificación.- Las explotaciones necesitan e-- nergía eléctrica barata para contrarrestar el alza de costos. Su electrificación incorporada a - las redes nacionales de electricidad es convenien te para ahorrar energéticos derivados del petró-- leo y electrificar poblaciones que se encuentren- dentro del área de influencia. Las compañías mi- neras han financiado los ramales necesarios para- electrificarse usando energía de los sistemas na- cionales.

- iii) **Proporcionan empleos.** En Baviácora se emplearían cerca de 100 personas directamente, estas personas pueden pertenecer a 70 familias diferentes con ingresos anuales cercanos a tres millones de pesos.
 - iv) **Educación.**- Los hijos de los trabajadores pueden tener mejor educación y oportunidades que si no se trabajan los yacimientos.
 - v) Las familias tendrían hogares más confortables y mejor nivel de vida.
 - vi) El gobierno recibiría impuestos directos e indirectos de estas fuentes de trabajo.
 - vii) Se crearían reservas para justificar fuertes inversiones que se requieren para la industrialización del Tungsteno.
 - viii) Se ayuda a nivelar la balanza de pagos.
 - ix) La industria nacional tendría mercado para los productos que se consumirían en la explotación.
- c) **La empresa obtendría beneficios de sus inversiones por más tiempo.** - Si los precios y costos actuales se conservan podría obtener interés del 18 al 30%.

11.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) Conclusiones.- La explotación de los yacimientos de Tungsteno de baja ley a escala industrial, es conveniente desde el punto de vista mundial, nacional y empresarial. En caso de continuar los precios actuales se tendrían utilidades de 18- a 30% sobre la inversión, adicionales al 12% de interés considerado como costo de financiamiento.

b) Recomendaciones a corto plazo:

Asegurar reservas de mineral tanto en ley como en cantidad.- Una ley menor de 0.3% puede llevar a la empresa a fuertes -- pérdidas.

Propiciar reuniones de productores para cambiar experiencias y ayudarse mutuamente.

Antes de hacer la inversión, actualizar estimaciones de acuerdo a las circunstancias que hayan cambiado.

Lograr recuperación superior al 50%. Una recuperación menor hace peligrar la operación económica.

c) Recomendaciones a largo plazo.

Localizar y explorar nuevos yacimientos de Tungsteno aunque sean de baja ley.

Preparar personal para lograr mejor aprovechamiento de los yacimientos y para su futura industrialización.