

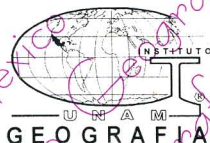
**I. TEXTOS MONOGRÁFICOS:
5. ECONOMÍA**

LA MINERÍA EN MÉXICO

Atlántida Coll-Hurtado

María Teresa Sánchez-Salazar

Josefina Morales



**TEMAS SELECTOS DE
GEOGRAFÍA DE MÉXICO**

Atlántida Coll-Hurtado es doctora en Geografía; autora de varios libros y numerosos artículos científicos, así como de varias secciones del *Atlas Nacional de México*. Es investigadora titular del Instituto de Geografía de la UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

María Teresa Sánchez-Salazar, doctora en Geografía e investigadora titular del Instituto de Geografía de la UNAM, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Es autora de libros y artículos científicos y de numerosos mapas del *Atlas Nacional de México* y otras obras cartográficas.

Josefina Morales es investigadora titular del Seminario de Teoría del Desarrollo del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM. Es profesora del posgrado en Geografía y autora y coordinadora de varios libros sobre cuestiones económicas.

LA MINERÍA EN MÉXICO

**geografía, historia, economía
y medio ambiente**

I.5.2

**Atlántida Coll-Hurtado
María Teresa Sánchez-Salazar
Josefina Morales**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario General

Dr. Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

Dr. Jaime Martuscelli Quintana
*Secretario de Servicios a la
Comunidad Universitaria*

Dra. Elvia Arcelia Quintana Adriano
Abogada General

Dr. José Narro Robles
Coordinador General de Reforma Universitaria

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

Dr. José Luis Palacio Prieto
Director

Dra. María Teresa Sánchez Salazar
Secretaria Académica

Dra. Atlántida Coll-Hurtado
Editor Académico

Lic. Mayela Lara Morales
Secretaria Administrativa

Diseño de portada: Laboratorio de Fotomecánica,
Instituto de Geografía, UNAM

Responsable de edición: Martha Pavón

Revisor de estilo: Eva Saavedra Silva

Primera edición: julio del 2002

LA MINERÍA EN MÉXICO, geografía, historia, economía y medio ambiente I.5.2

D. R. © Instituto de Geografía, UNAM

Derechos exclusivos de edición reservados para todos los países de habla española. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita de los editores.

Instituto de Geografía, UNAM

Ciudad Universitaria

Del. Coyoacán, C. P. 04510

México, D. F.

www.igeograf.unam.mx

ISBN: UNAM (Obra General): 968-36-8090-9

ISBN: UNAM 970-32-013-7

HECHO EN MÉXICO

Este libro se publicó con apoyo financiero de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) UNAM. Proyecto: Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), No. IN306500, cuya responsable ante DGAPA es la Dra. María Teresa Gutiérrez de MacGregor. Por este apoyo el Instituto de Geografía expresa su agradecimiento.

ÍNDICE

Presentación	9
Introducción	11
I. Naturaleza y minería	15
Provincia de Baja California	18
Provincia de la Sierra Madre Occidental	19
Provincia de la Sierra Madre Oriental	20
Provincia de la Sierra Madre del Sur	20
Provincia del Eje Neovolcánico Mexicano	21
Provincia de la Mesa Central	21
II. Evolución histórica: del México prehispánico	
al año 2000	25
La minería en el México prehispánico	25
La minería durante la colonia	26
La Independencia y la minería	34
La minería porfiriana	35
La minería durante la Revolución	41
La minería desde el período obregonista hasta el final	
de la Segunda Guerra Mundial	43
La decadencia de la minería: 1945-1980	44
Fin de siglo y globalización	47
III. Transnacionalización del capital minero (J. Morales)	51
Privatización y apertura al capital extranjero	55
Apertura y dinámica de la inversión	64

Estrategias de globalización del capital minero mexicano	69
Perspectivas	80
IV. La producción minera actual	83
V. Minería y medio ambiente	103
Fases del laboreo minero y contaminación	104
Medidas de control ambiental y rehabilitación de terrenos minados	109
La geografía de la contaminación minera en México	111
Acciones anticontaminantes de la minería mexicana	112
Bibliografía	119

PRESENTACIÓN

Muy poco después de la llegada de los españoles a América, se inició la prospección para encontrar metales preciosos, básicamente plata y oro. Hace ya muchos años, el Ing. Salvador Peña-Slane, entonces de la Dirección de Estudios Hacendarios de la Secretaría de Hacienda, dictó una conferencia en el seno de la Sociedad Geológica Mexicana sobre el desarrollo de la minería en México. En esa ocasión, lo recuerdo muy bien, el ingeniero Peña señaló con toda claridad que en las labores de prospección auspiciadas por los españoles, la participación de los indígenas fue determinante para tener éxito. Sucedió así que centenares de prospectos fueron localizados, mismos que eventualmente se convirtieron en minas, varias con grandes bonanzas, y muchas de las cuales aún están en explotación. Fue de esa manera como México adquirió fama mundial por sus recursos mineros, particularmente argentíferos, y que esa fama comenzó a enraizarse entre los mexicanos mismos. En este pequeño libro se esboza para un lector, no necesariamente erudito en minería, de manera muy amena, la distribución geográfica de las principales minas de México, cuya localización, sin duda alguna, tuvo un papel determinante en la conformación socio-política y económica del país, que conllevó también la evolución demográfica del mismo.

Una aportación importante de este libro, es que muestra con toda claridad el trasfondo económico de la actividad minera. En este contexto, me permito citar un antiguo refrán que dice: “Para poder tener una mina, primeramente hay que tener otra”. En efecto, la actividad minera requiere dinero (o capital) y a veces mucho. Notoriamente, durante

la segunda mitad del siglo XIX y durante buena parte del XX, un sitio privilegiado para la inversión de capital fue la minería. Para finales del siglo XX y principios del siglo XXI, las cosas han sufrido y siguen sufriendo una transformación drástica, causada por los avances tecnológicos y en no menor medida por la redistribución del capital y sus propios juegos inherentes, que dejaron a la minería no precisamente a la deriva, pero sí en una situación desventajosa en comparación con su pasado.

Los avances tecnológicos, a partir de mediados del siglo XX, permitieron explotar gigantescos yacimientos antes considerados por su baja ley como incosteables, y éstos, a su vez, propiciaron el cierre de muchas pequeñas minas por ser incompetitivas. Estos avances también permitieron crear sustancias sintéticas que cada día desplazan más a los productos mineros tradicionales, calificándolos como dañinos para la salud, posturas que, desde luego, han apoyado los ambientalistas con argumentos muy sólidos y a veces no tan sólidos. En buena parte, a estos factores se debe que hoy en día prácticamente la mitad de los metales que se utiliza en las distintas industrias sea reciclada y no provenga directamente de las minas. Obviamente, esta situación ha tenido una repercusión negativa importante en minería.

Esta obra muestra de manera real la situación en que se encuentra actualmente la minería mexicana, por lo que sus autoras merecen mi amplio reconocimiento. Al terminar con la lectura de este libro, quedé realmente impactado por el aspecto que se refiere a la lentitud con que las empresas mineras enfrentan las situaciones cambiantes, e incluso que no hayan tomado anticipadamente medidas para evitar o aminorar los efectos adversos a los que tienen que enfrentarse en la actualidad. La investigación científico-tecnológica deberá formar parte de la cartera de los quehaceres de las empresas mineras, enfocada para encontrar nuevos procesos metalúrgicos acordes con los requerimientos ambientales del siglo XXI, pero también para el desarrollo de nuevas aleaciones y su empleo eficiente en el amplio espectro del mercado.

Zoltán de Cserna

Investigador Emérito, Instituto de Geología,
Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCIÓN

La minería es por su propia naturaleza una actividad aleatoria: depende del carácter no renovable de los recursos naturales que son su fundamento y, al mismo tiempo, se subordina a una serie de factores como las oscilaciones de la demanda internacional, las fluctuaciones de los precios internacionales, las modificaciones tecnológicas de la producción industrial, la aparición de nuevos materiales sintéticos que compiten con los minerales, etc. Por otra parte, responde a un mercado industrial la mayor parte de las veces ajeno a la realidad nacional.

A pesar de ese carácter dependiente, la minería ha constituido un factor de gran importancia en el devenir de la historia económica de México tanto como en la apropiación del territorio: apertura de nuevas tierras al dominio del hombre y fundación de los principales centros urbanos del país durante la colonia; creación del tejido ferroviario durante el porfiriato. En suma, la minería ha desempeñado un papel fundamental en el surgimiento y organización de los espacios económicos.

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, la minería perdió el carácter de columna vertebral de la economía nacional que desempeñó durante cuatro siglos y las nuevas políticas económicas del país favorecieron el crecimiento de la agricultura comercial y de la industria, primero, y del turismo años después. Las últimas décadas se han caracterizado por el declive de las actividades extractivas, la cada vez menor participación de la pequeña y mediana minerías en

la actividad, la pérdida del papel preponderante en la balanza comercial y, desde luego, la casi nula participación en el producto interno bruto.

Actualmente, la minería se ha convertido en un trabajo de alta especialización, sumamente mecanizado y computarizado, por lo que sólo pueden competir en la explotación las grandes empresas con capacidad para realizar enormes inversiones en exploración y en explotación. Ha dejado de ser una actividad meramente extractiva, para convertirse en una industria integrada verticalmente y se habla indistintamente de los minerales extraídos como de los productos beneficiados a partir de ellos: es decir que la minería y la industria minero-metalúrgica conforman un todo coherente.

A la concentración financiera que sufre la minería, acelerada después de la salida del capital estatal gracias a la aplicación de las políticas neoliberales, corresponde una concentración geográfica. Desde el punto de vista minero, la región más importante del país es la del norte: Sonora, Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Durango y San Luis Potosí, en donde se concentra la producción de oro, plata, carbón, zinc, plomo y cobre, así como de minerales no metálicos de importancia como la barita y la celestita.

Por otra parte, las actividades extractivas hacen uso del suelo y del subsuelo en forma temporal pero intensa, provocando importantes alteraciones al medio ambiente tanto bajo la forma de modificación del relieve en el caso de las obras en los tajos a cielo abierto, como de contaminación directa de aguas, suelos y aire, en el caso de las plantas de beneficio y fundiciones. Una vez terminados los trabajos, las áreas mineras quedan abandonadas y muy rara vez se realizan trabajos de rehabilitación de los terrenos minados o de limpieza de tierras contaminadas.

Este pequeño libro intenta presentar la situación de la minería mexicana a fines del siglo xx partiendo de un esbozo de las situaciones históricas que permitieron su estado actual. El análisis de la estructura empresarial y de la producción va de la mano con el estudio de la inversión extranjera en la actividad, hecho que la califica fundamentalmente en el momento actual de inserción de la economía

nacional en el proceso de globalización. Cabe hacer la aclaración de que en el libro se analizan particularmente los minerales más importantes que se producen en el país desde el punto de vista económico. No se incluyen materiales tan importantes como las calizas, las lutitas y otros semejantes, materias primas de la industria cementera, por considerar que corresponden a otro esquema geográfico y económico y porque en este trabajo no se trataron los minerales relacionados con la industria de la construcción.

Para terminar, se analizan los principales factores que inciden en la problemática ambiental, tanto en la etapa de minado como en las posteriores de beneficio y fundición. Se plantea la distribución geográfica de las más importantes plantas por tipo de actividad para ubicar las principales fuentes contaminantes.

Este trabajo fue posible gracias al apoyo financiero de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM, a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, PAPIIT, número IN309398.

Agradecemos la colaboración de la Lic. Lourdes Godínez Calderón en la elaboración de la mayoría de los mapas del libro, así como del Laboratorio de Fotomecánica del Instituto de Geografía. En diversas fases de la investigación y en las labores de campo colaboraron Rafael Aragón, Celia Palacios, Flor Araceli Ruíz y Luz Angélica Villegas. José María Casado y Armando García de León del Instituto de Geografía construyeron la mayoría de las bases de datos. En la recopilación bibliográfica, hemerográfica y estadística del capítulo III, colaboraron Roberto Guerra, técnico académico del Instituto de Investigaciones Económicas (IIEC-UNAM), y los becarios Daniela Díaz, Rafael Aragón y Octavio Covarrubias. Asimismo, damos las gracias a los dictaminadores anónimos que revisaron el manuscrito por sus observaciones.

I. NATURALEZA Y MINERÍA

La corteza terrestre está formada por minerales de todo tipo, pero solamente en ciertas partes estos elementos se concentran y permiten, por su volumen, que se realicen explotaciones de valor económico: “Las reservas o recursos que consideramos explotables ... son las que se encuentran en los cuerpos geológicos denominados yacimientos o depósitos minerales” (Herrera, 1974:17). Para que se defina un yacimiento es necesario que puedan extraerse uno o más minerales de dicho depósito de forma económica.

Por otra parte, “... la riqueza minera de México, desde el punto de vista geográfico, guarda ligas muy estrechas con la geología propia de sus provincias metalogenéticas...” (González Reyna, 1947:22). Por ello, el propio González Reyna realizó numerosos trabajos acerca del tema y analizó la distribución geográfica y geológica de los criaderos minerales de México al tratar cada uno de los 47 minerales que se producían en su momento en el país.

Los yacimientos, depósitos o criaderos minerales corresponden a dos situaciones fundamentales: los que se han formado al mismo tiempo que la roca que los contiene, o sea la roca encajonante, denominados yacimientos singenéticos, y aquellos que se formaron después de que se originó la roca encajonante, es decir que son el resultado del relleno de fisuras o fracturas. Estos últimos son los depósitos epigenéticos. En su formación intervienen la geología y la tectónica de cada lugar, ya sea que se vayan formando las rocas ígneas y las sedimentarias y luego se transformen mediante procesos de

metamorfismo local o regional. Los yacimientos pueden derivarse de procesos de fusión de los minerales que conforman las rocas por las altas temperaturas, o bien de disolución de los mismos por la acción química del agua que se encuentra en el interior de la corteza, y posteriormente se van depositando mediante procesos de diferenciación dando lugar a la concentración de minerales en el criadero. En general, estos procesos suceden a profundidad y pueden llegar a aparecer en la superficie afloramientos de todo el yacimiento o algunas partes de él gracias a los procesos de erosión diferencial. De ahí que los trabajos mineros se realicen, generalmente, mediante socavones, túneles y tiros construidos en el subsuelo, aunque también pueden darse explotaciones mineras sobre la superficie de la tierra denominadas a cielo abierto.

Según de Cserna (1990:43) son tres los elementos geotectónicos que definen la ubicación de los depósitos minerales de México: el basamento o columna vertebral del Precámbrico, el cinturón orogénico Huasteco y el denominado cinturón orogénico cordillerano (Figura 1).

Respecto al primer elemento, existen pocas evidencias de afloramientos de rocas precámbricas en México; por ello, no es posible evaluar el potencial minero del basamento. No obstante, se puede señalar la presencia de pórfidos de cobre y molibdeno en Sonora y de vetas de cuarzo con valores de oro en Oaxaca (*Ibid.*:46).

Del mismo modo, los depósitos minerales debidos a la conformación del cinturón orogénico Huasteco, del Apalachiano-Caledoniano, son también escasos. Hay depósitos de plomo y plata al noreste de Chihuahua y noroeste de Coahuila. En el noreste de Puebla hay piritas de cobre; en Oaxaca hay amplios depósitos de asbestos y pequeños yacimientos de cobre en Chiapas (*Ibid.*:47).

El mayor número de criaderos minerales corresponde al cinturón orogénico cordillerano: barita y galena en Guerrero y Oaxaca; depósitos de oro, plata y arsénico en Baja California; yacimientos de cobre en el noreste de Sonora, depósitos de cobre y cobre-oro en Baja California; depósitos de hierro en la Sierra Madre del Sur. La actividad volcánica del Terciario se extendió, probablemente, por cientos

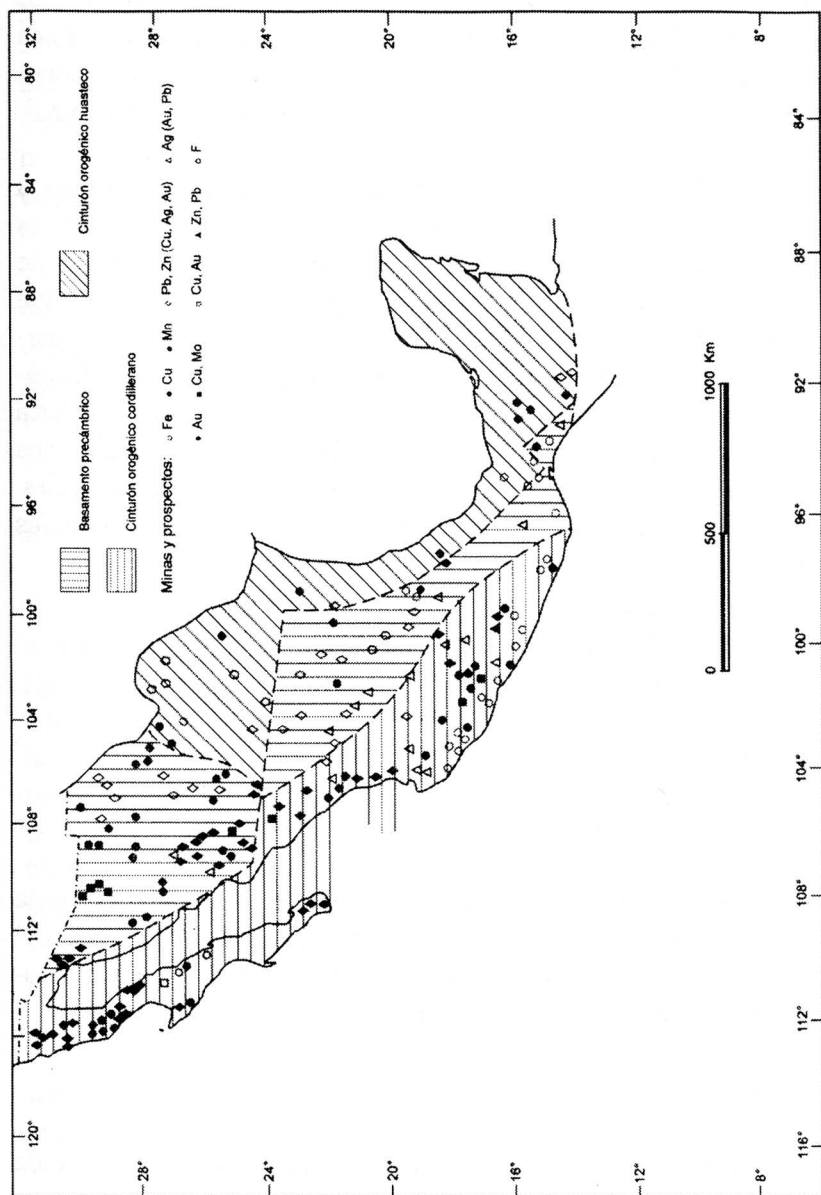


Figura 1. Elementos geotécnicos y yacimientos minerales (basado en De Cserna, 1990).

de conductos, los cuales hicieron subir a los metales desde las partes internas; en la Sierra Madre Occidental se encuentran depósitos de minerales preciosos de este origen. Asimismo, esta actividad ígnea es la responsable de los depósitos de plata de alta ley que se encuentran en Zacatecas, Guanajuato e Hidalgo, y de los mayores yacimientos de fluorita del país (*Ibid.*:48-49).

Salas (1976:16) afirma que existe una gran relación cronológica y genética entre la historia geológico-tectónica de un territorio, es decir, entre las distorsiones que ha sufrido durante los periodos de orogenias, y el emplazamiento de masas magmáticas que originan procesos metalogenéticos y, por ende, yacimientos minerales. A partir de esta idea elaboró la primera carta metalogenética de la República Mexicana; dividió al país en seis provincias metalogenéticas a las cuales define como provincias petrográficas con rasgos geológicos y tectónicos afines, y en las cuales se ubican depósitos minerales. Estas provincias, que en parte corresponden a las grandes provincias fisiográficas, son las siguientes:

1. Provincia de la Baja California.
2. Provincia de la Sierra Madre Occidental.
3. Provincia de la Sierra Madre Oriental.
4. Provincia de la Sierra Madre del Sur.
5. Provincia del Eje Neovolcánico Mexicano.
6. Provincia de la Mesa Central.

Puesto que se trata de provincias metalogenéticas, Salas excluye la península de Yucatán, las llanuras costeras tanto del Golfo como del Pacífico y las cuencas sedimentarias de Coahuila y Nuevo León, regiones en donde se hallan minerales no metálicos, en particular carbón.

Provincia de Baja California

Se caracteriza por estar cruzada, a todo lo largo, por un conjunto de serranías en donde predominan los procesos de formación de rocas ígneas intrusivas y volcánicas y el metamorfismo asociado a ellas.

En la parte norte de la península predominan las intrusiones graníticas y granodioríticas asociadas a rocas metamórficas que constituyen los cuerpos de las Sierras de Juárez, San Pedro Mártir, San Luis y San Borja, interrumpidas en ocasiones por derrames volcánicos del Cenozoico Superior. En contraste, en la mitad sur de la península predominan las rocas extrusivas de tipo andesítico y sólo en el área comprendida entre La Paz y Cabo San Lucas existe un gran batolito asociado a rocas metamórficas.

Por su evolución geológica, en la península existen yacimientos de oro, oro-cobre, oro-plata, cobre, hierro y manganeso, además de depósitos de minerales no metálicos como la sal, el yeso y la roca fosfórica. Entre las minas más importantes destacan El Boleo en Santa Rosalía, El Triunfo y San Antonio, así como las salinas de Guerrero Negro y las yeseras de San Marcos (*Ibid.*:30).

Provincia de la Sierra Madre Occidental

Se extiende siguiendo un eje que corre de noroeste a sureste y está constituida por un paquete volcánico de andesita, riolita, tobas e ignimbritas que descansan sobre un basamento de rocas metamórficas del Paleozoico y Mesozoico y de rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico. La Sierra Madre Occidental se compone de una serie de serranías cortadas por valles alargados que siguen direcciones este-oeste o noroeste-sureste, relacionados con la estructura tectónica regional. El sistema de fracturas que originó los derrames volcánicos que conforman la provincia, tiene relación con la tectónica continental, sigue rasgos lineales longitudinales y tiene gran influencia en la formación de los depósitos minerales.

Desde el punto de vista de su riqueza mineral, la Sierra Madre Occidental es una provincia con un enorme número de depósitos minerales, algunos de ellos muy importantes, ubicados en los flancos oriental y occidental de la cordillera. Predominan los depósitos cupríferos, auroargentíferos, aurocupríferos y polimetálicos, así como depósitos auríferos de placer, entre los que destacan los que dieron lugar a las minas de Cananea y Nacozari en Sonora; las de Tayoltita,

Bacís y Guanaceví en Durango; Batopilas y Urique en Chihuahua; Copala en Sinaloa.

Provincia de la Sierra Madre Oriental

La Sierra Madre Oriental constituye la prolongación de las Montañas Rocallosas de Norteamérica. Sigue una dirección general noroeste-sureste que se modifica a este-oeste en el tramo comprendido entre Torreón y Monterrey. Se prolonga hasta los estados de Tabasco y Chiapas y está interrumpida en su recorrido por el Cinturón Volcánico Mexicano y por el Istmo de Tehuantepec. Está constituida por rocas sedimentarias mesozoicas plegadas.

La mineralización de esta provincia es distinta de las anteriores, ya que predominan los depósitos de metales no ferrosos como plata, plomo, zinc y cobre, así como los depósitos ferríferos y magnesíferos, además de otros minerales no metálicos como barita y celestita. Son importantes los depósitos de fluorita de San Luis Potosí y Guanajuato (Salas, 1988). En esta provincia se hallan los grandes depósitos de carbón de los distritos de Sabinas y de Río Escondido; las grandes minas de Chihuahua: Naica, Parral, Santa Bárbara, Santa Eulalia, San Francisco del Oro, La Perla; las de Coahuila: Hércules y las ya mencionadas de Sabinas y Múzquiz, y las de Nuevo León.

Provincia de la Sierra Madre del Sur

Se extiende desde el estado de Colima, al sur del Cinturón Volcánico, hasta Chiapas y solamente se interrumpe en el Istmo de Tehuantepec. Presenta rasgos morfológicos multiestructurales y, en general, corre paralela a la costa. Se trata de un área de gran distorsión tectónica y orogénica en la que predominan los derrames volcánicos semejantes a los de la Sierra Madre Occidental, que se ven interrumpidos casi totalmente en el estado de Chiapas. Otro rasgo sobresaliente es el afloramiento de rocas metamórficas del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico en grandes extensiones de Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Las mineralizaciones más importantes son las de hierro como en Peña Colorada, Colima, y Las Truchas, Michoacán; las de cobre en la Depresión del Balsas, como en Inguarán; oro, oro-cobre, oro-plata, plomo-plata en el Estado de México y Guerrero: Zacualpan, Sultepec, Taxco; antracita y grafito en Oaxaca. En la provincia existen otros yacimientos interesantes como los de hierro de Guerrero y Oaxaca y otros polimetálicos en Oaxaca, pero su disposición hace incosteable su explotación, al menos por el momento (Salas, 1988:424).

Provincia del Eje Neovolcánico Mexicano

Según Salas (1976:138), esta provincia no constituye propiamente una provincia metalogenética, pero existe una relación genética entre el volcanismo que se ha desarrollado a lo largo de esa franja y la metalogénesis que se observa particularmente en sus límites con otras unidades litológicas.

En el Eje Neovolcánico Mexicano, más correctamente denominado Cinturón Volcánico Mexicano, predominan las andesitas en la parte occidental y las andesitas-riolitas en la porción oriental. En el extremo occidental se encuentra un importante macizo metamórfico paleozoico. Los distritos mineros de esta provincia se ubican precisamente en el contacto entre los derrames volcánicos y las rocas metamórficas plegadas de las sierras Madre.

Las mineralizaciones más importantes corresponden a depósitos auroargentíferos y plumboargentíferos como los del noreste de Michoacán y noroeste de México: Angangueo, El Oro y Tlalpujahua; Hidalgo: Pachuca y Real del Monte; así como los depósitos aurocupríferos del centro de Veracruz, en Tatatila; y de Puebla: Tetela y Teziutlán. Son de particular importancia los yacimientos de manganeso de Autlán, Jalisco, y Molango, Hidalgo.

Provincia de la Mesa Central

Según Salas (1976:164) esta provincia tampoco se ajusta exactamente a la definición de provincia metalogenética. No obstante, se

diferencia de las anteriores por la incidencia de depósitos minerales de origen epitermal. Está limitada por el Cinturón Volcánico y por las Sierras Madre Oriental y Occidental. En ella predominan rocas volcánicas del Cenozoico Medio y Tardío de composición basáltica y riolítica, en ocasiones intrusionadas con granodioritas.

En esta provincia abundan los criaderos auroargentíferos, plumboargentíferos y polimetálicos, como en los distritos de Guanajuato; Hidalgo, en Zimapán; Zacatecas: Fresnillo, Sombrerete y Real de Ángeles; y Cuencamé, en Durango. Lo que da individualidad a esta provincia es la presencia de los principales depósitos de estaño y mercurio del país en Querétaro y San Luis Potosí.

En conclusión, se puede afirmar que, a excepción de la península de Yucatán y de la mayor parte de las llanuras costeras en donde se encuentran minerales no metálicos, en el resto del país abundan los depósitos de minerales metálicos asociados generalmente a la actividad magmática y metamórfica.

La mayor parte del oro que produce México proviene de depósitos auroargentíferos de las sierras de Baja California, Madre Occidental o Madre del Sur (González Reyna, 1946:54). Según este mismo autor, la cantidad de oro de placer que se produce en el país es reducida, tanto por encontrarse los depósitos en lugares poco accesibles, como por no contabilizarse oficialmente la extracción. Hoy día, los criaderos auríferos del estado de Sonora reciben especial atención por parte de compañías canadienses y están siendo explotados a cielo abierto.

Casi todos los estados del país cuentan con depósitos argentíferos, de ahí la riqueza producida por México a lo largo de cinco siglos. De la plata obtenida en Batopilas, por ejemplo, se dijo "... al ser descubierta por los españoles ... que era tan pura en su estado natural que para ponerla en circulación como moneda, únicamente faltaba cortarla en tejos y estamparle la efigie del rey" (González Reyna, 1946:61).

Otros yacimientos importantes en el país son los uraníferos, los que se encuentran en rocas ígneas intrusivas ácidas como las riolitas, o en intrusiones de rocas félsicas en contacto con rocas sedimentarias

como las calizas. Uno de los estados en donde se han ubicado este tipo de criaderos es Chihuahua, en la Sierra Blanca a unos 60 km al norte de la propia ciudad capital, así como en Sonora. En el estado de Oaxaca se han encontrado minerales de uranio, así como en Baja California Sur asociados con los depósitos de roca fosfórica en San Juan de la Costa (Salas, 1988:219-222).

La sola presencia de los yacimientos minerales mencionados más arriba no necesariamente es reflejo de la ubicación de la actividad económica de la minería. Para que un depósito sea sometido al laboreo es necesario que cumpla con una serie de requisitos tanto geológicos, como técnicos, económicos y geográficos. En primer lugar, el yacimiento debe contar con las suficientes reservas de minerales de ley alta que hagan valer la explotación durante un tiempo lo bastante largo para que permita amortizar las fuertes inversiones necesarias que requiere la actividad minera. Otro elemento a considerar es la naturaleza del yacimiento, ya que muchas veces las vetas o bolsas del mineral son demasiado pequeñas o el depósito está tan fallado que no resulta económicamente viable su explotación. Asimismo, las facilidades de acceso pueden influir en la apertura de un yacimiento. No obstante, las líneas anteriores dan una idea clara de la magnitud de la riqueza mineralógica de México, y a la vez indican, *grosso modo*, las principales áreas geográficas en donde tiene lugar la actividad extractiva.

Desde el punto de vista técnico, la explotación minera actual se ha convertido en un trabajo de alta especialización, sumamente mecanizado y computarizado, por lo que sólo pueden competir en la explotación las empresas con capacidad para realizar grandes inversiones. Por ello, la minería actual en México está controlada, como se verá más adelante, por unas cuantas grandes compañías.

Desde el punto de vista económico, la minería depende de una serie de factores totalmente ajenos a la naturaleza de los recursos no renovables, como son la demanda del mercado y los precios internacionales del producto. La demanda sufre cambios constantes por las modificaciones tecnológicas de la producción industrial, la incorporación de procesos de reciclaje de metales y por la aparición de nue-

vos materiales sintéticos que compiten con los minerales. Los precios internacionales, fijados generalmente por los países compradores que no por los productores, van a oscilar según sea la producción en diferentes partes del mundo o según sean las condiciones geopolíticas del concierto internacional.

II. EVOLUCIÓN HISTÓRICA: DEL MÉXICO PREHISPÁNICO AL AÑO 2000

La riqueza de los yacimientos minerales de México es uno de los aspectos que más han influido en la historia económica del país, puesto que lo han colocado en un primer plano en el contexto mundial. Desde su inicio, las actividades extractivas mexicanas han estado supeditadas a los intereses y al patrón de desarrollo de otras naciones: en pleno auge del mercantilismo europeo, el oro y la plata mexicanas fueron decisivos para la Corona española; tres siglos más tarde, el gran desarrollo industrial de la Europa atlántica y de los Estados Unidos requería de otro tipo de minerales que también se encontraban en México y cuya explotación siguió a lo largo del siglo XX.

La minería en el México prehispánico

La minería prehispánica era una actividad realizada a pequeña escala y tenía como fin principal la elaboración de objetos suntuarios dedicados al culto religioso. Los antiguos mexicanos explotaban diversos minerales que encontraban en estado nativo como el oro, la plata, el cobre, el estaño y el mercurio —este último en forma de cinabrio. El oro lo obtenían en los placeres de los ríos en forma de pepitas o en las vetas de algunas minas como en los actuales estados de Guerrero y Oaxaca: Tlapa, Tototepec, Etla, Teotitlán, etc. La plata procedía de minas como las de Taxco y Zumpango, en Guerrero; la región zapoteca, otras partes de Guerrero y Michoacán proporcionaban el cobre; el

mercurio provenía de Chilapa, Guerrero, y el plomo de la región de Ixmiquilpan, Hidalgo (Bargalló, 1955; Figura 2).

La plata y el oro eran fundidos en pequeños hornos; utilizaban crisoles de arcilla y la aplicación del método de la cera perdida era una práctica común. Mediante martillado producían láminas de oro, plata y cobre que luego eran repujadas o labradas. Además, hacían aleaciones de dos o más metales: oro-cobre, plata-cobre, plomo-cobre, que utilizaban sobre todo para fabricar cascabeles (Hosler, 1997).

Un mineral de primordial importancia en esa época era la sal, tanto porque era básica en la dieta alimenticia, como porque se utilizaba en el comercio. Se obtenía de las marismas de las regiones costeras y en las salinas de lagos y ríos del interior. Los principales centros salineros estaban alrededor de la gran Tenochtitlan como Texcoco, Iztapalapa, Iztapaluca, Xaltocan, etc. Otros centros salineros se localizaban en la región tarasca, en lo que hoy es Jalisco y en la zona zapoteca. Las marismas costeras se explotaban a lo largo de todo el litoral del Pacífico y del Golfo incluyendo el norte de la península de Yucatán. Si bien la explotación de la sal no fue intensa, sí se encontraba ampliamente distribuida desde el punto de vista geográfico (Mendizábal, 1946; Figura 3).

Un elemento importante de la minería prehispánica fue la explotación de piedras semipreciosas, los *chalchihuitl*, como jades, jaspes, ágatas y turquesas, de amplio mercado y que significaban un comercio muy intenso incluso con los pueblos de la Aridoamérica, como los indios Pueblo, a través de tierras zacatecanas y del vasto norte (Weigand, 1997), así como otras rocas como la obsidiana con la que fabricaban morteros, percutores y puntas de flechas (Langenscheidt, 1988).

La minería durante la colonia

El desarrollo del mercantilismo europeo y su consecuente política expansionista de colonización modificaron radicalmente la economía de las tierras conquistadas. La Nueva España no escapó a ese patrón y muy poco tiempo después de finalizada la conquista se ci-

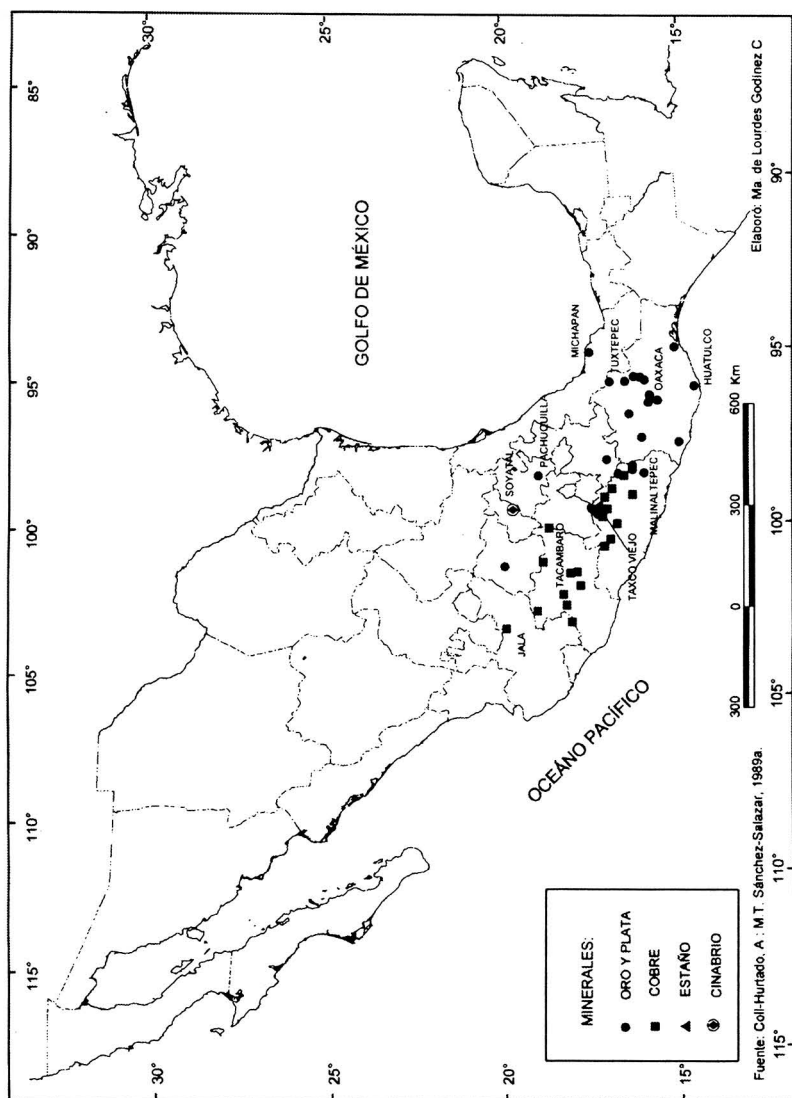
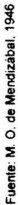


Figura 2. Principales minas en el México prehispánico.



Elaboró: Ma. de Lourdes Godínez C.

mentaron las bases de las tres actividades productivas fundamentales: la agricultura, la ganadería y la minería. Ésta se convertiría enseguida en actividad primordial para la corona española.

La actividad minera de esa época se basó en la explotación del oro y la plata, y la búsqueda de estos dos minerales dio lugar a profundas modificaciones del paisaje: se abrieron caminos por tierras inexploradas, como las del norte, se desarrollaron los campos agrícolas con nuevos cultivos, como el trigo, y se crearon las estancias ganaderas con animales hasta entonces desconocidos en México. Así surgió El Bajío, la región agrícola más importante de la colonia, debida en parte al auge minero de Guanajuato. Los centros mineros nuevos implicaron una urbanización del país al ir concentrando a los indígenas en esos nuevos poblados. El entorno geográfico también sufrió serias consecuencias, sobre todo al llevarse a cabo una intensa deforestación, ya que se necesitaba la madera tanto para las obras mineras en sí, como para ser utilizada como combustible en el proceso de beneficio de los minerales. La sierra de Zacatecas, cuyas minas fueron descubiertas en 1546, quedó totalmente deforestada a los pocos años de haberse iniciado los trabajos en sus minas (Bargalló, 1955).

Veinticinco años después de terminada la conquista, ya se habían abierto minas en Taxco, Zumpango, Temascaltepec, Tlalpujahua, Pachuca y Guanajuato. En 1552 se abrieron a la explotación varios yacimientos de Pachuca e Ixmiquilpan y se fundaron Real del Monte y Real de Atotonilco. Pocos años después se establecieron otros centros mineros: San Martín, Chalchihuites, Sombrerete, Fresnillo, Charcas y Salinas de Santa María (*Ibid.*).

Las expediciones mineras hacia el norte se hicieron más frecuentes: se exploraron lo que hoy son los estados de Durango, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, así como la región sonorense. Al finalizar el siglo XVI, los nuevos centros mineros se extendían hasta Mapimí por el norte y hasta el Istmo de Tehuantepec por el sur. La costa del Pacífico, la altiplanicie y las regiones del sur del Cinturón Volcánico Mexicano estaban ya en explotación (Figura 4).

La minería colonial se llevó a cabo mediante una cruenta explotación de la mano de obra indígena que vivía prácticamente esclavi-

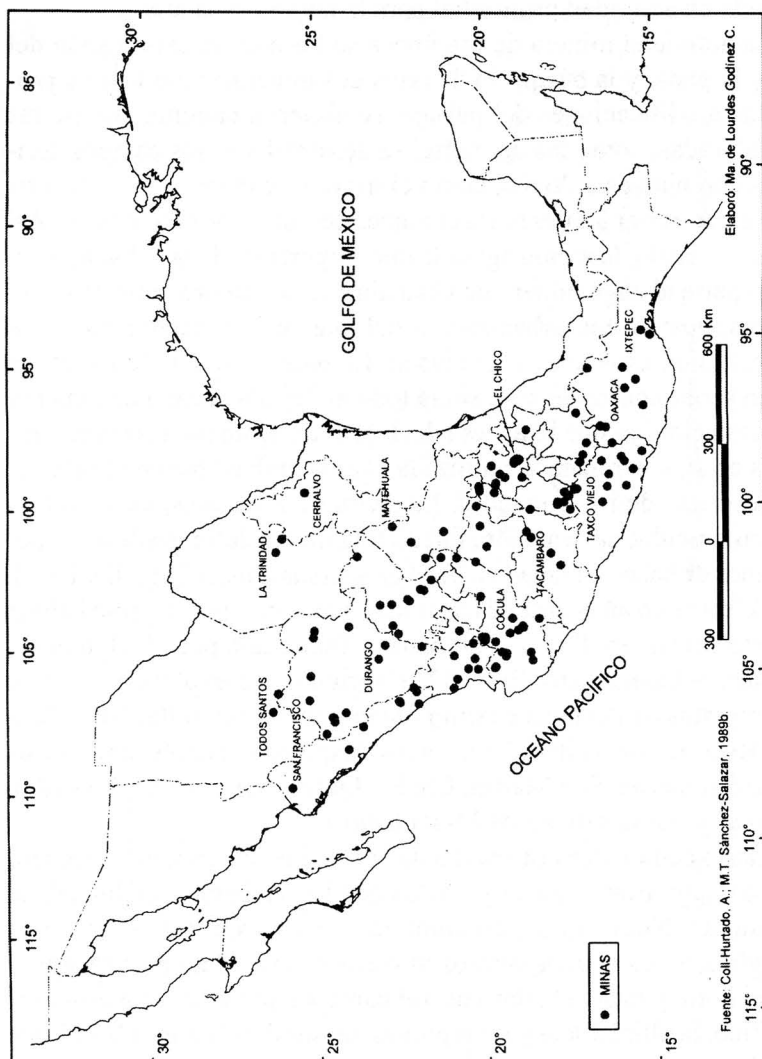


Figura 4. Las minas del siglo xvi.

zada. En esa época se llegó a decir que “sin indios, no puede haber plata en la Nueva España”. En general, todos los trabajos de la mina, desde la socavación hasta el desagüe y la extracción del mineral, se hacían gracias al empleo de la fuerza humana, aun cuando en algunos casos se utilizaban asimismo animales de tiro (Metz, 1997).

Los dueños o concesionarios de las minas obtenían grandes beneficios en cuanto tocaban una bonanza, a pesar de tener que pagar el quinto real, impuesto equivalente al 20% de las ganancias, y de depender de los monopolios estatales del mercurio, la pólvora, el azufre y la sal necesarios para el proceso de beneficio de los minerales. Esas ganancias rara vez fueron reinvertidas en la actividad que las había creado y, hacia el siglo XVIII, la minería atravesaba por una serie de crisis entre las que destacaba su descapitalización creciente, la falta de técnicos capacitados y el empirismo de los trabajos.

Durante la segunda mitad del siglo XVI, Zacatecas se convirtió en el punto de partida de todas las expediciones hacia el norte. Hacia el noroeste se descubrieron los yacimientos de Fresnillo, Sombrerete, San Martín, Chalchihuites, Cerro del Mercado, Topia (Bargalló, 1955). Hacia el este se descubrieron los minerales de Charcas, Cerro de San Pedro, que da lugar a la fundación de San Luis Potosí, Pinos; y hacia el noreste se fundó Saltillo y se inició la colonización de la porción oriental del territorio (Bakewell, 1976).

Durante el siglo XVII se descubrieron los minerales de Parral, Urique y Batopilas, y en el siglo XVIII se fundó el real de minas de Santa Eulalia que dio origen a la actual ciudad de Chihuahua. Hacia el oeste se abrieron minas en Sonora y Sinaloa (Bargalló, 1955; Figuras 5 y 6).

En 1777 se creó el Cuerpo de la Minería de la Nueva España, con apoyo real y basado en las reformas borbónicas. Procuraba todo tipo de mejoras en el desarrollo de las actividades extractivas y buscaba la regularización de las relaciones entre los mineros y sus financieros. El resultado de sus actividades fueron las *Ordenanzas Mineras*, promulgadas en 1783, que son el más completo código minero de la época. En 1792 se abrió en la ciudad de México el Real Seminario de Minas, primera escuela técnica del continente, cuya finalidad era la de crear los cuadros técnicos que tanta falta hacían en el país.

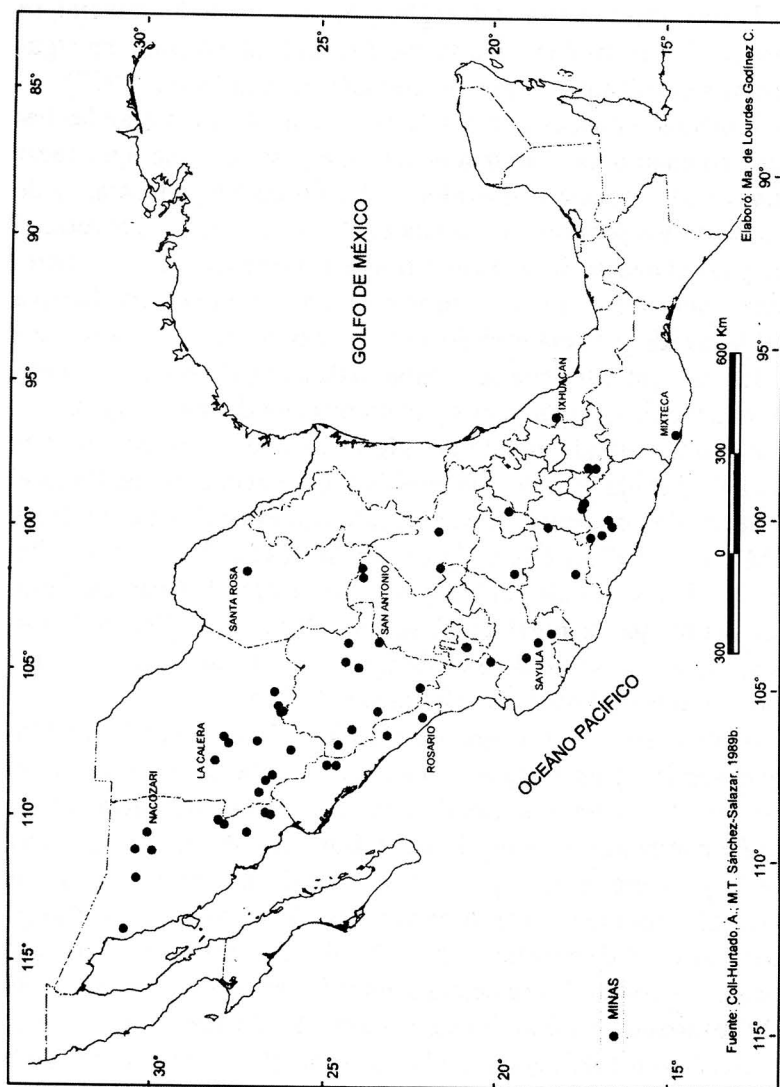


Figura 5. Las minas del siglo xvii.

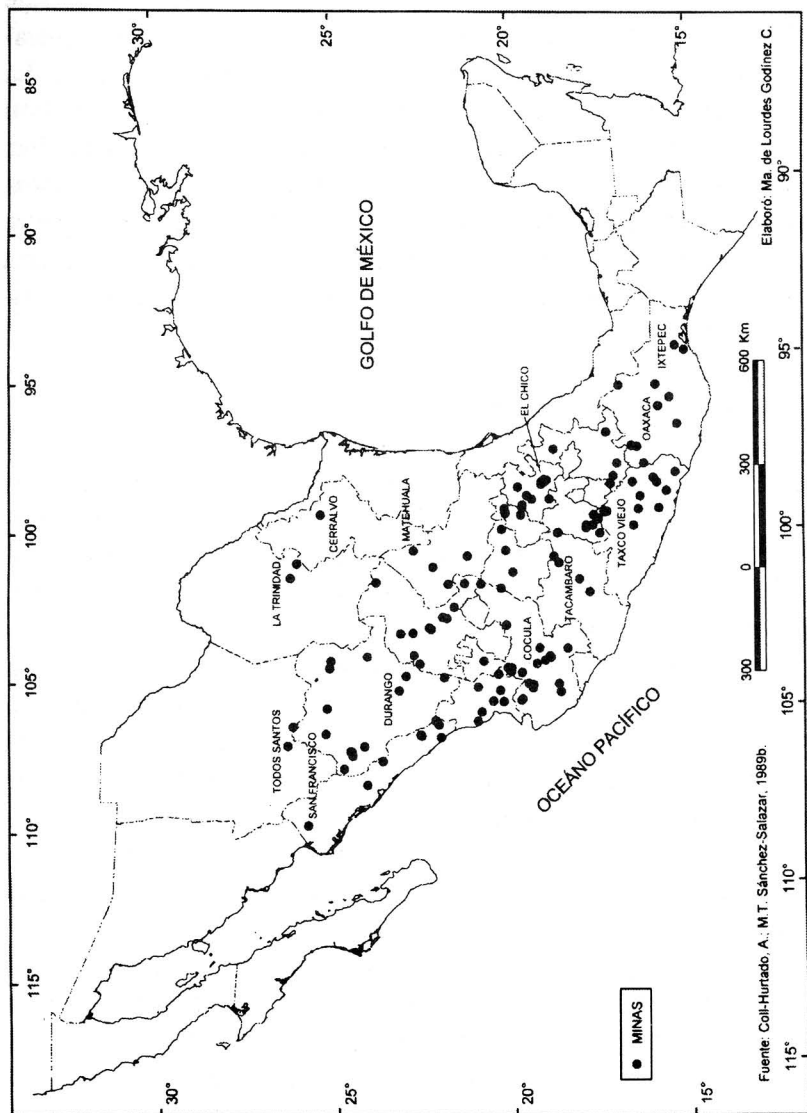


Figura 6. Las minas del siglo XVIII.

Al final de la colonia, la Nueva España había contribuido de manera notable con su oro y su plata a la acumulación de capitales en Europa. En el ámbito interno, la minería había alterado el paisaje y había polarizado a la población en un pequeño grupo de propietarios acaudalados y una gran masa de trabajadores explotados. La colonización de territorios vía la actividad minera generó un patrón de asentamientos muy disperso o puntual en el cual se intercalaban amplios espacios vacíos o semivacíos salpicados por haciendas agrícolas, estancias ganaderas, presidios y misiones, comunicados entre sí por los caminos de arriería. Las ganancias obtenidas en la minería se habían invertido en el comercio y en la compra de tierras; la minería seguía descapitalizada.

La Independencia y la minería

La guerra de independencia causó graves trastornos a la minería. Si bien el abandono temporal de los trabajos dio lugar a que en la mayor parte de las minas hubiera derrumbes y, sobre todo inundaciones, los verdaderos causantes del descuido en la actividad extractiva fueron la fuga de capitales hacia el extranjero y la falta de los insumos básicos para el proceso de patio: mercurio y hierro. La rehabilitación de las minas requería de fuertes inversiones de capital que no existía en el país o que estaba en manos del clero; por otra parte, era necesario ampliar el espectro de los minerales obtenidos, además de la plata, y, para cerrar el círculo vicioso en que se encontraba la minería, se debían importar todas las innovaciones técnicas derivadas de la revolución industrial, agravándose así la fuga de divisas del país.

Los primeros gobiernos independentistas buscaron una salida al estancamiento de la minería mediante la promulgación de leyes de estímulos fiscales y de reducción de impuestos; en 1823 se autorizó la entrada de capitales extranjeros para llevar a cabo obras de rehabilitación y explotación de viejas minas. En 1824 se formó la primera compañía de capital británico cuyas inversiones incidieron en la actividad hasta 1850 aproximadamente. Se siguió explotando la pla-

ta y se abrieron algunas minas de hierro y de cobre en Real del Monte, Bolaños, Tlalpujahua y Real de Catorce (Figura 7).

No obstante, la inestabilidad política debida a las guerras de reforma y a las invasiones extranjeras que sufrió el país, así como los altibajos económicos resultantes, descorazonaron a los inversores y para 1867 la minería llegó a su nivel más bajo de explotación. Tan sólo seguían funcionando las minas de plata de alta ley de mena que surtían a las casas de moneda del país, ya que casi todo el mineral era acuñado. Las minas más importantes eran las de Zacatecas, Guanajuato, Real del Monte y Real de Catorce. Entre 1850 y 1876 Zacatecas produjo el 20% del volumen total nacional, Guanajuato el 18%, Hidalgo, el 16% y San Luis Potosí el 11%. El resto de los minerales fueron producidos por Jalisco, Sonora, Michoacán, Chihuahua y otros estados (Urrutia y Nava, 1994).

La minería porfiriana

La *pax* porfiriana vino a crear el clima adecuado para la inversión capitalista puesto que coincidió con el momento en que las grandes potencias europeas y los Estados Unidos iniciaban su fase de expansión de capitales. La riqueza de los yacimientos mexicanos era un imán y, en muy pocos años, la minería pasó de una franca decadencia a ser una de las actividades más promisorias del país. Los estímulos dados a la inversión extranjera permitieron el desarrollo minero. La minería se consolidó como un monopolio extranjero, principalmente norteamericano, desarrollado a manera de enclave y débilmente conectado al resto de la economía nacional, de modo que su comportamiento se adaptó a las variaciones del mercado internacional. En ese periodo se sentaron las bases de la organización actual de la minería mexicana y se inició el proceso de su concentración financiera.

A principios de la década de 1880, las minas que quedaban en manos mexicanas eran poco importantes y sus métodos de trabajo eran los tradicionales; carecían de capital y, por tanto, de acceso a los nuevos conocimientos del momento. Las minas más grandes fue-

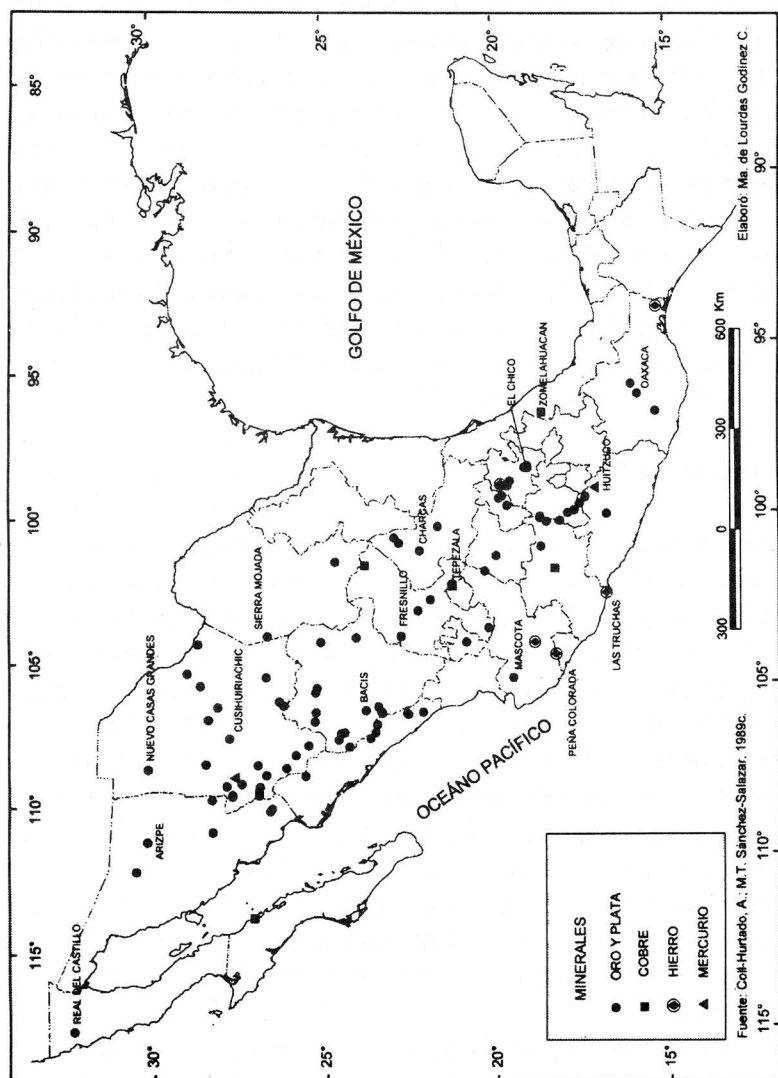


Figura 7. Minería en el período independiente.

ron compradas por extranjeros y se abrieron muchas más gracias a intensos trabajos de exploración, a pesar de la oposición creciente de los grandes terratenientes, quienes se negaban a compartir la propiedad de la tierra con los nuevos inversionistas mineros.

La historia de la minería mexicana de esos años es la de la lucha entre los capitales de distintas naciones, Gran Bretaña, Francia, Alemania, de la que salió victoriosa la gran potencia industrial del siglo XIX: los Estados Unidos. Fue este país el que dictó las normas de desarrollo de las actividades extractivas y, por ende, en toda la economía nacional. Gracias a la minería se creó una amplia red ferroviaria y se introdujo la energía eléctrica en el país. La minería siguió modificando el paisaje con la creación de nuevos centros urbanos y urbano-industriales. Se adaptaron al país toda una serie de innovaciones técnicas y se importó maquinaria moderna. Los trabajos en las minas cambiaron drásticamente y se obtuvieron cada vez mayores volúmenes y mayor diversidad de minerales (Bernstein, 1965).

Lo que se podría llamar el *boom* de la minería en México se inició en la década de 1870 cuando se abrieron las minas de Chihuahua, entre las que sobresalían las de Sierra Mojada y Batopilas, para la obtención de oro y plata y también de plomo, metal que requerían los países industriales. Como la mayoría de los yacimientos se encontraban aislados o en lugares poco accesibles, la necesidad de buenas comunicaciones obligó al establecimiento de líneas férreas que permitieran sacar los minerales y, al mismo tiempo, introducir la pesada maquinaria para el laboreo y la fundición. Los ferrocarriles abarataron así los costos de exportación de los minerales y de importación de manufacturas y equipo (Sariego *et al.*, 1988).

En 1880 un inversionista norteamericano, Shepherd, compró las minas de Batopilas y recibió una concesión del gobierno para explotar todos los minerales que encontrase en un área de 150 km². A partir de esa fecha, otros inversionistas norteamericanos, franceses, alemanes, fueron entrando al juego, tanto a través de la conformación de compañías mineras, como mediante compañías ferroviarias o de exploración (Tabla 1). En 1887, con capital norteamericano y alemán, se fundó la Compañía Minera Peñoles en Mapimí, Duran-

Tabla 1. Inversionistas extranjeros en la minería porfiriana

Año	Inversionista	Compañía	Ubicación
1880	Alexander R. Shepherd	<i>Consolidated Batopilas Silver Mining Co.</i>	Chihuahua
1885	Casa Rothschild (Francia)	<i>Compagnie du Boleo</i>	Baja California
1885	Robert S. Towne	<i>Mexican Ore Co.</i> <i>Mexican Northern Railway</i> <i>Compañía Metalúrgica Mexicana</i> <i>Potosí and Río Verde Railway</i> <i>Mexican Mineral Railway</i> <i>Alvarez Land & Timber Co.</i> <i>Montezuma Lead Co.</i> <i>Sombrerete Mining Co.</i> <i>Fresnillo Co.</i> <i>Teziutlan Copper Co.</i>	Chihuahua Hidalgo Jalisco Nuevo León Oaxaca Puebla San Luis Potosí Zacatecas
1887	Capital americano-alemán	Compañía Minera de Peñoles	Durango, Coahuila, Chihuahua Nuevo León, Sonora
1890	Samuel Lederer	Cía. Minera, Fundidora e Industrial Nuevo León	Nuevo León
1892	Guggenheim	Gran Fundición de Monterrey	Nuevo León
1895		Fundición de Aguascalientes	Aguascalientes
1896		Mina La Esperanza Aguascalientes Metal Co. Fundición de Velardeña Fundición de Ávalos <i>Guggenheim Exploration Co.</i>	Michoacán Aguascalientes Durango Chihuahua
1901		Adquisición de ASARCO	Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila
1909		<i>American Smelters' Securities Co.</i> Minas de Angangueo	Michoacán
1911		Cía. Minera Tiro General	San Luis Potosí

Tabla 1. Inversionistas extranjeros en la minería porfiriana (continuación)

1893	Capital inglés	<i>Mazapil Copper Co.</i> <i>Coahuila & Zacatecas Railroad</i>	Zacatecas, Coahuila, Chihuahua
1896	Exploration Company of London	<i>Grand Central Mining Co., Ltd.</i>	Sonora
1899		<i>El Oro Mining & Railway Co.</i>	Michoacán
1902		<i>Somera Gold Mining Co.</i>	Michoacán
1904		El Tiro México	Michoacán
1897	Phelps Dodge	<i>Moctezuma Copper Co.</i>	Sonora
1898	William C. Greene	<i>Cobre Grande Copper Co.</i>	Sonora
		<i>Cananea Consolidated Copper Co.</i>	Sonora
1898	B. MacDonald	<i>Guanajuato Consolidated Mining & Milling Co.</i>	Guanajuato
1899	James T. Gardiner	<i>Mexican Coal & Coke Co.</i>	Coahuila
1901	Ernesto y Francisco Madero	Compañía Metalúrgica de Torreón	Coahuila
		<i>National Coal Co.</i>	Coahuila
		Cía. Carbonífera de Sabinas	Coahuila
		Cía. Carbonífera Lampazos	Coahuila
1905	William B. Cloete	<i>New Sabinas Company, Ltd.</i>	Coahuila

Fuente: Bernstein, 1965.

go, con una compañía subsidiaria, la *Mexican Metal Co.* En poco tiempo, Peñoles controlaba minas en Sonora, Durango, Chihuahua y Nuevo León, y se preocupaba por obtener una alta eficiencia en sus trabajos mediante la modernización constante de sus minas, hecho que prevalece aun hoy en día. Para 1903, era la principal competidora de la *American Smelting and Refining Co.*, ASARCO, empresa señera de los Guggenheim. Estos inversionistas empezaron su participación en México en 1890 al escoger Monterrey como emplazamiento para un gran horno de fundición, debido a que esa ciudad era el cruce de las líneas férreas que comunicaban las ricas minas de Sierra Mojada con El Paso y con Tampico. En los siguientes diez

años, los Guggenheim crearon una serie de empresas para exploración, explotación y beneficio de minerales y centraron gran parte de sus labores de fundición en la ciudad de Aguascalientes a la que servía a través de sus líneas férreas (Gómez, 1982). Tanto Peñoles como ASARCO son la base de la historia moderna de la minería mexicana.

En 1890, Robert Towne inició su participación en la minería mexicana y, en muy poco tiempo, su participación fue decisiva tanto en el laboreo de las minas, como en fundidoras y líneas férreas. Controlaba los yacimientos de Sierra Mojada, Santa Bárbara, Fresnillo y Sombretete, así como los de Cerro Prieto, Concepción del Oro y Teziutlán (Bernstein, 1965). Otro inversionista norteamericano de importancia fue W. Greene, quien compró las minas de cobre de Cananea, Sonora, en 1899 y se convirtió en el principal productor de cobre del país. Su empresa, la *Cananea Consolidated Copper Co.*, desempeñó un papel importante en nuestra historia económica, ya que es precisamente ahí donde tuvo lugar la primera gran huelga de trabajadores en 1906, misma que fue brutalmente reprimida por medio de los policías rurales y guardias blancas de la propia empresa (*Ibid.*).

Además de estos inversionistas norteamericanos, en la minería mexicana se encontraban otros capitales como los franceses en El Boleo, Baja California, otro de los importantes productores de cobre (Romero Gil, 1991). Los hermanos Madero representaban el capital mexicano y sus minas se ubicaban básicamente en Coahuila y Nuevo León.

Para fines de siglo, la minería estaba controlada por grandes monopolios; ello permitió la introducción de innovaciones tecnológicas como el proceso de cianuración y la energía eléctrica. El cianuro facilitaba el tratamiento de minerales con bajas leyes de mena a mucho menor costo y, por tanto, independizaba la obtención de oro y plata de las grandes fundidoras. Por ello se reabrieron viejas minas argentíferas, al mismo tiempo que cerraban sus puertas las viejas haciendas de beneficio que utilizaban el proceso de patio (Bernstein, 1965).

La electrificación en México se inició en la mina de Batopilas en 1889 y en los años siguientes surgieron las plantas eléctricas en boca

mina, como en Real de Catorce y en Real del Monte. Grandes compañías, generalmente de capital inglés, generaban electricidad suficiente para ser trasladada a grandes distancias. Así, la presa de Necaxa proporcionaba electricidad tanto a la ciudad de México, como a las minas de Real del Monte y a las de Tlalpujahua y El Oro. Otras obras en El Bajío abastecían a la región de Guanajuato y otras más, ubicadas en la presa de la Boquilla, proporcionaban el fluido a las minas de la región de Chihuahua (Coll y Sánchez, 1998). La introducción de la electricidad en las minas modificó las labores que se realizaban, ya que era posible utilizar máquinas y equipo no vistos con anterioridad y, en particular, permitió solucionar uno de los más graves problemas de las minas: el desagüe de los tiros.

La década de 1900 a 1910 fue la del gran auge minero: había minas en el norte, en las Sierras Madre, en el altiplano, en Guerrero y Oaxaca. Se abrieron amplios espacios a la actividad y se tenía una red ferroviaria que unía a esos centros con las principales fundidoras y con el extranjero (Figura 8).

La injerencia del capital extranjero se sentía no sólo en la minería, sino también en otras ramas de la economía. Fueron los movimientos revolucionarios los que alteraron ese orden de cosas.

La minería durante la Revolución

En la década 1910-1921 la marcha ascendente de la minería se alteró, tanto a causa del propio movimiento armado, como debido a la situación internacional y a ciertos aspectos técnicos como la necesidad de innovar los sistemas de beneficio por la presencia creciente de sulfuros en los minerales extraídos. La flotación, nuevo método, implicaba la importación de equipos costosos, gasto que pocas compañías podían realizar.

La intranquilidad laboral, resultado de las condiciones de explotación a que estaban sujetos los trabajadores durante el Porfiriato, ocasionó una oleada de huelgas para obtener mejorías en los salarios y en las condiciones de trabajo. Si bien la de Cananea es la huelga señera de la época, otras huelgas importantes fueron las de las fundi-

ciones de Velardeña, las de Chihuahua, Aguascalientes, Monterrey, Torreón y Mapimí, y las de las minas de Santa Eulalia, Parral, El Oro. Además, una parte de la fuerza de trabajo abandonó las minas para engrosar las filas de la Revolución.

La lucha armada causó graves desperfectos en las vías, ya que la guerra se realizaba a través del ferrocarril, sobre todo en el norte del país. Para 1916, tan sólo el 16% del equipo rodante podía ser utilizado con fines comerciales. Para contrarrestar esta situación, algunas de las grandes empresas invirtieron en la compra de carros y maquinaria o en la reparación de las vías, y otras alquilaban el equipo en los Estados Unidos. Las minas que no tenían esa capacidad financiera se vieron obligadas a cerrar. La clausura de las minas de carbón de Coahuila y la deficiencia en la importación de coque ocasionaron problemas en el ritmo de trabajo en las fundiciones (Bernstein, 1965).

Otros elementos exógenos trastornaron la minería. Al principio de la Revolución, los Estados Unidos presionaron mediante el embargo de las exportaciones de dinamita a México, lo que impedía de tal manera el laboreo minero que éste descendió hasta en un 50%. A partir de 1914, la Primera Guerra Mundial alteró las rutas de intercambio comercial y los mercados. Para México significó la pérdida del mercado alemán y, por tanto, el no poder importar el cianuro de ese país. Pero, al mismo tiempo, se dio una fuerte alza en el precio de los minerales industriales debido a las elevadas demandas, por lo que entre 1917 y 1920 la minería mexicana se recuperó lentamente. Las minas cupríferas de Cananea y Nacozari trabajaron a su máxima capacidad, y las de El Boleo siguieron trabajando normalmente, ya que las labores no se vieron alteradas por su lejanía al teatro de batalla.

Esa década fue testigo de la lucha constante entre los intereses norteamericanos, representados por el Departamento de Estado de los Estados Unidos, y los gobiernos revolucionarios que buscaban legalizar la participación del capital extranjero en el país. Mediante distintas leyes, buscaban que los monopolios mineros se vieran obligados a reducir el tamaño de los fundos al controlar la cantidad de tierra que podían tener en posesión, así como establecer impuestos a la producción. La Constitución de 1917, y sobre todo, los artículos

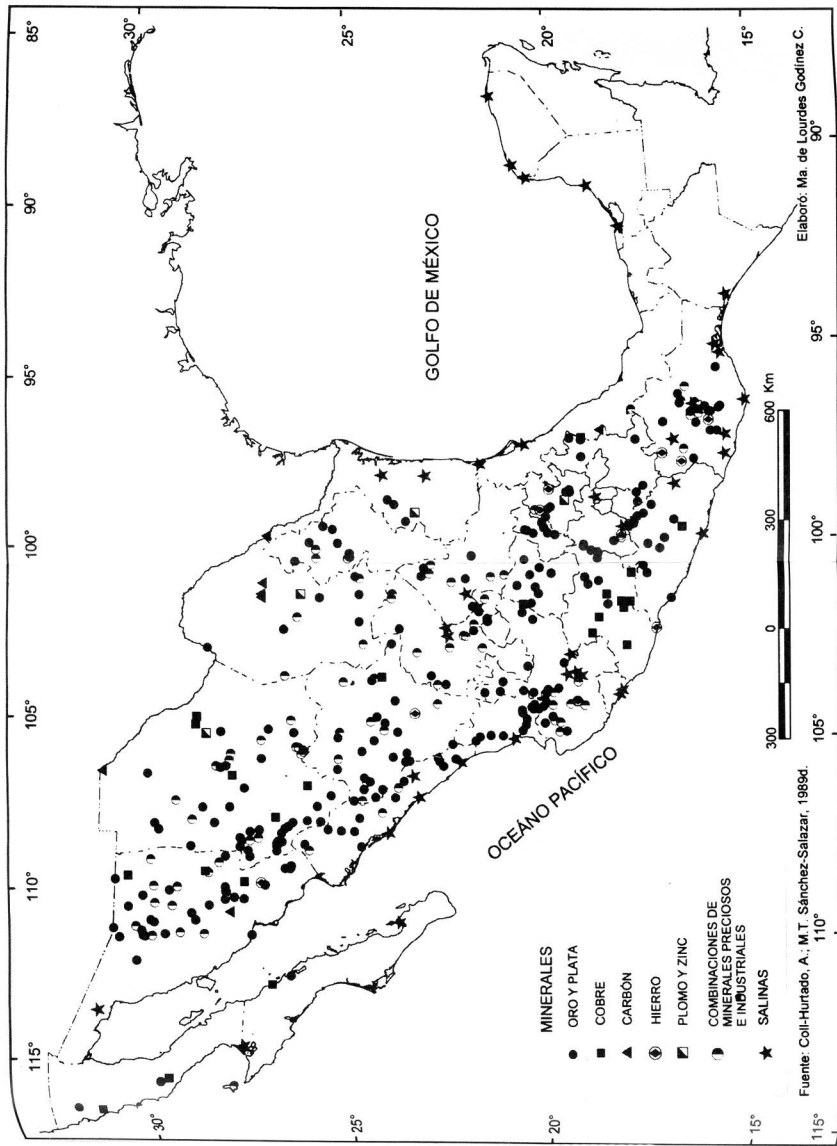


Figura 8. Expansión minera durante el porfirato.

27 y 123, modificaron totalmente la situación legal de la industria minera. Como es lógico suponer, las grandes empresas mineras rechazaron las nuevas regulaciones; el control de la minería siguió en manos de unos cuantos consorcios.

La minería desde el período obregonista hasta el final de la Segunda Guerra Mundial

La década de 1920 fue decisiva para el desarrollo de la minería mexicana. Los gobiernos de Obregón y Calles acentuaron el carácter nacionalista de la política oficial y reforzaron el artículo 27 constitucional. Entre 1925 y 1930, la Secretaría del Trabajo obligó a las compañías mineras a realizar campañas de seguridad en el laboreo minero, logrando que se redujeran drásticamente los accidentes en las minas. Del mismo modo, se consiguió un incremento en la ocupación de técnicos y profesionistas mexicanos (Sariego *et al.*, 1988).

Estas políticas atemorizaron al capital extranjero y no fomentaron nuevas inversiones. De hecho, sólo se seguían trabajando las viejas minas o los jales de antiguos yacimientos cuya producción era muy alta debido a la utilización del método de cianuración y al nuevo proceso de flotación selectiva. La concentración empresarial seguía activa y el control de numerosas minas y plantas de beneficio estaba en manos de la *American Smelting and Refining Company*, de la compañía Peñoles y de dos o tres compañías más, únicas empresas que podían enfrentar las nuevas disposiciones legales y que fueron absorbiendo a los pequeños mineros (Bernstein, 1965).

Con la llegada al poder de Lázaro Cárdenas se inició otra fase de la evolución minera. La política nacionalista que lo llevó a la expropiación petrolera y al reparto agrario se reflejó también en la minería: nuevas condiciones impositivas para las grandes empresas, estímulo a la pequeña minería, formación de cooperativas mineras. Pero, los incrementos de salarios, obtenidos en parte gracias a numerosas huelgas, y la inestabilidad del mercado internacional, dieron lugar a un incremento en los costos de producción. La oposición de los monopolios mineros y de los grupos petroleros afectados por

la expropiación se hizo sentir a través de medidas coercitivas que afectaron principalmente la venta de plata, productora fundamental de las divisas que necesitaba el país (Sariego *et al.*, 1988).

En 1940, la economía mexicana se hallaba desequilibrada. A los problemas internos de inflación y laborales, se sumaban la caída del precio de la plata y de otros minerales y la pérdida de los mercados europeos del plomo y del zinc debidas a la Segunda Guerra Mundial. En este orden de cosas, Ávila Camacho inició su gobierno modificando las políticas cardenistas, liberalizó las reservas nacionales y suavizó los decretos anteriores. El incremento de la producción de la industria bélica norteamericana se reflejó necesariamente en las actividades extractivas mexicanas, y en 1941 se firmó un convenio entre ambos países mediante el cual los Estados Unidos serían el único comprador de todo el antimonio, arsénico, bismuto, cadmio, cobre, cobalto, fierro, plomo, manganeso, mercurio, molibdeno, aluminio, tungsteno, vanadio, zinc y grafito que México no consumiera o no enviara a los países amigos del hemisferio occidental. Es en esa época cuando se crea Altos Hornos de México en Monclova por lo que la explotación de las minas de hierro y carbón cobraron un impulso notable.

El año 1945 marca también el inicio de la pendiente. Al finalizar el conflicto, los mercados se colapsaron, al igual que los precios internacionales, y nuevamente se dio el cierre de minas y de plantas de beneficio. La dependencia hacia un solo mercado determinó, una vez más, el comportamiento de la actividad minera.

La decadencia de la minería: 1945-1980

A partir del final de la Segunda Guerra Mundial, cambia radicalmente el papel de la minería dentro de la economía nacional. Ya no fue más la columna vertebral que había sido durante cuatro siglos. Las políticas gubernamentales tendieron hacia la diversificación económica, y se dio prioridad a la industrialización del país mediante la política de sustitución de importaciones y se impulsó la agricultura. De la minería, tan sólo el plomo y el zinc conservaron un mercado importante debido a su importancia en la industria del automóvil.

Un ligero repunte de ciertos minerales se dio con la guerra de Corea. Pero, de hecho, la expresión geográfica de la minería siguió siendo la misma que cincuenta años atrás. No se hicieron estudios de prospección ni se conocieron nuevos yacimientos, excepto los de azufre en la porción veracruzana del Istmo de Tehuantepec explotados por la *Texas Gulf Sulphur Co.* (*Ibid.*).

En 1947 se inició la participación del Estado en la minería a través de la compra de las minas de Real del Monte. Unos años más tarde, en 1955, se creó el Consejo de Recursos Naturales no Renovables con el fin de coordinar y dirigir los estudios geológicos y de prospección que se hicieran en el país. Ese mismo año se ampliaron las reservas nacionales. En 1958, las reservas de minerales radioactivos de carácter estratégico, fueron cedidas a la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

El período de Adolfo López Mateos marcó uno de los momentos importantes de la evolución de la industria minera gracias a la promulgación de las leyes de mexicanización de la minería en 1961. De acuerdo con este nuevo reglamento, toda empresa dedicada a la explotación o beneficio de minerales en el país debía contar con una participación mayoritaria de capital mexicano: cuando menos el 51% del total; se buscaba así lograr que el capital nacional interviniera de manera activa en aquellas empresas que explotaban, de uno u otro modo, el patrimonio del país. Por su parte, el Estado intervino, tanto como las grandes empresas privadas, en la proyección y consecución de planes de desarrollo minero, sobre todo en lo que se refiere a las plantas de beneficio, a las fundidoras y a los estudios de prospección minera (*Ibid.*).

A partir de 1971, la mexicanización de la Compañía Minera de Cananea fue un hecho, aun cuando la *Anaconda Copper Co.* siguió manteniendo fuertes ligas con ella. En 1972, el Estado dominó la Compañía Azufrera Panamericana y la empresa Macocozac productora de cobre. En los años siguientes se incrementó la participación estatal en Cananea, en la Minera Autlán, productora de manganeso; en la Minera Lampazos, etc. Muchas de estas compañías eran subsidiarias de los grandes monopolios surgidos durante el porfiriato como

Peñoles o ASARCO. Esta última, de acuerdo con los reglamentos, se mexicanizó y cambió su nombre a Industrial Minera México, S.A. También se alteró la composición del capital internacional invertido en la minería: a partir de los años setenta se dio entrada del capital japonés, en particular en los enormes depósitos de sal de Guerrero Negro, Baja California.

La Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera, que entró en vigor en 1976, provocó un nuevo cambio en la actividad. Esta regla no sólo reforzó las tendencias nacionalistas, sino que fortaleció el papel del Estado dentro del juego económico del país, ya que estableció, entre otras normas, las siguientes: el Estado participaría en la industria minera a través de la Comisión de Fomento Minero, organismo encargado de prestar ayuda financiera y técnica a las pequeñas y medianas empresas mineras; asimismo, explotaría unidades propias e intervendría en la promoción de nuevas empresas. La Secretaría de Patrimonio Nacional, desaparecida años más tarde, adquirió un papel importante sobre todo en lo concerniente al control de las reservas nacionales, las que fueron ampliadas a los depósitos minerales que se encuentren en el lecho marino tanto en el mar patrimonial como en la zona económica exclusiva. Esta nueva ley adjudicó al Estado la exploración y explotación de determinados minerales por considerarlos de utilidad nacional: hierro, carbón, azufre, fósforo y potasio.

La reacción de los grandes monopolios no se hizo esperar y el sector privado inició una serie de peticiones para modificar el reglamento. En 1978, a cambio de la promesa de parte del sector privado de incrementar las inversiones en el sector minero, el Estado otorgó una reducción del 75% a los impuestos de importación de maquinaria y equipo, y suspendió temporalmente los impuestos de exportación. Así, Peñoles volvió a llevar al distrito de Guanajuato al primer nivel mundial a través de su Compañía Minera Las Torres; por su parte, Industrial Minera México consiguió un importante préstamo internacional para ampliar sus operaciones mineras. El Estado mexicano invirtió enormes sumas en la explotación de la mina La Caridad, en Sonora (Bernstein, 1965).

Fin de siglo y globalización

A partir de la década de 1980 ha sido necesario adaptarse a las medidas neoliberales del capitalismo salvaje. Debido a una impagable deuda externa, México acepta las medidas impuestas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM). Los últimos veinte años son los de la marcha atrás, los del ajuste macro-económico mediante la privatización de las empresas públicas, la desregulación de los mercados, la reconversión industrial, la liberación de todos los medios de transporte, de las comunicaciones, de la banca, hechos que se suman a la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá (TLCAN):

Es importante señalar que el TLCAN es una formalización de las principales decisiones tomadas desde 1982 por las autoridades mexicanas para seguir estrictamente la estrategia económica del FMI/BM sobre la cual se apoya el futuro económico y político de México en materia de comercio exterior e inversiones foráneas (Saxe-Fernández, 1996:68).

Pero, el TLCAN no es parecido a otros tratados vigentes, como por ejemplo los de la Comunidad Europea, entre otras razones porque es el único que intenta unir un país rico, poderoso, con un país periférico y pobre. Además, a diferencia de Europa, en donde existe una política de inversión de fondos estructurales para regiones más desfavorecidas del área, por ejemplo, el TLCAN sólo pretende el “libre” comercio entre los países que conforman la región.

Desde el punto de vista interno, la globalización implica en primer lugar que el Estado ya ha perdido el control sobre ciertos aspectos estratégicos (Vidal, 1992). La reducción de las plantillas laborales se da en las empresas y en el sector público sin importar el costo social que ello implica. En segundo lugar, la participación en el concierto mundial requiere de la modificación de las leyes vigentes; en los últimos años se ha modificado el Artículo 27 Constitucional que otorgaba al Estado la propiedad del suelo y del subsuelo. Con ello,

se abrieron a la venta las tierras agrícolas ganadas por la propiedad comunal y ejidal después de la Revolución de 1910, pero también se reformó el derecho de la Nación al usufructo de los recursos mineros. La Ley Minera de 1992 modifica radicalmente la participación del Estado en la actividad extractiva y cede el control de las reservas mineras y de los minerales que se consideraban estratégicos para el país, excepto los radioactivos. La Ley de Inversión Extranjera de 1993 permite la participación del capital extranjero hasta en un 100%. Por eso dice un analista norteamericano que:

México ... se ha convertido en la Meca para la inversión norteamericana. En gran medida debido a la voluntad del expresidente Carlos Salinas de Gortari de modificar la antipatía histórica de su país hacia los Estados Unidos, los inversionistas norteamericanos han entrado en la economía mexicana a toda fuerza... (Kryzanek, 1996:14).

Para los Estados Unidos, México y Canadá son vitales puesto que son sus proveedores primarios de gran variedad de minerales:

El cambio en el clima de las inversiones y en la emisión de nuevas y liberales leyes y regulaciones mineras, han dado lugar al aumento de las exploraciones mineras en América Latina, y en particular en México. Se estima que desde 1990 ha habido un flujo de más de 100 compañías exploradoras norteamericanas y canadienses en México... (US Bureau of Mines, 1992:3).

La decadencia de la minería en estos años no es sólo producto de las condiciones internas del país. La situación internacional, en particular el descenso continuo de los precios internacionales, la persistente crisis, la reducción de los mercados, inciden en el fenómeno. Hoy día, la minería ya no es más la actividad económica de punta que fue en otras épocas. Su participación en la generación del producto interno bruto representó en 1950 el 10% del total; en el año

2000 apenas llegó al 1.1%. Del mismo modo, ha disminuido el peso de los minerales en las exportaciones totales. Su estructura empresarial también se ha modificado y al perderse la participación del Estado en la actividad, algunas grandes empresas nacionales y extranjeras controlan la mayor parte de la producción minera del país, tanto de minerales en bruto como beneficiados: plomo, zinc, oro, plata, antimonio, arsénico, bismuto, grafito, hierro, carbón, fluorita y fosforita. La pequeña y la mediana minerías perviven a pesar de su casi total dependencia a los grandes consorcios en lo que respecta al beneficio y la fundición. Son responsables de la producción de estaño, mercurio, tungsteno y barita, y participan, en forma cada vez más marginal, en la producción de oro y plata.

III. TRANSNACIONALIZACIÓN DEL CAPITAL MINERO MEXICANO

Josefina Morales

A lo largo de la historia de México la minería ha sido una actividad exportadora; su producción se realiza básicamente para el mercado externo y en mucho menor medida para el interno, que por más de cuatro siglos ha estado, mayoritariamente, en manos del capital extranjero.

A principios de los años treinta todavía contribuía con 9% de la producción nacional (Ancira, 1994), más la expropiación de la industria petrolera, la contracción de la inversión extranjera en el sector y sobre todo el proceso de industrialización de las décadas siguientes, redujeron el peso de la minería en la economía nacional. El proceso de mexicanización de esta actividad iniciado en los años sesenta impulsó un crecimiento que se fortaleció con la participación del sector público. La crisis de los años ochenta y la previa "petrolización" de la economía mexicana relegó aún más el peso histórico y regional de la minería, en tanto que la acelerada industrialización maquiladora de la frontera norte también llevó a una pérdida de la importancia relativa del sector en las entidades del norte.

La crisis estructural del capital mexicano, inmersa en la crisis internacional del capitalismo, llevó en las dos últimas décadas del siglo xx a cambios cualitativos en el desarrollo nacional. Los condicionamientos de la renegociación de la deuda pública externa impusieron, entre otras políticas, la reducción drástica de la partici-

pación del Estado en la economía, la apertura indiscriminada hacia la inversión y el comercio extranjeros, la liberalización y desregulación del mercado interno, tanto en los sectores productivos como en los servicios, y abrieron paso a la conformación de un nuevo mercado supranacional con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

La minería fue puntal en la política neoliberal. El cierre, la venta y la liquidación de la empresa pública empieza con la Fundidora Monterrey el 9 de mayo de 1986 y continúa con la venta de la participación estatal minoritaria de empresas mineras. En septiembre de 1990 se publica la nueva Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Minera y los criterios para la desincorporación de las reservas mineras nacionales (Centro de Estudios Económicos del Sector Privado, A.C., 1997); con ello se inicia el cambio en la legislación y la constitucionalidad nacional para propiciar una mayor participación del capital extranjero en la economía, particularmente en áreas reservadas anteriormente al capital nacional.

Estos cambios llevan a una recomposición del capital que imprime una nueva dinámica al proceso de inversión en la minería en la década de los noventa, cuya inestabilidad fue muy acentuada durante el cuasi estancamiento de la década previa, con lo que se incrementa la producción, misma que también había disminuido.

El ritmo de crecimiento del valor de la producción minera es muy oscilante, pues depende del curso de los precios internacionales de los metales, en gran medida dominados por monopolios productores y oligopolios que controlan el mercado internacional. Entre los cambios se registra un incremento significativo del volumen de la producción de carbón, la que se multiplica ocho veces de 1981 a 1999; de oro, cuyo volumen se cuadruplica en los últimos 20 años del siglo xx, y en mucho menor proporción el incremento de los volúmenes del cobre (se duplica), hierro (55%) y zinc (23%).

El producto interno bruto (PIB) de la minería registra, a precios de 1993, una tasa de crecimiento medio anual negativa en el periodo 1980-1987 (-2.6% anual); el valor agregado, de 1988 a 1993, tuvo un aumento de 1.7% por año y de 1993 a 1999 creció a una tasa

media anual de 3.2% (véanse los datos absolutos en la Tabla 2), a pesar de la crisis nacional de 1995 y de la caída en 1998 y 1999 de los precios internacionales de los principales minerales que México produce y exporta.

En la tasa de crecimiento de los últimos años influye la severa contracción de los minerales de construcción, que representan 44% del valor agregado de la minería, pues la extracción y el beneficio de hierro, carbón y grafito y la de otros minerales no metálicos registraron tasas superiores, incluso de más del doble en estos últimos.

También aumentó la exportación minera: en 1990 se vendieron en el exterior 1 580 millones de dólares y 2 222 millones en el año 2000 (Fox, 2001). De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en 1994 las exportaciones minerometalúrgicas representaron 27.6% de la producción y 53% en 1999; incluso se registran en algunos años en ciertos productos ventas externas en una proporción mayor a la de su producción, probablemente por acumulación de inventarios. Es de subrayarse que la minería es una actividad generadora de divisas, ya que tradicionalmente ha registrado una balanza comercial superavitaria, aunque en los últimos años ésta ha sido negativa.

En la última década del siglo xx la minería registró cuatro transformaciones fundamentales estrechamente vinculadas entre sí: la privatización; la apertura al capital extranjero, con todas las transformaciones jurídicas que ambas implicaron; los nuevos niveles de concentración y centralización del capital, que han llevado a la transnacionalización de los grupos mineros mexicanos mediante alianzas estratégicas con el capital extranjero dentro de la reestructuración del capital minero en escala mundial y, finalmente, la modernización tecnológica, sustentada en los anteriores, que ha reducido muchísimo la mano de obra (25%) y capitalizado cualitativamente la actividad (nueva maquinaria y equipo, control computarizado en la exploración, la explotación y la administración), lo cual conlleva profundos cambios en el proceso de trabajo.

Según el Sistema de Cuentas Nacionales, la productividad de los mineros, medida como valor agregado por trabajador (a precios de

Tabla 2. Valor agregado e inversión en la minería 1980 – 2000 (millones de dólares)

Año	Valor agregado*	Inversión total***	IED ****	Exploración	Nuevos proyectos	Incremento capacidad instalada	Industria metalúrgica	Otros
1980	5 654.5	541.8	87.0	39.0	277.4	138.2	23.8	63.4
1981	7 066.7	722.5	-189.0	59.0	283.5	251.8	80.1	48.1
1982	5 844.4	468.8	7.0	32.8	239.1	117.2	32.8	46.9
1983	2 842.7	386.4	15.0	19.9	135.2	198.5	1.8	31.1
1984	3 373.0	653.5	6.0	24.3	298.0	167.3	54.7	109.2
1985	3 956.5	344.0	18.0	25.6	81.4	172.1	33.5	31.4
1986	5 899.5	206.5	31.0	15.7	49.1	78.7	43.1	19.9
1987	4 740.3	100.5	49.0	16.2	32.0	32.8	3.6	16.1
1988	6 368.1	172.5	25.0	23.6	72.3	37.5	0.6	39.8
1989	6 292.0	185.6	10.0	31.9	36.9	99.8	3.1	13.9
1990	6 638.9	571.6	94.0	52.2	195.7	236.3	1.8	85.3
1991	6 412.7	327.0	31.0	119.8	58.7	78.6	2.3	67.6
1992	6 631.1	316.1	8.6	113.0	40.6	63.3	1.9	97.3
1993	6 918.4	359.6	55.1	99.5	102.2	73.2	20.6	64.1
1994	7 289.0	373.3	95.1	39.7	217.4	97.2	0.2	18.8
1995	6 990.3	652.8	79.1	156.7	221.9	143.6	13.1	117.5
1996	7 414.4	874.2	83.8	98.8	410.0	195.8	17.5	152.1
1997	7 654.9	1 071.1	130.2	144.6	501.3	168.2	26.7	231.3
1998	7 902.5	991.3	42.4	198.3	346.9	198.3	29.7	218.1
1999	7 995.7	795.3	126.6	159.1	159.1	357.9	n.d.	119.2
2000	**83 48.2	698.2	172.0	111.7	188.5	300.3	n.d.	97.7

* Millones de pesos, a precios de 1993. Los datos excluyen la explotación de petróleo crudo y gas natural. Los datos de 1980-1987 son del PIB, deflacionados con el índice de precios implícitos del sector minero; los de 1998 a 2000 corresponden al valor agregado.

** Estimaciones a partir de datos de junio de 2000.

*** La inversión corresponde a la realizada por las empresas afiliadas a la Cámara Minera de México.

**** Inversión Extranjera Directa.

Fuentes: Fox (2001); Zedillo (1999, 2000); Salinas de Gortari (1994); INEGI (1998); Secretaría de Economía, Dirección General de Inversión Extranjera.

1993), se elevó 52.5%, al pasar de 54.2 miles de pesos en 1990 a 82.6 miles en 1999. Las remuneraciones medias por persona, por el contrario, perdieron 14.6% en su poder adquisitivo real, pérdida que sería mayor si las deflacionáramos con el índice de precios al consumidor y no con el índice implícito del PIB. De 1993 a 1999 el índice de productividad de la mano de obra (1993 = 100), se elevó 14.1% en la actividad industrial en general, en la economía nacional 4.8% y 14.9% en la minería, incluyendo el petróleo. Por ramas, en la minería este indicador se elevó 22.5% en el carbón, 31.7% en el hierro, 48.4% en los minerales no ferrosos, 44.2% en los minerales no metálicos, y apenas 2.6% en la extracción de arena y arcilla (INEGI, 2000).

Uno de los factores del incremento de la productividad fue el reajuste de personal. En 1990 había 122 572 trabajadores en el sector, en 1993, 100 409 y para 1999 se registran 96 796 (75% de los que había en 1989). La pérdida mayor de empleo se dio en los tres primeros años, cuando se privatizaron la mayor parte de las empresas públicas.

Otro indicador del consecuente incremento de la ganancia del capital es el monto del excedente, según las cuentas nacionales. En toda la economía mexicana el excedente pasa de representar 61.5% del valor agregado en 1993 a 65.4% en 1999 y en la minería de 69.3% en el primer año a 74.8% en el último, es decir, que sectorialmente la minería es una de las actividades que genera mayor excedente. Éste se incrementó de modo significativo en la década pasada al participar las remuneraciones de sus trabajadores con 23.2% en el valor agregado en 1990, 30.2% en 1993 y 24.8% en 1999, fenómeno al que contribuyeron no sólo los bajos incrementos salariales, sino en gran medida la modernización del sector que llevó, reiteramos, a una drástica reducción del empleo y al incremento de la productividad de sus trabajadores.

Privatización y apertura al capital extranjero

La privatización de empresas paraestatales es vista por sus impulsores como la modernización de México. Jacques Rogozinski, el encarga-

do en la Secretaría de Programación y Presupuesto de este proceso durante el gobierno de Salinas de Gortari, señala dos grandes etapas del mismo (Rogozinski, 1993). La primera va de diciembre de 1985 a noviembre de 1988 y la segunda sería la del sexenio salinista; podría considerarse una siguiente, la del último gobierno priísta, cuando se privatizan los ferrocarriles nacionales. En 1982 había 1 155 entidades paraestatales, 102 organismos descentralizados, 744 empresas de participación estatal mayoritaria, 231 fideicomisos públicos y 78 empresas de participación minoritaria. La desincorporación de entidades paraestatales, afirma este exfuncionario, se realizó mediante tres modalidades: la liquidación, la transferencia y la venta. Para diciembre de 1998 había 89 organismos descentralizados, 252 empresas de participación mayoritaria y 71 fideicomisos.

El Centro de Estudios Económicos del Sector Privado (CEESP, 1994:15) señala que la Comisión de Fomento Minero tenía en 1983 participación mayoritaria en diez empresas y minoritaria en otras tantas, sin registrar los yacimientos minerales relacionados con las empresas públicas siderúrgicas. Cabe advertir que en más de la mitad de ellas la participación estatal se realizó en la década de los setenta (Tabla 3).

Los años clave del proceso de privatización en el sector son 1989-1992, en los que se registró la venta de la participación estatal, tanto mayoritaria como minoritaria, en 22 de las 24 empresas mineras listadas en la cronología oficial de las operaciones de venta; diez de ellas formaban parte del complejo estatal de Altos Hornos de México. Del total de empresas, nueve tenían participación estatal minoritaria (Tabla 3). Estas empresas se pusieron a la venta después de su saneamiento financiero y del reajuste de personal que realizó el Estado.

Entre las primeras ventas se registran, en 1989, las de la participación estatal minoritaria en la Minera Lampazos y en Minera Real de Ángeles, a Frisco; ésta es una de las más grandes minas de plata, la cual fue propiedad de Manuel Espinosa Yglesias, el banquero más importante de México (Bancomer) hasta la estatización de la banca en 1982; ahora pertenece al más poderoso grupo mexicano, Carso (de Carlos Slim).

Tabla 3. Proceso de privatización de las empresas mineras

Nombre de la empresa	Fecha inicio participación estatal	Fecha de privatización	Empresa adquirente	Valor de la venta (millones de pesos)
Azufrera Panamericana	1967	agosto, 1993	Unión Minera del Sur	78.8
Carbón y Minerales Coahuila (AHMSA)		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	
Cerro del Mercado (AHMSA)		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	
Cía. Carbonífera La Saucedá (AHMSA)		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	
Cía. Exploradora del Istmo	1966			
Cía. Minera Autlán*	1974	julio, 1993	Grupo Ferrominero	71.9
Cía. Minera Cedros*	1970	julio, 1989	Minas Peñoles	4.2
Cía. Minera Comonfort*	1975			
Cía. Minera de Cananea	1971	septiembre, 1990	Mexicana de Cananea, Gméxico	1 374.7
Cía. Minera El Mamey (AHMSA)		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	
Cía. Minera La Florida de Múzquiz (AHMSA)		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	
Cía. Minera Santa Rosalía	1971			
Cía. Naviera Minera del Golfo		diciembre, 1990	Empleados de Navimin	29.9
Cía. De Real del Monte y Pachuca	1948	febrero, 1990	Grupo PARA México (Autrey)	16.4
C. Minero Benito Juárez Peña Colorada (AHMSA)*	1967	octubre, 1991	Grupo Acerero del Norte	
Exportadora de Sal	1973		Mitsubishi	
Hullera Mexicana		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	
Impulsora Minera de Angangueo*	1955			
La Perla Minas de Fierro (AHMSA)		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	

Tabla 3. Proceso de privatización de las empresas mineras (continuación)

Nombre de la empresa	Fecha inicio participación estatal	Fecha de privatización	Empresa adquirente	Valor de la venta (millones de pesos)
Mexicana de Cobre*	1970		Gméxico	37
Minas de California		agosto, 1991	Industrias Peñoles	31.2
Minera Carbonífera Río Escondido	1977	octubre, 1992	Minas Energía del Norte	
Minera del Norte (AHMS)		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	
Minera Lampazos*	1970	julio, 1989	Frisco, Gearso	102
Minera Real de Ángeles*	1969	febrero, 1989	Frisco, Gearso	321.8
Minerales Monclova (AHMSA)		diciembre, 1991	Grupo Acerero del Norte	3.5
Refractarios Hidalgo	1981	junio, 1989	Industrias Peñoles	
Refractarios H.W. Flir		agosto, 1991	Industrias Peñoles	
Refractarios Mexicanos*	1974		Industrias Peñoles	
Roca Fosfórica Mexicana	1975	octubre, 1992	Grupo Empresarial del Bajío	6.6
Zincamex	1956			

*Participación estatal minoritaria.

Fuentes: Centro de Estudios del Sector Privado, A.C. (1997); Secretaría de Hacienda (1994); Rogozinsky, J. (1993).

En 1990 la Compañía Real del Monte, minera productora de plata que data de la colonia, fue vendida al grupo PARA México, que cuenta con participación de la familia Autrey; y la Compañía Minera de Cananea, de historia revolucionaria, pues sus trabajadores realizaron la primera huelga contra el capital extranjero en 1906, fue otorgada al Grupo México, entonces Industrial Minera México, el primer grupo minero del país. El precio pagado fue de 1 375 millones de pesos, el más alto del sector minero.

En 1991 el Grupo Acerero del Norte (GAN) que pertenece a la familias Autrey y Ancira, adquirió el complejo siderúrgico más importante del país, Altos Hornos de México; entre sus empresas estaban los yacimientos de carbón de Coahuila, las minas de hierro de Peña Colorada en Colima, las de Cerro del Mercado en Durango, las de Hércules en Coahuila y las nueve minas de hierro del conjunto La Perla en Chihuahua. En 1992 se vende la Minera Carbonífera Río Escondido, la más importante carboeléctrica del país ubicada en Piedras Negras, Coahuila, a la empresa Minas Energía del Norte, también con capital de la familia Autrey. Al año siguiente, 1992, se vendió Azufrera Panamericana de Jáltipan, Veracruz, a la Unión Minera del Sur.

En ese último año se expide la nueva Ley Minera (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 1992), que permite la participación mayoritaria del capital extranjero en casi todos los minerales, ya que antes estaba limitada por el proceso de mexicanización; al mismo tiempo se acelera la desincorporación, privatización, de las reservas mineras, de los fundos, que de acuerdo con la Constitución de 1917 son propiedad de la nación. La nueva Ley de Inversión Extranjera (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 1993) acentúa la liberalización de la minería, el TLCAN otorga el trato de nacional al capital extranjero, elimina requisitos de desempeño —como exportar un porcentaje de la producción o que la producción alcance cierto grado de contenido nacional—, y elimina drásticamente los aranceles para el comercio exterior del sector y la importación de maquinaria y equipo (García, 1994). Con la enmienda a la Ley de Inversión Extranjera en 1996 y el Reglamento a la Ley Minera de 1999 se con-

solida la apertura del sector. Este conjunto de ordenamientos define el nuevo marco legal para el desenvolvimiento del capital privado, nacional y extranjero, en esta actividad.

La Ley Minera, reglamentaria del artículo 27 constitucional, establece que la exploración y explotación de los minerales podrán ser realizadas por personas físicas de nacionalidad mexicana, ejidos, comunidades agrarias y “sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas”, mediante las cuales puede participar el capital extranjero (artículos 10° y 11°). Las concesiones para exploración son por seis años, improrrogables, y las de explotación se conceden por un período de 50 años, prorrogables, es decir, pueden ser concesiones centenarias (artículo 15°).

Se exceptúan de la aplicación de la ley, el petróleo y los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gases, los materiales radioactivos y los materiales de construcción (artículo 5°). Asimismo, resulta de singular importancia que esta última actividad se declare de utilidad pública y “preferente sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno” (artículo 6°).

El gobierno llevará el Registro Público de Minería en la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y por medio del Consejo de Recursos Minerales, organismo descentralizado coordinado por esa Secretaría, realizará el inventario nacional de los depósitos minerales, la investigación básica sobre los recursos mineros y la cartografía básica; también promoverá obras de infraestructura y dará asesoría técnica a la pequeña y mediana minería (artículos 7° y 9°).

Del Tratado de Libre Comercio un funcionario gubernamental afirmaba, en un seminario cupular realizado a fines del sexenio de Carlos Salinas, que la minería fue un sector de apertura rápida, pues de las 204 fracciones para la importación se liberaron de inmediato 75%; asimismo se liberó la importación de maquinaria y equipo y se desgravó 90% de las exportaciones mexicanas a Estados Unidos (Ramos, 1994).

El director general de Industrial Minera México, señalaba en el mismo seminario que entre los cambios que favorecían al sector se encontraban la exención de impuestos de importación y exportación

y nuevos mecanismos de apoyo a empresas exportadoras (Altex y Pitex), lo que les ha permitido abatir costos y vender a precios internacionales en el mercado nacional. Asimismo, se establecieron convenios de productividad con los trabajadores. Se registran nuevos flujos de capital extranjero, ya que éste puede invertir hasta 100% en el sector y se abrió la posibilidad de realizar alianzas con el capital nacional (Calva, 1994).

Según los datos proporcionados en los anexos de los informes presidenciales, en 1990 había 5.4 millones de hectáreas de reservas mineras y para 1995 sólo quedaban 147 mil. Durante el gobierno de Carlos Salinas (1988-1994) se concesionaron 8.8 millones de hectáreas y se otorgaron 17 220 títulos. El siguiente gobierno, de Ernesto Zedillo, con el cambio cualitativo en la participación del capital extranjero, incrementó significativamente la superficie concesionada a particulares: se otorgaron 11 800 títulos que ampararon una superficie que cuadruplicó la del sexenio anterior: 35.9 millones de hectáreas, de las que 97.6% se concesionó para su exploración. En el año 2000 sólo quedaban 110.3 mil ha de reservas mineras en el país, de las cuales, 87.6% no eran concesionables (Fox, 2001).

Es conveniente enmarcar este proceso en el contexto internacional, y particularmente en el latinoamericano, pues el proceso de globalización ha cambiado radicalmente la propiedad pública sobre los recursos mineros y facilitado ampliamente la participación del capital extranjero y nacional, mediante cambios legales y un nuevo régimen fiscal, ello sin que se generalice del todo la desaparición de la minería estatal, pues en el caso chileno, por ejemplo, el Estado sigue siendo propietario de Codelco, la compañía cuprífera más importante en escala internacional.

El proceso de modernización e internacionalización de Codelco, así como la apertura al capital extranjero en Chile, es también un caso importante de estudio para América Latina. Ahora sólo señalaremos que desde 1995 es mayoritaria la producción privada de cobre en aquel país (53% del total) y que con la participación de las grandes empresas, como *Phelps Dodge*, de Estados Unidos, la australiana *Broken Hill Proprietary* (BHP) y capitales de Canadá, Reino Unido,

y Japón, se acrecienta la participación de la inversión extranjera directa (IED) en el sector. A principios de 2001 estaba en proceso su reestructuración empresarial; se presentaría un proyecto de ley para permitir su operación como sociedad anónima; se licitarían proyectos para el suministro de energía por empresas internacionales y se anunciaba la reactivación de la inversión en la minería (Fazio, 1997, *La Tercera* y *El Mercurio*).

Entre las nuevas reglas para el capital en la minería en México, según la Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL), están las siguientes: sólo se registran para su autorización inversiones mayores a 14 millones de dólares; se tomará en cuenta la generación de empleo, el impacto ambiental, la capacitación de los trabajadores, la innovación tecnológica y el incremento de la competitividad; no hay condicionalidad alguna para la remesa de utilidades, a diferencia de Chile, que exige un año de ingreso y diez años para las inversiones realizadas bajo compra de deuda pública. Al amparo del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ya no hay requisito alguno para la contratación de fuerza de trabajo extranjera; por la liberalización de la economía se eliminó la condicionalidad de la compra de insumos nacionales y la contratación de servicios técnicos o tecnológicos mexicanos, como la ingeniería. Las concesiones mineras están gravadas por la Ley Federal de Derechos, según su superficie y el tiempo de concesión; el arancel a las importaciones mineras (insumos y bienes de capital) es de 13.6% para los países en general, y menor para Estados Unidos y Canadá (Sánchez *et al.*, 1999); con el tratado de libre comercio con la Unión Europea, este arancel seguramente disminuirá a corto plazo.

La Cámara Minera de México presentó un análisis comparativo de diversos regímenes fiscales. El de México tiene una tasa de deducción general de 10% en las inversiones o tasa inmediata de 85%; una deducción general de 100% o de 10% anual de los costos de estudios de factibilidad y una deducción al 100% o al 10% anual en los gastos de exploración, en contraste con el régimen canadiense que tiene una tasa de deducción general de 25% en las inversiones y el de Estados Unidos que tiene hasta 15% en 10 años o hasta el ago-

tamiento de la mina; los costos de los estudios de factibilidad y de exploración son similares a los mexicanos en el caso de Canadá, sin precisar la tasa de amortización anual, y en Estados Unidos se establece su agotamiento con el periodo de vida de la mina (Cámara Minera de México, 1998a).

Según la CEPAL (Sánchez *et al.*, 1999), México cobra el impuesto general a las utilidades de 34%; la participación de los trabajadores en las utilidades brutas de 10%; el impuesto al activo del 1.8% cuando no se generan utilidades y que se aplica a tres años después del inicio de la operación; el impuesto por el uso del suelo estatal (predial) y el Impuesto del Valor Agregado (IVA) reembolsable para actividades de exportación. Hay también un impuesto a los intereses pagados por la deuda contraída, ya que actualmente es fundamental la operación de las empresas vía el financiamiento, en gran medida externo; en el caso mexicano es de 15% negociable a 4.9% por acuerdos bilaterales (*Ibid.*).

Los empresarios mexicanos, después del reglamento de 1996, exigieron mayores apoyos,

esquemas que otorguen incentivos fiscales adicionales como los que tienen otros países latinoamericanos, tal como la depreciación en tres años de la infraestructura, que se da en Chile, o como las cláusulas de deducibilidad más adecuada y cláusulas de protección al capital de riesgo como se observa en Argentina, Ecuador y Perú (*El Financiero*, 19.01.1997:13).

En el estudio de la CEPAL se estiman las tasas internas de retorno de las empresas mineras, México tiene el duodécimo lugar en la explotación de oro y cobre, con tasas de 14.1 y 12.5%, respectivamente; Chile ocupa el primer lugar en ambos, con tasas de 21% para el oro y de 16.8% para el cobre; Canadá se sitúa en el lugar 17 en oro y 18 en cobre y Estados Unidos ocupa el número 21, con una tasa de 9.9% en oro y el 17 en cobre, con una tasa interna de retorno de 11.8% (Sánchez *et al.*, 1999).

Según el Ministerio de Asuntos Exteriores y Comercio Internacional de Canadá, la legislación mexicana tiene incentivos para la

inversión extranjera, pues con la reforma de 1996 a la Ley de Inversión Extranjera se permite 100% de propiedad foránea, las concesiones se otorgan por 50 años, con opción a prorrogarse por otro periodo similar; no hay límite para el tamaño del área por concesionar y los títulos y derechos son transferibles a terceros mediante procedimientos simples (*El Financiero*, 08.03.2000:33).

Apertura y dinámica de la inversión

Entre 1981 y 1990 la inversión minera realizada por las más importantes empresas, las afiliadas a la Cámara Minera de México, totalizó 3 812 millones de dólares y en el periodo siguiente casi se duplicó, pues de 1991 a 2000 sumó 6 463 millones.

En 1990, se registraron 572 millones de dólares de inversión; 41% del total se destinó al incremento de la capacidad instalada y la eficiencia, 34% a nuevos proyectos y 11% a exploración. De los 360 millones de dólares invertidos en 1993, las proporciones fueron de 20.3% para el incremento de la capacidad y de 28% para cada uno de los otros dos rubros; en el año 2000 se invirtieron 698.2 millones de dólares, nuevamente el primer renglón concentró 43% de la inversión, a nuevos proyectos se destinó 27% de la inversión y a exploración 16% (Tabla 2).

Durante el gobierno de Ernesto Zedillo se realizó 78.7% de la inversión de la última década del siglo pasado (5 084 millones de dólares). En los gobiernos anteriores la inversión en el sector fue muy baja, apenas 1 967 millones de dólares en el sexenio recesivo de Miguel de la Madrid y 2 133 millones en el de Carlos Salinas; esto es, en el último sexenio priísta se invirtió una vez y media lo que se hizo en los dos sexenios anteriores juntos, registrándose una alta tasa media de crecimiento, de 24.8% anual.

Por destino, de 1990 a 2000, 27% de la inversión acumulada por las empresas afiliadas a la Cámara se dirigió a la modernización del sector, ampliando su capacidad y eficiencia, 34% a nuevos proyectos y 18.3% a la exploración. Es de señalarse que, como la inversión en general, durante el gobierno de Zedillo se realizó 71.3% de la

inversión destinada a la modernización y 75.8% de la dirigida a los nuevos proyectos (1 828 millones de dólares, de un total de 2 412).

La minería es una actividad “de riesgo” que requiere tiempo para amortizar el capital invertido, capital previo para exploración y una gran inversión para explotar y refinar el mineral, por lo que el grado de concentración del capital es mucho mayor que en otras actividades económicas.

La Cámara Minera de México tenía 249 empresas afiliadas en abril de 1999 el 60% de las afiliadas a la cámara (150) realiza la mayor parte de la inversión (*El Financiero*, 13.04.1999:22). De ellas, son sin duda las grandes empresas mineras las que concentran la inversión realizada, junto con el capital extranjero que incrementó su participación en esta actividad. En ese mismo año estaban inscritas en el Registro Público de la Minería 1 058 sociedades.

En la Bolsa Mexicana de Valores sólo están inscritos cinco grupos mineros (Grupo México, Peñoles, Autlán, SanLuis Corporación y Frisco, que es parte del grupo Carso) y los complejos siderúrgicos que realizan la principal explotación de sus minerales.

Moisés Kolteniuk Toyber, coordinador general de Minería de la Secofi, informaba a principios de 1997, que:

tan sólo las empresas mineras mexicanas, encabezadas por los grupos México, Peñoles, Luismin, Acerero del Norte, Frisco, Eldorado y otras 20 empresas, invertirán recursos en el presente año por alrededor de 1 300 millones de dólares, mientras que la participación del capital privado extranjero - Canadá, Estados Unidos y Japón - podría superar los 600 millones de dólares (*El Financiero*, 26.01.97:10).

La pequeña y mediana minería es un sector minoritario en la producción. El director del Consejo de Recursos Minerales afirmaba, a fines de 1997, que existían alrededor de 400 pequeños productores que contribuían apenas con 3% de la producción nacional y a los cuales se había apoyado con créditos por poco menos de 500 millones de pesos. Estos productores necesitan ser competitivos, pues tienen una frágil capitali-

zación que no les permite enfrentar los cambios internacionales de los precios (*El Financiero*, 08.11.1997:57). Uno de los mecanismos para apoyar a este sector es la creación de empresas integradoras, para asociarse en cadenas de producción o comercialización internacional. Un ejemplo es la Minera Las Vigas, en Chihuahua (*El Financiero*, 22.11.1997:57).

Según datos oficiales sobre la inversión extranjera directa (IED), en la década se dirigieron al sector poco más de 800 millones de dólares, equivalentes a 11.4% de la inversión total de la minería (Tabla 2), la mayor parte realizada a partir de 1994.

De acuerdo con el estudio mencionado de la CEPAL, la inversión extranjera en América Latina en el sector pasó de 544 millones de dólares en 1994 a 1 170 en 1997, equivalentes a 29% de la IED mundial (Sánchez *et al.*, 1999). Por ello, conforme a los datos oficiales de México, la IED destinada a este país en ese último año fue equivalente a 8.5% de la canalizada a América Latina.

La IED en la minería mexicana presentó a partir de 1994 un incremento significativo, cuando recibió 88 millones de dólares; superó los 100 millones en 1997 y fue de 172 millones el año 2000, a pesar de las contracciones en la actividad en escala mundial por la caída de los precios internacionales de las materias primas mineras a causa de la crisis asiática de 1997 y 1998.

Entre enero de 1994 y junio de 2001 se registraron 723 millones de dólares de IED en la minería, de los cuales Canadá había realizado 52.7% (381 millones), el Reino Unido 14.6% (106 millones), la India poco menos de 100 millones (13.8%) y Estados Unidos apenas 7% (50.5 millones de dólares).

Según los datos del anexo del primer informe de gobierno de Vicente Fox, en el Registro Público de la Minería estaban inscritas 120 sociedades en 1990, de las cuales 21 eran extranjeras, en 1993 un total de 342 y 90 foráneas y en el año 2000 había 1 115 sociedades, 472 de ellas eran extranjeras.

En junio de 2001 había registradas en la Dirección General de Inversión Extranjera de la Secretaría de Economía 520 empresas con inversión extranjera en la minería; son canadienses 216, estadouni-

denses 211, ocho son de capital inglés y un número similar son australianas. Es probable que el alto número de empresas con capital estadounidense en comparación con la cantidad invertida, corresponda a un mayor número de asociaciones con capital nacional en la explotación y fundición para incrementar su presencia en el mercado internacional, aparte de que la mayoría de las empresas canadienses está en proyectos de exploración que demandan sustanciales inversiones.

Fuera del Distrito Federal, donde se localizan 152 empresas extranjeras que tendrán aquí sus principales oficinas, se localizan 134 en Sonora, 36 en Chihuahua, 32 en Sinaloa, 29 en Jalisco, 22 en Durango, 21 en Baja California, 17 en Baja California Sur, 17 en Coahuila y 15 en Nuevo León.

La inversión física acumulada del capital extranjero para junio de 2001 está concentrada en Sonora (38%), el Distrito Federal (16%), Colima (14%), Hidalgo (7.5%), Nuevo León (6.6%) y Jalisco (5.6%).

Las empresas extranjeras están concentradas, 58.3%, en la extracción y refinación de minerales metálicos no ferrosos (303), en minerales con alto contenido de oro y plata se encuentra 14% del total (73); hay 53 empresas en la minería de hierro y 47 en la explotación de otros minerales no metálicos.

El presidente de la Cámara Minera de México (Camimex), Mateo Quiroga Villarreal, señaló en la LXII asamblea de 1999 que “La asociación estratégica entre empresas nacionales e internacionales ha ayudado a que la industria mexicana haya asumido el reto de modernizarse, reducir sus costos y aumentar su eficiencia y productividad” (*El Financiero*, 13.04.1999:22).

Según Gunter H. Muller, director de *Viceroy Resources Corporation*, los inversionistas de este país prefieren la asociación con el capital nacional, aportan tecnología y obtienen así apoyo a las inversiones en México. Téngase presente que Canadá es uno de los principales productores y exportadores mineros del mundo. En 1997 sus ventas ascendieron a 23 000 millones de dólares, mientras México apenas alcanzó poco más de 10% de esa cantidad (*El Financiero*, 02.05.1998:12).

Después de la firma del TLCAN se impulsaron las relaciones económicas con Canadá y en 1986 se inició un programa de promoción del Banco de Comercio Exterior y la Secretaría de Comercio en ese país. Según un informe del Ministro de Asuntos Exteriores y Comercio Internacional de Canadá, México importaba a finales de la última década del siglo xx alrededor de 800 millones de dólares en maquinaria y equipo, de los cuales Canadá sólo proporcionaba 4%, pues el principal proveedor de maquinaria, tanto de superficie como del subsuelo, es Estados Unidos (*El Financiero*, 08.03.2000:33).

Entre las empresas de Canadá más importantes en México se encuentran las siguientes: *Cambior* que tiene el proyecto Metates en coinversión con la Corporación Industrial SanLuis en Durango; *Minefinders Corporation Limited*, el proyecto aurífero Dolores en Chihuahua y La Bolsa en Sonora; *Newmont Mining Company* tiene coinversión con Peñoles en explotación de oro en La Herradura, Sonora; *Great Lakes Minerals Inc.* en Lluvia de Oro en Sonora y Palmarato en Sinaloa; *Sierra Nevada Gold Ltd.* explota oro, plata y cobre en Guadalupe y Promontorio en Chihuahua; *Viceroy Resources Corporation* y *Echo Bay Mines Limited* en Paredones Amarillos, Baja California Sur; *Eldorado Gold Corporation* con *Almaden Resources Corporation* participan en La Trinidad, Sinaloa; *Northern Crown Mines Ltd.* invirtió en Guadalupe de los Reyes, Mesa Galindo y Naco en Sonora; *Consolidated Pine Channel Gold Corp.* en El Sauzal, Chihuahua; *Curator* explota cobalto en el depósito de El Boleo en Baja California Sur.

También están presentes *Alamos Minerals*, *Glamis Gold Inc.*, *Farallon Resources*, *International Northair Mines Ltd.*, *Teck Resources* y *Campbell Resources*. Algunas de sus empresas más importantes también invierten en generación eléctrica para el sector y en infraestructura.

Entre las inversiones de Estados Unidos destacan las de USMX, coinversión, en los placeres de oro de Boludo y en Nochebuena, Altar y Las Rastras en Sonora, Samalayuca, Chihuahua y en Sierra Mojada, Coahuila; *Kennecott Exploration Company* en Zacatecas, *Phelps Dodge* y *Hecla Mining* en Sonora, Michoacán y Guerrero.

De los últimos proyectos destacan el de Geomaque, que por un millón de dólares compró 800 ha al ejido Jesús García en Sonora, comprometiéndose a entregar un predio de 50 ha con un pozo de agua para uso agrícola y a devolver la propiedad una vez agotado el yacimiento. Inició la producción en 1995 con 11 000 onzas de oro. *Cambior*, la empresa más importante de Quebec, opera en San Luis Potosí, en el Cerro San Pedro, a la compañía Minera San Xavier, la cual desarrolla un proyecto estimado en 200 millones de dólares, que se iniciaría con 80 millones y una inversión anual de 20 millones por ocho años (*El Financiero*, 11.10.1999:48). Este último proyecto se enfrenta a la oposición de un grupo ecologista local, que considera el sitio como patrimonio cultural de la entidad porque ahí se fundó la ciudad de San Luis Potosí, aunque actualmente es un lugar abandonado (*La Jornada*, 11.12.2000). Un directorio especializado reportaba que en 2000, Cambior vendió su inversión en el país a *Glamis Gold. Inc.* (INDEX, 2001).

Estrategias de globalización del capital minero mexicano

Internacionalmente, las fusiones, adquisiciones y asociaciones entre los grandes capitales transnacionales, así como operaciones similares con capitales monopolistas de países subdesarrollados, han llevado a una profunda reestructuración del capital, cambian la propiedad y, en el caso de la minería, concentran la oferta mundial y las reservas internacionales, con lo que se propician mayores posibilidades de manejo de precios frente a los consumidores gigantes que también influyen en la fijación de los precios internacionales de una actividad proveedora de insumos industriales (*commodities*), altamente dependiente de la dinámica de la economía industrial mundial.

Según el estudio mencionado de la CEPAL (Sánchez *et al.*, 1999: 54-55),

Las empresas mineras no son ajenas al proceso de globalización que se manifiesta en la difusión del paradigma del mercado,

con vigencia y proyecciones mundiales; la interdependencia e interpenetración de mercados; la mayor movilidad en la asignación de recursos; la acentuada relativización de las ventajas naturales y la masiva difusión del progreso técnico (...)

Las grandes empresas, que controlan una fracción cada vez mayor de la minería regional, administran una ventaja competitiva a nivel mundial y optimizan integralmente sus beneficios considerando factores de localización que buscan minimizar los niveles de costos de sus operaciones. Las transacciones que realizan se concretan esencialmente en circuitos intrafirma o en base a contratos de compra/venta concertados con consumidores, que son generalmente de largo plazo.

Las estrategias globales apuntan a obtener beneficios vinculados a la reducción de costos; especialización; seguridad y estabilidad en el abastecimiento y flexibilidad de la oferta... [es] una actividad “tomadora de precios” y la competitividad está en función de la capacidad para manejar los márgenes entre las cotizaciones internacionales y los costos de producción.

Hablar, pues, del capital minero mexicano requiere entender que se trata ya de un capital con otro grado de acumulación, concentración, centralización y complejidad. Hoy el gran capital mexicano en la minería está asociado estratégicamente con el capital extranjero, presenta un alto grado de integración vertical, diversificación e internacionalización, por lo que tiene yacimientos, plantas de concentración y de refinación en varios países de América Latina.

Posee minas, ferrocarriles, fundiciones, industrias siderúrgicas y metálicas, servicios de ingeniería, otras actividades industriales, nuevos mecanismos de financiamiento y, en algunos casos, el capital minero participa incluso en actividades financieras (casas de bolsa y bancos). Los grupos mineros tienen acceso al financiamiento internacional por medio de préstamos o la emisión de bonos y acciones en el mercado internacional, además de que participan en el mercado de valores del país.

En el caso mexicano se registran alianzas estratégicas para nuevas inversiones, modernización tecnológica, producción de energía eléctrica para el consumo minero, la adquisición de minas y fundiciones en otros países. Con todo ello se busca consolidar o ampliar la participación en el mercado extranjero. Son formas y mecanismos de asociación que se registran en otros países latinoamericanos.

Asociaciones exitosas han sido, entre otras, la de Minera Las Cuevas y *Manhattan Minerals* en el proyecto Moris en Chihuahua; Industrias Luismin y *Cambior* en el proyecto Metates en Durango; Grupo Peñoles, *Dowa Mining* y *Sumitomo* en Tizapa, México, y Teloloapan, Guerrero; *Newmont Gold Company* en los proyectos Mezcala, Guerrero, y La Herradura, Sonora.

En 1997 se anunció la alianza estratégica de la mexicana Minera Tayahua (35%) con la británico-estadounidense *Kenecott Minerals* (65%), que produce 15% del cobre en el mundo, para invertir 200 millones de dólares en Zacatecas. Esta empresa extranjera tiene minas en Estados Unidos, Canadá, África y Sudamérica y es la mayor productora de carbón mineral en Estados Unidos, con 435 millones de toneladas anuales (*El Financiero*, 18.06.1997:13). Hylsamex, del Grupo Alfa, con el Grupo Techint de Argentina, Sivensa de Venezuela y Usiminas de Brasil integró el Grupo Amazonia, que participó en la privatización de Sidor, el complejo siderúrgico venezolano más importante, del cual adquirió 70% de su capital. Esa empresa cuenta con cuantiosas reservas de mineral de hierro (*Expansión*, 1998).

Entre las 500 empresas más grandes del país, registradas por la revista empresarial *Expansión* en 2000, están diez siderúrgicas (Tubos de Acero de México, APN, Mexinox, Grupo Simec, Cía. Siderúrgica de Guadalajara, Industrias CH, G. Collado, Cía. Siderúrgica de Baja California, Grupo Industrial Camesa, Tubacero), y nueve mineras (Grupo México, Industria Peñoles, Cía. Minera Autlán, Minera del Norte, Roca Fosfórica Mexicana, Exportadora de Sal, Unión Minera del Sur, Cía. Occidental Mexicana y Minera Carbonífera Río Escondido).

El nuevo grado de acumulación de los grupos se advierte al estudiar a las empresas y grupos que cotizan en la bolsa: cinco siderúrgi-

cas (Hylsa –Alpha–, AHMSA, Grupo Acerero del Norte, IMSA Acero, entre otros) y cuatro grupos mineros (México, Peñoles, Autlán y Luismin, hoy como SanLuis Corporación es un grupo más productor de autopartes que minero. Frisco es parte del Grupo Carso, como señalamos, el más complejo y poderoso del país. En este trabajo sólo examinaremos brevemente las características de los grupos mineros, a partir de sus informes anuales y trimestrales de la Bolsa Mexicana de Valores, y mencionaremos un proyecto del Grupo Acerero del Norte (GAN).

El Grupo México (GMéxico) es, sin duda, el capital minero más importante del país, en el que trabajaban 30 407 personas en 1999; su producción principal proviene de la explotación y refinación de cobre. En ese mismo año tenía activos por 86,000 millones de pesos, registró ventas totales por 17 319 millones, de las cuales cerca de la mitad fueron exportaciones (Tabla 4); vendió 497 057 libras de cobre, 152 284 de zinc, 7 798 toneladas de molibdeno y 35 621 de plomo, así como 21.2 millones de onzas de plata y 68 385 onzas de oro (Bolsa Mexicana de Valores, 2000a).

Tabla 4. Principales grupos mineros de México, 1999
(millones de pesos)

Empresas	Trabajadores*	Activos	Ventas netas	Utilidad neta	Pasivo total
GMéxico	30 407	86 011	17 319	1 882	42 230
Peñoles	8 756	17 424	8 553	731	6 324
Luismin	6 205	7 730	4 701	640	6 083
Autlán	1 755	330	1 084	69	905

*Número de personas.

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores (2000).

Este grupo se integra durante el proceso de mexicanización de la minería al adquirir la familia Larrea la mayor parte de la empresa Asarco Mexicana, S.A. de C.V., la cual mantuvo una participación minoritaria hasta 1999. Su reorganización como grupo con este nombre se realizó en 1994, cuando se inscribió como tal en la Bolsa Mexicana de Valores integrando a los grupos Industrial Minera Méxi-

co y Mexicana de Cobre; esta última tenía anteriormente participación estatal minoritaria (Vidal, 2000).

En la década pasada cuatro fueron los elementos claves en su estrategia de globalización y modernización que la llevaron del décimo al tercer lugar entre las empresas mundiales de cobre, al quinto en la producción de zinc, al tercero en plata y al quinto en molibdeno. En primer lugar, la adquisición de la histórica compañía paraestatal Cananea en 1990, a través de la creación de la empresa Mexicana de Cananea; esa paraestatal fue objeto de dos licitaciones públicas y fue sometida por sus nuevos dueños a un intenso programa de reestructuración y modernización que ha implicado fuertes inversiones, el cierre de instalaciones y un drástico reajuste de personal. Este proceso llevó a una huelga de los trabajadores del 19 de noviembre de 1998 al 9 de febrero de 1999 y al cierre definitivo del área de fundición y de tres departamentos.

Un segundo eje de su reorganización fue la constitución, en noviembre de 1996, del Grupo Ferroviario Mexicano para participar en el proceso de privatización del Ferrocarril Mexicano, S.A. de C.V., una de las empresas en que se había dividido el sistema estatal ferroviario mexicano para su privatización. Esta empresa tenía concesionados el troncal Pacífico-Norte y la vía corta Ojinaga-Topolobampo por un período de 50 años y uno de exclusividad por 30, con posibilidades de renovación, así como 25% de las acciones de la empresa concesionaria de la Terminal Ferroviaria del Valle de México. El Grupo México, en asociación con la estadounidense *Union Pacific*, adquirió 80% de las acciones del Ferrocarril Mexicano en junio de 1997 y el total en agosto del mismo año, cubriendo todo el costo en febrero de 1998.

Entre sus estrategias de globalización estaba la compra o fusión con otro grupo minero con fuerte presencia internacional, lo que cumplió a finales de la década, en noviembre de 1999, cuando “mediante una oferta pública se adquirió la empresa norteamericana *Asarco Incorporated*, lo cual nos permitió también adquirir el control mayoritario (54.2%) de la empresa *Southern Peru Copper Corporation*, en una transacción que se valorizó en 2 523 millones

de dólares” (Bolsa Mexicana de Valores, 2000b:4). Con esta compra el Grupo México duplicó sus activos de 48 160 millones de pesos en 1998, así como sus pasivos a largo plazo, los cuales redujo inmediatamente con la venta de la división química de ese grupo.

La cuarta estrategia, pilar de su reorganización, ha sido la modernización de todas sus instalaciones, la computarización de sus sistemas de exploración, explotación, refinación, control de calidad y administración, así como la adquisición de tecnología de primer nivel. Entre sus inversiones destacan la modernización del gran complejo de La Caridad con, entre otros aspectos, la adquisición de maquinaria especializada en grandes volúmenes, el control computarizado de la explotación a tajo abierto, una moderna planta de hidrometalurgia para la refinación de cobre por un proceso de lixiviación electrolítica; una planta de refinación de metales preciosos en La Caridad, y otra de lixiviación en Cananea, así como el gasoducto Tucson-Agua Prieta-Nacozari.

A partir de noviembre de 1999 la estructura del grupo está constituida a su vez por tres subgrupos: Grupo Minero México (Mexicana de Cobre, Industrial Minera México, Mexicana de Cananea con sus subsidiarias respectivas y otras); Asarco (*Southern Peru Copper Co.*, en la cual participan con 54.2% *American Limestones Co.* y otras subsidiarias), y Grupo Ferroviario Mexicano (Ferrocarril Mexicano, Ferrocarril Chihuahua-Pacífico y otras subsidiarias). En el listado de subsidiarias que se presenta en el informe del grupo de ese año se registran 11 del Grupo Minero México, 31 de Asarco (la mayoría en Estados Unidos, tres en Canadá y una en las Islas Vírgenes y en Bermudas), y 11 en lo que denominan segmentos discontinuados, cinco de ellas con presencia en Estados Unidos y el resto en Canadá, Hong Kong, Japón, Reino Unido, Suiza y China.

De sus ventas en 1999, al cobre correspondió 48%, 28% al servicio de transporte; 10% al zinc; 6% a la plata, 3% al molibdeno, 2% al plomo y 2% al oro. Destinó 51% de su producción a México y 44% a Estados Unidos.

Entre sus principales minas están, además de las señaladas, Charcas en San Luis Potosí (zinc); Santa Bárbara y Santa Eulalia en

Chihuahua (metales preciosos y otros); San Martín en Zacatecas; Velardeña, en Durango; El Rosario en Sinaloa; Nueva Rosita, en Coahuila (carbón). Están también la fundición de cobre y la refinera electrolítica de zinc en San Luis Potosí.

Grupo México continúa su proceso de reestructuración y a finales del año 2000 se integra por dos subsidiarias, la *American Mining Corporation* (AMC), registrada en Delaware, y a la que pertenecen todas las actividades mineras del grupo (Grupo Minero México, Asarco y su subsidiaria *Southern Peru Copper Co.*, y el Grupo Ferroviario Mexicano (Vidal, 2000).

Industrias Peñoles (Bolsa Mexicana de Valores, 2000c y d) de capital mexicano, casi centenaria, cotiza en el mercado de valores de México desde 1961, y es la primera empresa productora de plata del mundo, con 10.7% de la plata refinada mundial en 1997 (Camimex, 1998b), por lo que se considera un “grupo de clase mundial”. En 1999 registró activos por 174 424 millones de pesos y ventas por 8 553 millones de pesos, 53% de ellas efectuadas en el exterior; a Estados Unidos destina la mitad de sus exportaciones, 13.8% a Japón, 9% a la India, 8.1% a Reino Unido, 3.8% a Canadá y el 15% restante a 35 países. En este grupo trabajan 8 756 personas.

Entre sus principales estrategias de globalización destaca, en primer lugar, la alianza que convino en septiembre de 1999 con la empresa chilena Codelco, principal productora de cobre del mundo, para explotar los grandes yacimientos que adquirió en Sonora, con lo que ampliará su participación en un mercado que nacionalmente ha sido controlado por el GMéxico.

En noviembre de 1997 se asoció con las japonesas *Dowa Mining Co. Ltd.* y *Sumitomo Corp.* en una de sus subsidiarias, la Compañía Minera Rey de Plata, para la explotación de las minas con ese nombre en Teloloapan, Guerrero: “Rey de Plata se constituye en modelo de colaboración internacional, en una actividad como la minería, que se caracteriza cada vez con más frecuencia por alianzas estratégicas que permiten enfrentar con éxito la globalización de la economía”, afirmó Moisés Kolteniuk Toyber, coordinador general de Minas de la Secofi (*El Financiero*, 11.12.1997:29). También incursionó en

la privatización de los ferrocarriles nacionales y adquirió la línea Coahuila-Durango con el Grupo Acerero del Norte (GAN) en 1997.

La transnacionalización de Peñoles se fortalece con la exploración en Perú y Argentina de reservas importantes de oro. Otra destacada alianza fue el contrato a 20 años que realizó con la francesa *Alston* y la estadounidense *Sithe* para la construcción y operación de una planta eléctrica que le garantizará la energía necesaria para sus procesos de explotación y refinación a partir de 2003.

Quizás el mayor reto que enfrentó en su modernización fue el relativo a la contaminación por acumulación de plomo que provocaba su centenaria planta de fundición de plomo en la ciudad de Torreón. Ello la llevó a efectuar un cierre técnico de nueve meses en 1999 para cumplir con los nuevos requisitos técnicos de control de emisión de contaminantes y reubicar a 410 familias que vivían en las colonias aledañas a la planta.

Peñoles tiene en curso ambiciosos proyectos para incrementar sus reservas, expandir operaciones, reducir costos y diversificar la explotación de metales, lograr la integración vertical de sus procesos e incrementar el valor agregado de sus productos. Está organizada en cuatro principales divisiones o subgrupos, el de exploración, Minas Peñoles, S.A. de C.V, Metales Peñoles y Químicos Industriales Peñoles que modernizan su administración al cambiar “de funciones a procesos”.

De sus 16 minas, una de ellas a cielo abierto, destacan la de Naica en Chihuahua, una de las más modernas del país; la de Fresnillo en Zacatecas, “la mina de plata más rica del mundo”; La Herradura en Sonora, “la mina de oro más grande de México”; La Ciénaga en Durango, la “mina de oro más rica de México”, y la de Rey de Plata en Guerrero, polimetálica. Estas dos últimas se cuentan entre las más importantes minas abiertas en los últimos años y para cuya explotación se concretaron alianzas con el capital extranjero. En exploración está Pinos Altos, en Chihuahua, una de las mayores reservas de oro del país, Francisco I. Madero en Zacatecas y Mezcala en Guerrero.

Entre sus 11 más importantes subsidiarias, además de las anteriores, se encuentran Química del Rey, Compañía Fresnillo, Minera

Mexicana La Ciénaga, Minera Rey de Plata, Minera Bismark, Minera La Negra, *Ferrirrey*, *Dolorrey*, etcétera. Por volumen, en 1999 obtuvo en su división metales 2 millones de kg de plata, 14 295 kg de oro, 144 000 ton de plomo y 119 000 de zinc.

Corporación Industrial SanLuis o SanLuis Corporación (Bolsa Mexicana de Valores, 2000e). La transnacionalización de este grupo ha sido una de las más sobresalientes del capital mexicano, a partir de la adquisición de la empresa estatal de autopartes Rassini Rheen en 1988 y las posteriores alianzas con el capital trasnacional: en 1990 con la empresa japonesa *NHK Spring*, líder mundial en suspensiones, y en 1994 con la italiana *Brembo* y la estadounidense *Hendrickson*, especializadas en frenos. Con este proceso se transformó en un capital más complejo al diversificar su producción de la minería a las autopartes, de las que es uno de los principales fabricantes del país. Sus asociaciones con el capital extranjero le permitieron adquirir tecnología e ingresar en el mercado trasnacional (*Expansión*, 02.12.1998:31). Hoy el grupo SanLuis es en lo fundamental industrial; registró ventas por 471 millones de dólares en 1999, 85% en el exterior. De las totales, la minería sólo le proporciona la quinta parte.

El éxito del grupo en la minería radica en que logró abatir sus costos, por lo que actualmente se encuentra entre los tres primeros productores mundiales con los costos de producción más bajos. Registró en 1999 un volumen de producción de 190,596 onzas de oro y 5.6 millones de onzas de plata y ventas netas de 61 millones de dólares. Esta producción fue más del triple que la obtenida en 1991.

Este grupo minero se asoció con la estadounidense *Hecla*; invirtió 25 millones de dólares en la mina Porvenir, cercana a Real de Asientos, Aguascalientes. Tiene también acuerdos con las empresas canadienses *Teck Resources* y *Cambior* (*El Financiero*, 11.09.1997:22).

Luismin tiene siete minas en Durango, Querétaro y en el estado de México; destacan las de Tayoltita, Santa Rita y San Antonio situadas en el Distrito de San Dimas, en el primer estado, uno de los más ricos en reservas de oro; la de San Martín en Querétaro y La Guitarra en el estado de México.

Autlán, empresa minera fundada en 1953 por capital extranjero, que al poco tiempo fue adquirida por la familia Madero Bracho, contó con participación minoritaria del sector público desde los años setenta, hasta 1993; sus principales actividades son la extracción de manganeso y la producción de ferroaleaciones. Actualmente pertenece al Grupo Ferrominero que es dueño de 81.2% del capital. El presidente del consejo de administración es José Antonio Rivero Larrea, el principal accionista del grupo. En ese mismo año adquirió la segunda compañía de ferroaleaciones del país (Ferroaleaciones de México que pertenecía al complejo siderúrgico estatal Sidermex) y ubicado en Gómez Palacio, Durango, con lo que de hecho adquirió el control de la producción nacional.

En 1994 estableció una alianza estratégica con la australiana BHP, la tercera empresa minera más grande del mundo, la cual posteriormente vendió sus acciones al grupo mexicano. Este también se asoció con *SKW Metals and Alloys* para comercializar sus productos en Estados Unidos y Canadá (Bolsa Mexicana de Valores, 2000f y g), años después con la empresa canadiense *Noranda* en el proyecto Atexcaco en exploración y con otras empresas nacionales. Con sus alianzas busca “crear nuevos canales de distribución, apertura de nuevos mercados, así como una mayor diversificación de sus productos y márgenes de producción y, por ende, reducción de costos” (*El Financiero*, 08.10.1999:34).

Es la primera empresa extractiva de manganeso de América Latina (mineral estratégico en la producción de acero), en la que trabajan 1 755 personas. En 1999 registró activos por 3 330 millones de pesos y pasivos por 905 millones; obtuvo ventas superiores a 1 000 millones de pesos, de las cuales 41% fue en el extranjero; sus clientes nacionales son las principales empresas siderúrgicas. Abastece cerca de 90% del mercado nacional y 10% del de Estados Unidos. La concentración de sus ventas se considera un factor de riesgo, ya que alrededor del 60% de sus ventas se concentra en sólo tres clientes.

Tiene 14 subsidiarias, varias de ellas inmobiliarias; ha incorporado a nuevas compañías, como Recuperadora de Escorias, Metcore México, Grupo Construcciones y Edificaciones, así como Servicios

de Administración de Proyectos. Sus principales explotaciones mineras, fundiciones y plantas de ferroaleaciones están en Molango y Nonoalco, Hidalgo; Tamós, Veracruz; Gómez Palacio, Durango; Teziutlán, Puebla, y Alabama, Estados Unidos.

Constituyó una empresa para realizar coinversiones con capital extranjero (*Siemens y General Electric*) para construir tres plantas hidreléctricas y generar electricidad para su propio consumo en sus instalaciones de Veracruz, Puebla y Durango. Otro de sus proyectos es la construcción de un manganosoducto de 230 km de longitud, de la mina de Molango, Hidalgo, a su planta procesadora en Tamós, Veracruz.

Uno de los ejes de la modernización de esta empresa es la reducción de costos en más de un 30%. Cuenta con el certificado ISO-9002 de calidad de producción y se proponía obtener el ISO-14000 sobre normas ambientales. En 1997 la Organización Latinoamericana de Minas otorgó un premio a Autlán por su eficiencia en el control de contaminantes.

Para continuar con su proceso de globalización se proponía adquirir la minera brasileña CVRD, “propietaria de grandes minas de manganeso y líder en los mercados de ferroaleaciones en el sur del continente”. Para ello entró en negociaciones con *Eckem* de Noruega y Ferroatlántica de España. También estaba interesada en Fesilven, productora de ferrosilicio y silicio metálico, una vez que se pusiera a la venta en Venezuela.

La problemática que enfrenta esta empresa, señala su presidente, radica en la reestructuración del mercado mundial, tanto productor como consumidor, que está modificando significativamente los precios internacionales.

El Grupo Acerero del Norte (www.gan.com.mx) se diversificó a partir de los procesos de privatización de la empresa pública. En 1992 adquirió el control del grupo estatal Altos Hornos de México (AHMSA) que incluía, entre otros y además de Altos Hornos de México en Monclova, el Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada en Colima, La Perla Minas de Fierro en Chihuahua, Minerales del Norte en Coahuila, parte de la Unidad de Aceros Planos en Monterrey

y una de las empresas de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas Las Truchas en Michoacán (Chávez, 1994). Posteriormente adquiere Agromex, productora de fertilizantes, localizada en Laguna Pajaritos, Coatzacoalcos, Veracruz; y Minera Carbonífera Río Escondido (Micare), la planta carboeléctrica de Coahuila.

Es líder en la producción nacional de acero, urea, carbón térmico y metalúrgico y en la extracción de mineral de hierro y bauxita. Tiene plantas en 19 entidades donde laboran alrededor de 26 000 personas. La división acero tiene capacidad de 3.85 millones de toneladas anuales de acero líquido, está integrada por AHMSA y subsidiarias, por lo que es la segunda empresa siderúrgica de América Latina.

En 1996 se asoció con *Nevada Goldfields Corporation*, empresa de capital canadiense, para la explotación de oro en Alaska y Nevada en Estados Unidos; en México extrae minerales preciosos en Real del Monte.

Este grupo tenía entre sus proyectos más importantes su participación en el megaproyecto del Istmo de Tehuantepec, ya que cuenta con un gran yacimiento de hierro de 350 millones de toneladas, en Santa María Zaniza, en la sierra sur de Oaxaca. El proyecto de complejo siderúrgico en Salina Cruz era, sin duda, el más ambicioso del país, pues se estimaba que podría generar 4 000 empleos directos y 20 000 indirectos. Incluía la explotación minera de hierro, la construcción de un ferroaducto, la generación eléctrica de autoconsumo a través de una central carboeléctrica y la instalación de varias plantas industriales (*El Financiero*, 26.11.1997:23; 09.01.1998:21).

El problema que enfrentó este proyecto fue el endeudamiento de AHMSA, parte medular del grupo, por lo que ha sido cancelado, y probablemente ha implicado una recomposición del capital del grupo como parte de la renegociación de la deuda.

Perspectivas

Las perspectivas para el sector a principios del nuevo siglo, están condicionadas, sin duda, por cuatro fenómenos: la recomposición del capital transnacional que avanza en su proceso de megafusiones,

con la consiguiente oligopolización del mercado internacional; el proceso de la desaceleración de la economía estadounidense y la frágil recuperación de la economía en los países de Asia, particularmente de Japón, que condiciona la demanda internacional de minerales; la dinámica del mercado nacional, marcada por los problemas de la industria siderúrgica, los altos costos de los insumos nacionales y la sobrevaluación del peso y, por último, el endeudamiento externo de los grupos mexicanos.

Se advierten graves problemas financieros en los capitales en el año 2001, acentuados por el incremento de los costos provocado por el elevado precio del gas en México, que en un año se triplicó, pues en el proceso de modernización estas industrias cambiaron su patrón energético a gas.

Autlán, por ejemplo, dejó de cotizar en febrero de 2001 en el mercado de valores de México por el incumplimiento del pago de un bono internacional y cerró dos de sus plantas en los primeros tres meses. Más grave aún, el grupo Alfa anunció en marzo del mismo año la posible venta de Hylsamex, “la joya de la familia”, pues el grado de endeudamiento que implicó su transnacionalización y el alto precio del gas, simultáneo a la contracción del crecimiento mundial provocado por la economía estadounidense, afectaron severamente sus ganancias y lo llevaron a varios paros técnicos y a una desocupación parcial. Todo lo cual está planteando a estas empresas la urgencia de emprender una nueva reestructuración.

Para evaluar la perspectiva de este sector sería necesario analizar los nuevos mecanismos de acumulación que se han integrado, la formación y dinámica de la tasa de ganancia, la productividad y la consecuente plusvalía de los trabajadores; el peso de la renta minera, la tecnología de operación y la logística en la formación de esa tasa de ganancia; así como la nueva escala de operación y administración, particularmente la inserción en el mercado internacional, tanto de capitales como de productos y servicios, y la viabilidad de su operación en el mercado continental “de las Américas”.

IV. LA PRODUCCIÓN MINERA ACTUAL

La producción minera depende de una serie de factores naturales, económicos y tecnológicos. En primera instancia, las características del yacimiento determinan la cantidad y calidad de mineral que puede extraerse según sea la ley de mena y, por ende, el tipo de beneficio a utilizar; asimismo, inciden en los costos de producción, ya que éstos varían según sea la disposición y configuración de las vetas, el tipo de roca encajonante, y el monto de las reservas comprobadas que tenga el yacimiento.

Los factores económicos que repercuten en la producción son de diversa índole. Por una parte, están los que derivan de la conformación propia del yacimiento: las características geológicas determinan la habilitación de cada mina, el tipo de minado y la infraestructura necesaria para iniciar las obras. Del mismo modo, ciertas particularidades regionales del sitio donde se ubica el yacimiento inciden en los costos de producción, por ejemplo: la distribución de la población local y sus niveles de capacitación que determinan la cantidad y calidad de la mano de obra disponible; la ubicación de centros urbanos en la región y la dotación de servicios; la cantidad y calidad de las vías de comunicación tanto dentro de la región como hacia fuera de ella; la localización de fuentes de agua y de energía; la cercanía de las fundiciones o bien de los mercados o puntos de embarque.

Por otra parte, el factor económico que más influye en los costos es la oscilación de los precios internacionales de los minerales, y que su principal mercado es el externo y un alza o una baja del pre-

cio ocasiona modificaciones de los ritmos de producción y se llega incluso a abrir o cerrar minas, acentuándose el carácter aleatorio de la actividad por esta razón.

Otros elementos a considerar son los de las fases posteriores al minado, es decir, los costos derivados de los procesos de beneficio y transformación de los minerales, la mayoría de los cuales se realiza a boca mina para eliminar los costos agregados del transporte de los minerales en bruto.

La producción actual sólo puede realizarse a niveles de competitividad económica si se lleva a cabo mediante la aplicación de nuevas tecnologías tanto en la fase de exploración, como durante la explotación y el beneficio. Los cambios en los modos de hacer las cosas han sido sorprendentes también en la actividad minera y, al igual que el método de patio de Bartolomé de Medina revolucionó la minería novohispana en el siglo XVI, los nuevos métodos de minado, la opción de explotación mediante tajos a cielo abierto con maquinaria pesada de gran capacidad, la construcción de enormes obras dentro de las minas subterráneas en las que se utiliza desde la fuerza de gravedad hasta los más sofisticados medios de transporte, han revolucionado la minería. Hoy es una actividad altamente mecanizada, con sistemas de minado diseñados y planeados mediante la informática, en la que el viejo minero experimentado, heredero de una tradición en el trabajo por generaciones, no tiene razón de ser y ha dado paso al nuevo obrero calificado: operador de draga, operador de *bulldozer*, operador de traseo. La ocupación de mano de obra se va reduciendo drásticamente: en 1960, la población activa minera era de cerca de 145 000 personas, mientras que para el año 2000, la fuerza de trabajo en minería no llegaba a cien mil trabajadores. De ellos, Coahuila era la entidad que registraba una mayor ocupación por los trabajos de las minas de carbón y de hierro. El segundo lugar corresponde al estado de Sonora y el tercero al Estado de México. Los datos de Tabasco y Veracruz se alteran porque se toma como población activa minera a los trabajadores de la industria del petróleo (Tabla 5; Figura 9).

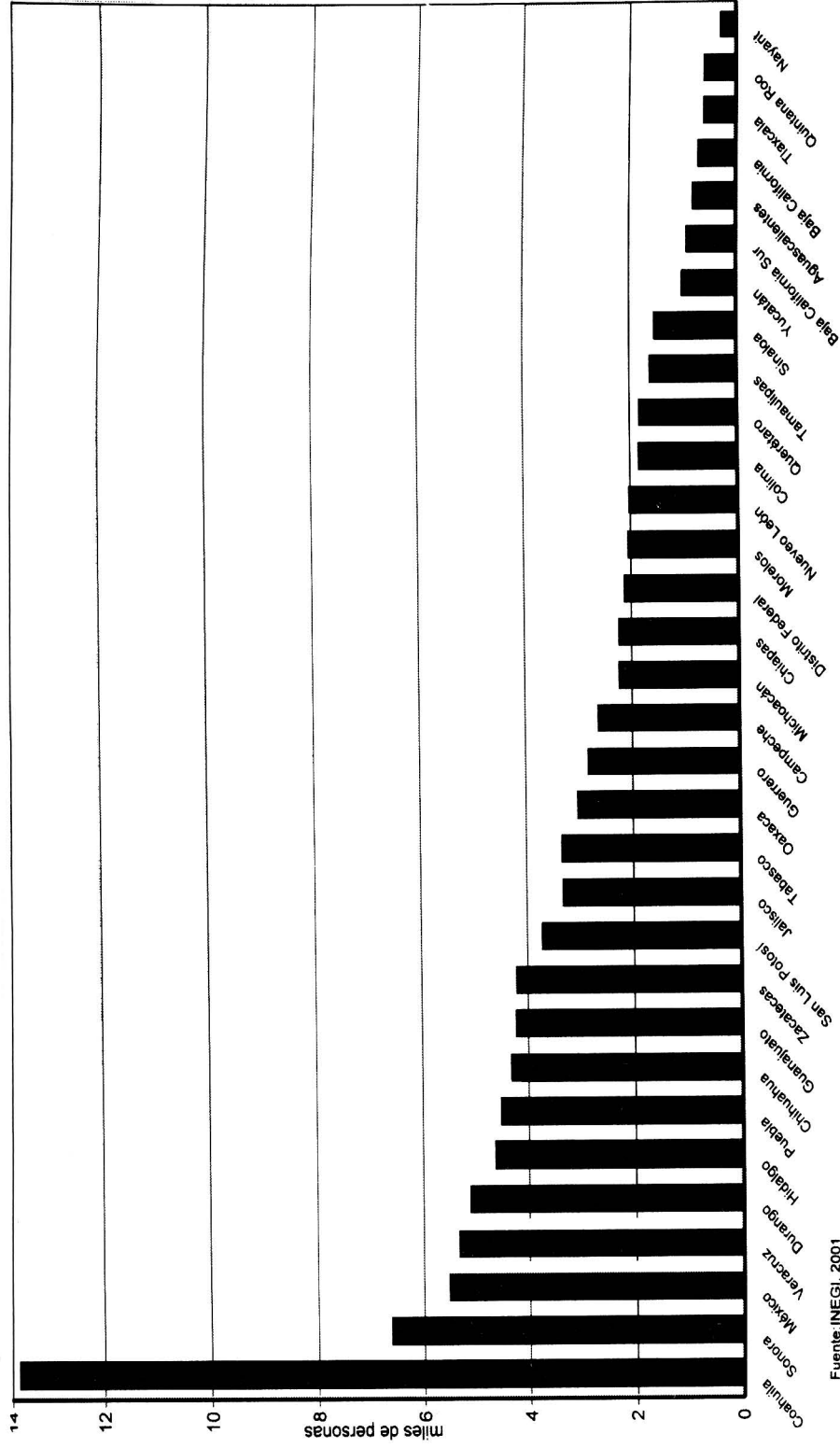


Figura 9. Población activa minera, 2000.

Fuente: INEGI, 2001
Elaboró: Ma. de Lourdes Godínez C.

Tabla 5. Población activa minera, 2000

Estado	PEA minera	Estado	PEA minera	Estado	PEA minera
Coahuila	13 863	Jalisco	3 342	Querétaro	1 857
Sonora	6 591	Tabasco	3 311	Tamaulipas	1 660
México	5 507	Oaxaca	3 027	Sinaloa	1 509
Veracruz	5 292	Guerrero	2 820	Yucatán	1 032
Durango	5 174	Campeche	2 651	Baja California Sur	929
Hidalgo	4 676	Michoacán	2 260	Aguascalientes	817
Puebla	4 503	Chiapas	2 198	Baja California	760
Chihuahua	4 355	Distrito Federal	2 130	Tlaxcala	581
Guanajuato	4 273	Morelos	2 018	Quintana Roo	577
Zacatecas	4 217	Nuevo León	2 011	Nayarit	371
San Luis Potosí	3 735	Colima	1 875	TOTAL	99 922

Fuente: INEGI, 2000b.

Un elemento que entra en el juego de los costos de producción en los últimos años, es el del control ambiental. En cuanto se tomó conciencia de los graves daños que ocasionan ciertas actividades al ambiente, se establecieron medidas de prevención y control y las grandes empresas mineras deben considerar el costo de estas medidas en el cómputo global de sus costos de producción (véase capítulo VI). Este hecho ayuda, en mucho, al liderazgo que mantienen las grandes empresas en la producción minera, ya que los pequeños y medianos mineros no poseen la capacidad económica suficiente para efectuar las obras de control y los monitoreos ambientales que las leyes indican.

La denominada gran minería mexicana, conformada por las empresas que se han mencionado en el capítulo anterior, es responsable de entre el 80 y el 100% de la producción de molibdeno, manganeso, fosforita, cadmio, cobre, carbón, zinc, plomo, hierro, plata y sal. Por el contrario, a la mediana minería (por otra parte muy relacionada con la anterior) le corresponde la totalidad de la producción de estroncio (celestita), feldespatos, fluorita, sílice y yeso. La pequeña minería tiene una participación importante en la producción de caolín y en mucho menor medida en la de grafito. Contribuye con un

IV. LA PRODUCCIÓN MINERA ACTUAL

La producción minera depende de una serie de factores naturales, económicos y tecnológicos. En primera instancia, las características del yacimiento determinan la cantidad y calidad de mineral que puede extraerse según sea la ley de mena y, por ende, el tipo de beneficio a utilizar; asimismo, inciden en los costos de producción, ya que éstos varían según sea la disposición y configuración de las vetas, el tipo de roca encajonante, y el monto de las reservas comprobadas que tenga el yacimiento.

Los factores económicos que repercuten en la producción son de diversa índole. Por una parte, están los que derivan de la conformación propia del yacimiento: las características geológicas determinan la habilitación de cada mina, el tipo de minado y la infraestructura necesaria para iniciar las obras. Del mismo modo, ciertas particularidades regionales del sitio donde se ubica el yacimiento inciden en los costos de producción, por ejemplo: la distribución de la población local y sus niveles de capacitación que determinan la cantidad y calidad de la mano de obra disponible; la ubicación de centros urbanos en la región y la dotación de servicios; la cantidad y calidad de las vías de comunicación tanto dentro de la región como hacia fuera de ella; la localización de fuentes de agua y de energía; la cercanía de las fundiciones o bien de los mercados o puntos de embarque.

Por otra parte, el factor económico que más influye en los costos es la oscilación de los precios internacionales de los minerales, ya que su principal mercado es el externo y un alza o una baja del pre-

cio ocasiona modificaciones de los ritmos de producción y se llega incluso a abrir o cerrar minas, acentuándose el carácter aleatorio de la actividad por esta razón.

Otros elementos a considerar son los de las fases posteriores al minado, es decir, los costos derivados de los procesos de beneficio y transformación de los minerales, la mayoría de los cuales se realiza a boca mina para eliminar los costos agregados del transporte de los minerales en bruto.

La producción actual sólo puede realizarse a niveles de competitividad económica si se lleva a cabo mediante la aplicación de nuevas tecnologías tanto en la fase de exploración, como durante la explotación y el beneficio. Los cambios en los modos de hacer las cosas han sido sorprendentes también en la actividad minera y, al igual que el método de patio de Bartolomé de Medina revolucionó la minería novohispana en el siglo xvi, los nuevos métodos de minado, la opción de explotación mediante tajos a cielo abierto con maquinaria pesada de gran capacidad, la construcción de enormes obras dentro de las minas subterráneas en las que se utiliza desde la fuerza de gravedad hasta los más sofisticados medios de transporte, han revolucionado la minería. Hoy es una actividad altamente mecanizada, con sistemas de minado diseñados y planeados mediante la informática, en la que el viejo minero experimentado, heredero de una tradición en el trabajo por generaciones, no tiene razón de ser y ha dado paso al nuevo obrero calificado: operador de draga, operador de *bulldozer*, operador de trasevado. La ocupación de mano de obra se va reduciendo drásticamente: en 1960, la población activa minera era de cerca de 145 000 personas, mientras que para el año 2000, la fuerza de trabajo en minería no llegaba a cien mil trabajadores. De ellos, Coahuila era la entidad que registraba una mayor ocupación por los trabajos de las minas de carbón y de hierro. El segundo lugar corresponde al estado de Sonora y el tercero al Estado de México. Los datos de Tabasco y Veracruz se alteran porque se toma como población activa minera a los trabajadores de la industria del petróleo (Tabla 5; Figura 9).

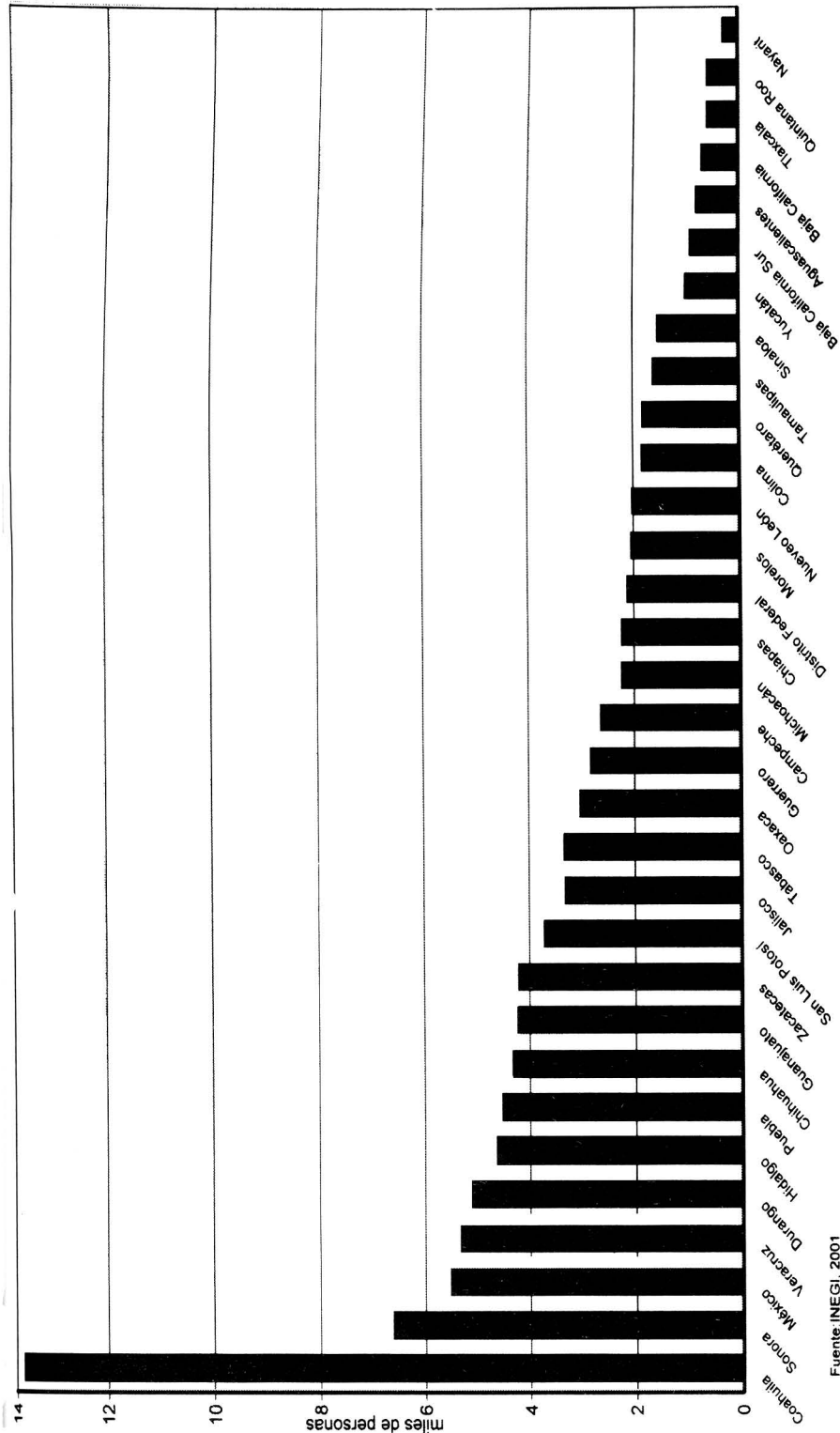


Figura 9. Población activa minera, 2000.

Fuente: INEGI, 2001
Elaboró: Ma. de Lourdes Godínez C.

Tabla 5. Población activa minera, 2000

Estado	PEA minera	Estado	PEA minera	Estado	PEA minera
Coahuila	13 863	Jalisco	3 342	Querétaro	1 857
Sonora	6 591	Tabasco	3 311	Tamaulipas	1 660
México	5 507	Oaxaca	3 027	Sinaloa	1 509
Veracruz	5 292	Guerrero	2 820	Yucatán	1 032
Durango	5 174	Campeche	2 651	Baja California Sur	929
Hidalgo	4 676	Michoacán	2 260	Aguascalientes	817
Puebla	4 503	Chiapas	2 198	Baja California	760
Chihuahua	4 355	Distrito Federal	2 130	Tlaxcala	581
Guanajuato	4 273	Morelos	2 018	Quintana Roo	577
Zacatecas	4 217	Nuevo León	2 011	Nayarit	371
San Luis Potosí	3 735	Colima	1 875	TOTAL	99 922

Fuente: INEGI, 2000b.

Un elemento que entra en el juego de los costos de producción en los últimos años, es el del control ambiental. En cuanto se tomó conciencia de los graves daños que ocasionan ciertas actividades al ambiente, se establecieron medidas de prevención y control y las grandes empresas mineras deben considerar el costo de estas medidas en el cómputo global de sus costos de producción (véase capítulo VI). Este hecho ayuda, en mucho, al liderazgo que mantienen las grandes empresas en la producción minera, ya que los pequeños y medianos mineros no poseen la capacidad económica suficiente para efectuar las obras de control y los monitoreos ambientales que las leyes indican.

La denominada gran minería mexicana, conformada por las empresas que se han mencionado en el capítulo anterior, es responsable de entre el 80 y el 100% de la producción de molibdeno, manganeso, fosforita, cadmio, cobre, carbón, zinc, plomo, hierro, plata y sal. Por el contrario, a la mediana minería (por otra parte muy relacionada con la anterior) le corresponde la totalidad de la producción de estroncio (celestita), feldespato, fluorita, sílice y yeso. La pequeña minería tiene una participación importante en la producción de caolín y en mucho menor medida en la de grafito. Contribuye con un

porcentaje muy pequeño en la producción de algunos de los metales (Dirección General de Minas, 1998). Como ya se señalaba en el capítulo anterior, la participación relativa de estos tres sectores se ha ido modificando, en particular en los últimos diez años, a favor de la gran minería y en detrimento de los pequeños y medianos mineros.

La riqueza de los recursos mineros del país permite que México aun ocupe en el año 2000 un lugar destacado en la producción mundial de dieciséis minerales: el primero en plata, bismuto y celestita; el segundo en fluorita; el cuarto lugar mundial en arsénico, cadmio, grafito y molibdeno; el quinto en zinc, plomo y diatomita; el séptimo lugar en sal; el octavo en feldespatos, manganeso y barita y el noveno en yeso. Otras producciones importantes son la de cobre, en la que el país ocupa el onceavo lugar, y la de azufre con el décimotercer lugar (Dirección General de Minas, 2001).

La producción varía año con año de acuerdo tanto con las condiciones específicas de los yacimientos, como y de modo fundamental, por las oscilaciones de la demanda y de los precios internacionales de los minerales. El año 2000, por ejemplo, registró una baja en los precios del oro, la plata, el plomo, y un alza moderada en los precios del cobre y del zinc, respecto a los registrados en 1999. Las oscilaciones repercutieron en el cierre de minas y en incrementos y descensos de la producción a escala mundial, fenómenos a los que México no escapa, y que agudizan el carácter aleatorio de la actividad minera. Por ello, es conveniente analizar la producción no sólo de un año dado, sino observar su comportamiento a lo largo de un período.

En el 2000, la producción de minerales metálicos y no metálicos¹ en México alcanzó un valor de 28 857 millones de pesos a precios corrientes. El 22% de ese valor lo generó la producción de cobre; la plata y el zinc participaron con un 14.3% del valor respectivamente, mientras que el carbón alcanzó cerca del 19% del total. El oro participó con el 7.6% del valor (INEGI, 2001). Se puede considerar que los

¹ Se utiliza la clasificación que utiliza la Dirección General de Minas en sus estadísticas: minerales metálicos y no metálicos, metales preciosos e industriales, minerales siderúrgicos, etcétera.

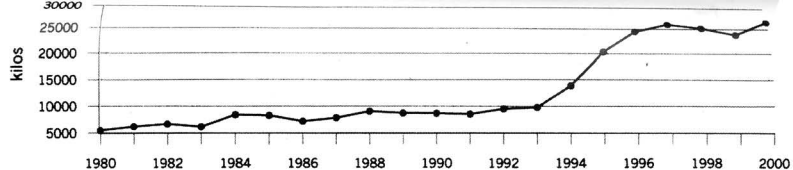
cinco minerales metálicos más importantes son el oro, la plata, el cobre, el zinc y el plomo, este último por asociarse generalmente a la plata y el zinc; pero su participación en la producción nacional oscila, como ya se ha dicho, de manera notable y la evolución de la producción entre 1980 y 1999 varía según cada mineral (Figura 10).

La producción de oro en 1980 fue de 5 478 kg, pero una década más tarde su producción había crecido de tal modo que casi se duplicó en 1990. De ese momento al presente, la apertura de nuevas minas sobre todo en localidades del noroeste del país, muchas de ellas de capital canadiense y estadounidense, ha dado lugar a una tendencia de incremento continuo en la producción del mineral: en 1994, se alcanzaron 13 888 kg; en 1995 se produjeron 20 325 kg y el máximo se obtuvo en 1997 con 26 001 kg. En 1999 la producción bajó a 24 000 kg (Figura 11).

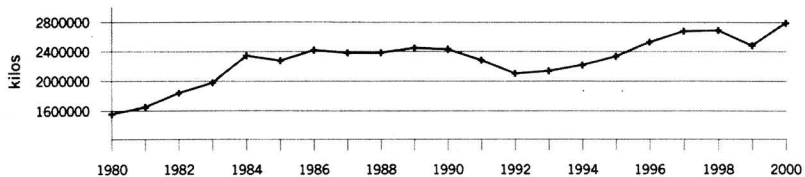
La producción de plata ha seguido un camino semejante; en 1980 se obtuvieron 1 556 794 kg; en 1990 se alcanzaron 2 428 000 kg y en 1998 se produjo el máximo del periodo con 2 687 508 kg. Al igual que en el caso del oro, la producción de plata se redujo en 1999 a 2 483 440 kg (Figura 12).

En 1980, la producción de cobre fue de unas 184 mil ton; en 1984 fue de poco más de 300 mil, fecha a partir de la cual hubo un descenso en la producción, la que volvió a incrementarse a partir del año 1990 cuando alcanzó un máximo de 390 mil ton en 1997 como resultado de las inversiones realizadas en Cananea y La Caridad. En 2000 la producción fue de 382 mil ton. El zinc tiene un comportamiento semejante, con ligeras modificaciones en cuanto al monto de la producción, pero pasó de 235 mil ton en 1980 a 369 mil en 2000. Por el contrario, la producción de plomo muestra una tendencia descendente ya que en 1980 se produjeron 147 mil ton de mineral; en 1984 alcanzó un máximo con 202 mil ton, pero para 2000 la producción se redujo a 128.4 mil ton (INEGI, 2001).

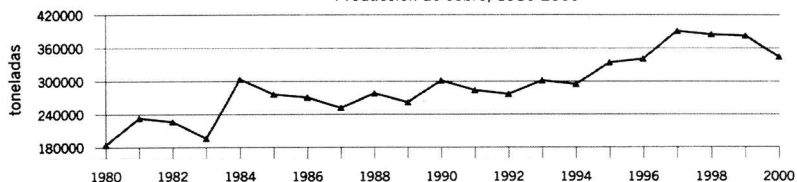
Otros minerales tienen comportamientos semejantes. Cabe destacar otros casos. Así, la producción de antimonio, otrora mineral de gran importancia en México, pasó de 2 614 ton en 1990 a tan sólo 110 en el año 2000 y la producción de arsénico se redujo a la mitad en esa



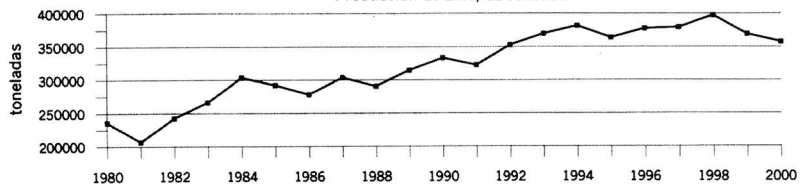
Producción de plata, 1980-2000



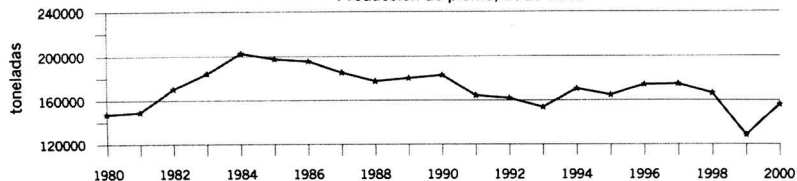
Producción de cobre, 1980-2000



Producción de zinc, 1980-2000



Producción de plomo, 1980-2000



Fuente: INEGI, 1980 A 2000
Elaboró: Ma. de Lourdes Godínez C.

Figura 10. Producción minera 1980-2000.

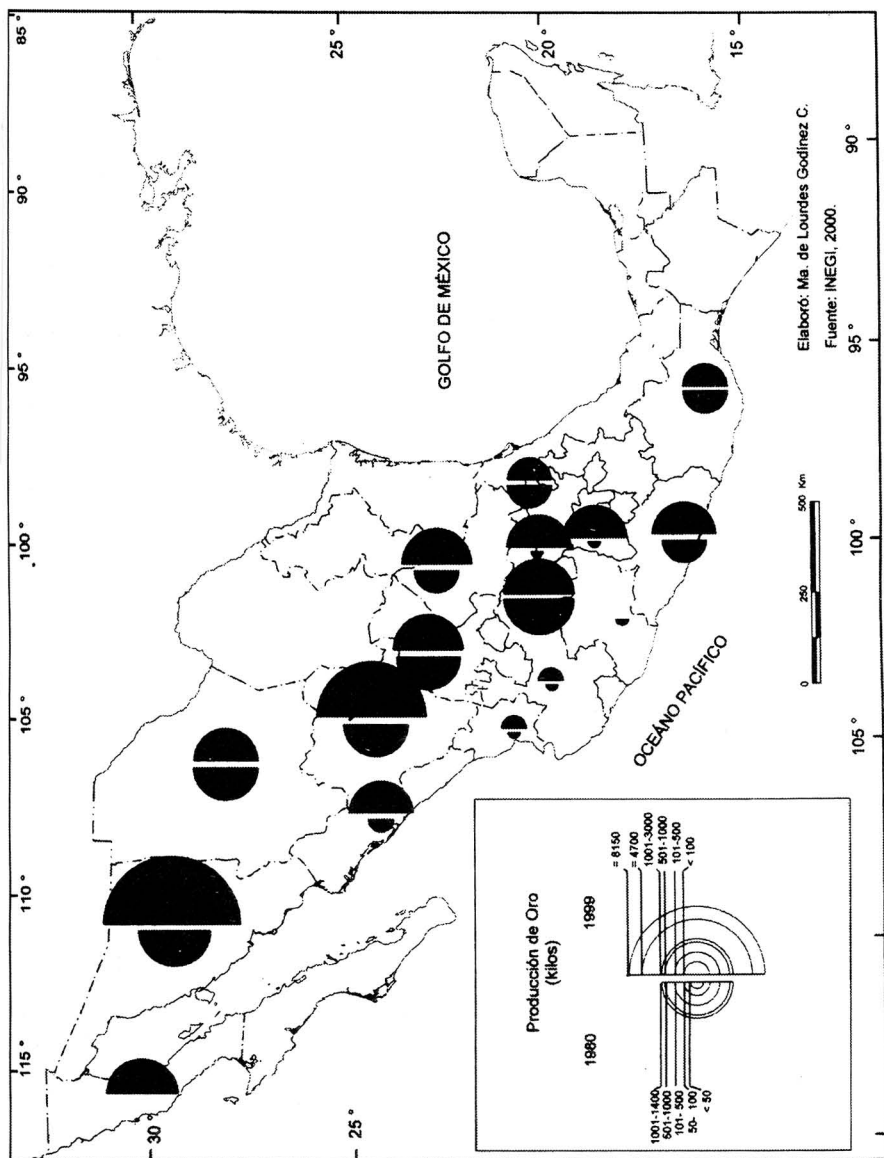
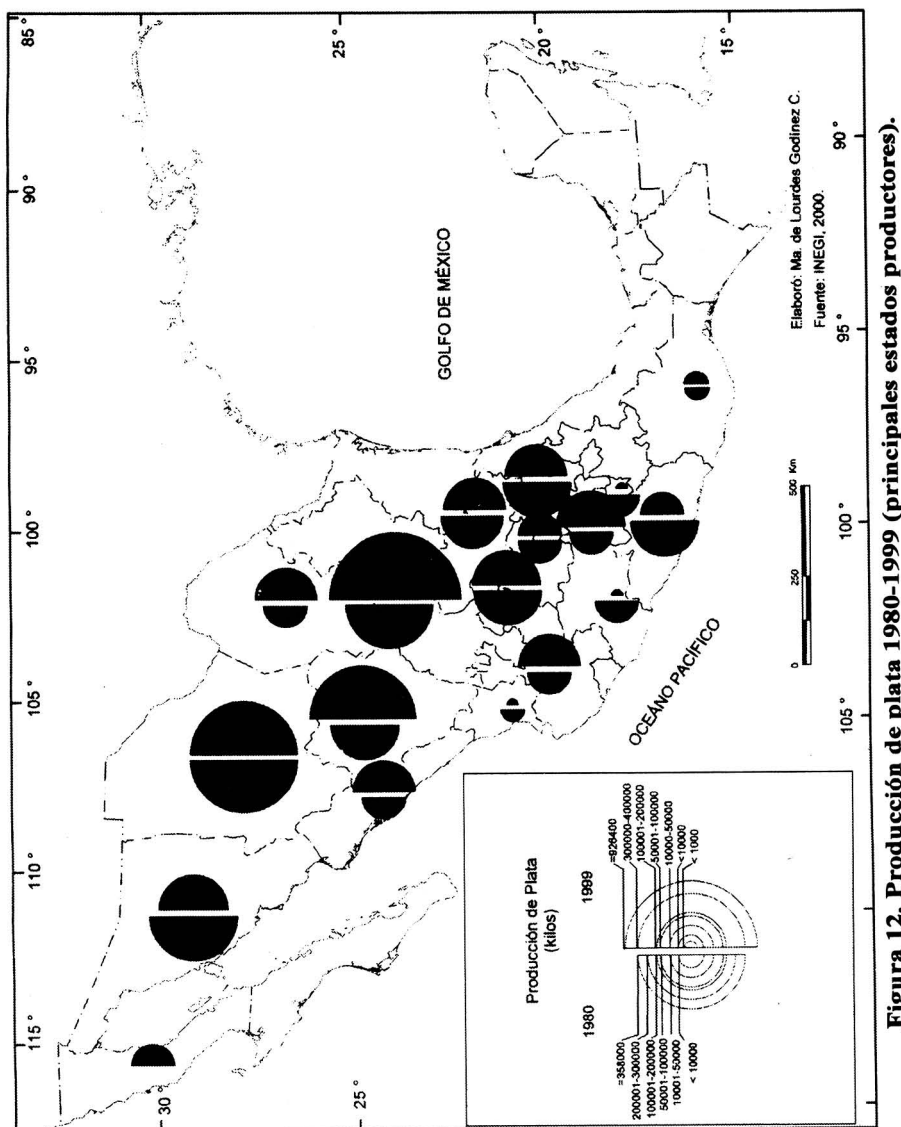


Figura 11. Producción de oro 1980-1999 (principales estados productores).



década. Por el contrario, la producción de carbón casi se duplicó, de 4.2 millones de ton en 1990 a 7.3 millones en 2000 con la apertura de las nuevas minas de GAN en Coahuila; la de celestita pasó de 51 mil ton a 148 mil en esos diez años, la de molibdeno se incrementó de 2 mil a 6 726 ton. Obviamente, los valores correspondientes sufrieron los mismos cambios, si bien se matizan por las oscilaciones en los precios internacionales. Por ejemplo, el valor de la producción de arsénico se incrementó al doble a pesar de la reducción en el volumen de la producción; el valor de la producción de cobre se triplicó al pasar de 2.2 millones a 6.3 y el valor del coque pasó de 590 mil pesos a 3.4 millones en esos diez años. Otro cambio dramático es el del valor del zinc, el cual, a pesar de un ligero incremento en el volumen, pasó de un millón a 4.2 millones en el mismo lapso (Tabla 6).

Tabla 6. Volumen y valor de la producción minera, 1990 – 2000 (principales minerales)

Mineral	Volumen 1990	Volumen 2000	Valor 1990	Valor 2000
Antimonio	2 614	110	13 302	1 563
Arsénico	4 809	2 468	9 101	18 518
Barita	305 716	155 679	62 324	113 736
Carbón mineral	4 219 841	7 369 468	316 488	1 766 841
Celestita	51 306	148 336	10 821	74 341
Cobre	298 695	344 551	2 272 102	6 307 610
Fierro	5 327 890	6 794 778	449 386	1 547 544
Fluorita	633 814	543 581	225 839	688 767
Molibdeno	2 001	6 726	34 386	433 321
Plomo	177 279	155 940	505 578	1 414 730
Yeso	2 814 439	3 581 222	88 542	462 150
Zinc	322 487	357 161	1 495 221	4 148 890
Oro	8 548	26 557	296 548	2 253 786
Plata	2 351 561	2 789 799	1 021 692	4 202 179

Volumen: en kilos para oro y plata; en toneladas para los demás minerales.

Valor: en millones de pesos corrientes.

Fuente: INEGI, 2001.

Más de la mitad de la producción minera nacional corresponde a tan sólo tres entidades federativas: Sonora, que produce el 26% del valor total nacional, Coahuila, que contribuye con el 14.3%, Chihuahua con el 13.4% y Zacatecas con el 12%. Otros estados de importancia minera son San Luis Potosí, Durango y Michoacán (6.8, 5.9 y 4.9% del valor total nacional respectivamente). A su vez, cada uno de los estados participa con diferentes montos en la producción de los principales minerales: en Sonora se concentra la producción de cobre (83.1%); la producción de carbón corresponde a Coahuila con el 76.5% del total nacional. El 57.3% del plomo se produce en Chihuahua; Zacatecas y Durango producen el 13.4 y el 8.3% del valor total respectivamente. El 34.3% de la plata se genera en Zacatecas; el 34.6 del hierro se extrae en Coahuila y el 32.3% en Colima; el 74.5% de la fluorita se obtiene en San Luis Potosí y Nuevo León contribuye con el 69% de la barita nacional (Tabla 7; Figuras 13 y 14).

Si bien la riqueza mineral del país es tal que prácticamente se encuentran minerales metálicos y no metálicos en todos los estados, la producción de importancia se concentra en tan solo unas 25 unidades mineras ubicadas en 13 estados. Estas unidades son las principales productoras de oro, plata, zinc, cobre y plomo. Destacan entre ellas las del estado de Chihuahua: Aquiles Serdán, Ascensión, San Francisco del Oro, Santa Bárbara y Saucillo; el distrito de Guanajuato; los de San Dimas y Santiago Papasquiaro en el estado de Durango, y los que se encuentran en Zacatecas: Fresnillo, Mazapil y Sombretete y los de Caborca, La Colorada, Santa Ana, Cananea y Nacozari en Sonora (Figura 15; Dirección General de Minas, 1999).

Desde la década de los años ochenta se ha agudizado el proceso de concentración de la producción minera en unas cuantas empresas con capacidad financiera y tecnológica, muchas veces asociadas al capital extranjero. La mediana y pequeña minerías, como ya se ha visto, participan en la producción de algunos minerales, generalmente no metálicos. No obstante, estas pequeñas empresas tienen un cierto impacto a escala regional en virtud de su capacidad de generar empleos a bajo costo, y pueden ser impulsadas a través de planes como los denominados de “minería social” en los que participa la Secretaría de Economía del gobierno federal.

Tabla 7. Valor de la producción minera estatal de los nueve principales minerales, 2000

Estado	Valor estatal	Plata	Oro	Cobre	Plomo	Zinc	Carbón	Fierro	Fluorita	Azufre
Sonora	6 226	191	757	5 245	0	0	0	0	0	0
Coahuila	3 482	109					2 643	536	175	
Chihuahua	3 287	588	35	219	811	1 633				
Zacatecas	2 939	1 419	80	378	190	863				
San Luis Potosí	1 663	150	92	252		633			498	
Durango	1 440	590	501	34	118	180			15	
Michoacán	1 202			95				296		
México	675	217	70		71	279				
Guanajuato	590	308	270							
Colima	500							500		
Guerrero	338	88	56		45	144				
Tabasco	253						253			
Baja California	220	40	180							
Sinaloa	201	98	56	13	15	20				
Jalisco	188							188		
Chiapas	169									169
Querétaro	118	38	80							
Nuevo León	97									19
Oaxaca	45	8	9							27
Veracruz	26									26
Tamaulipas	14									14
Total nacional	24 449	4 130	2 218	6 307	1 414	4 148	2 643	1 547	668	564

* Valor de la producción en millones de pesos corrientes.

Fuente: INEGI, 2001.

En la Tabla 8 se indican las unidades mineras que iniciaron operaciones o se reabrieron en los últimos diez años, lo que explica el incremento que experimentó la producción de ciertos minerales (oro, plata, zinc) y la importancia adquirida por algunas empresas y ciertos estados del país en la producción minera en dicho periodo.

La gran minería está prácticamente controlada por seis grupos privados junto con otros consorcios y las empresas de capital extranjero que ya se han mencionado en el capítulo anterior. Estos grandes consorcios, Peñoles, Grupo México, Corporación Industrial SanLuis, Carso, Grupo Acerero del Norte e Hylsa, se distribuyen geográficamente en la siguiente forma:

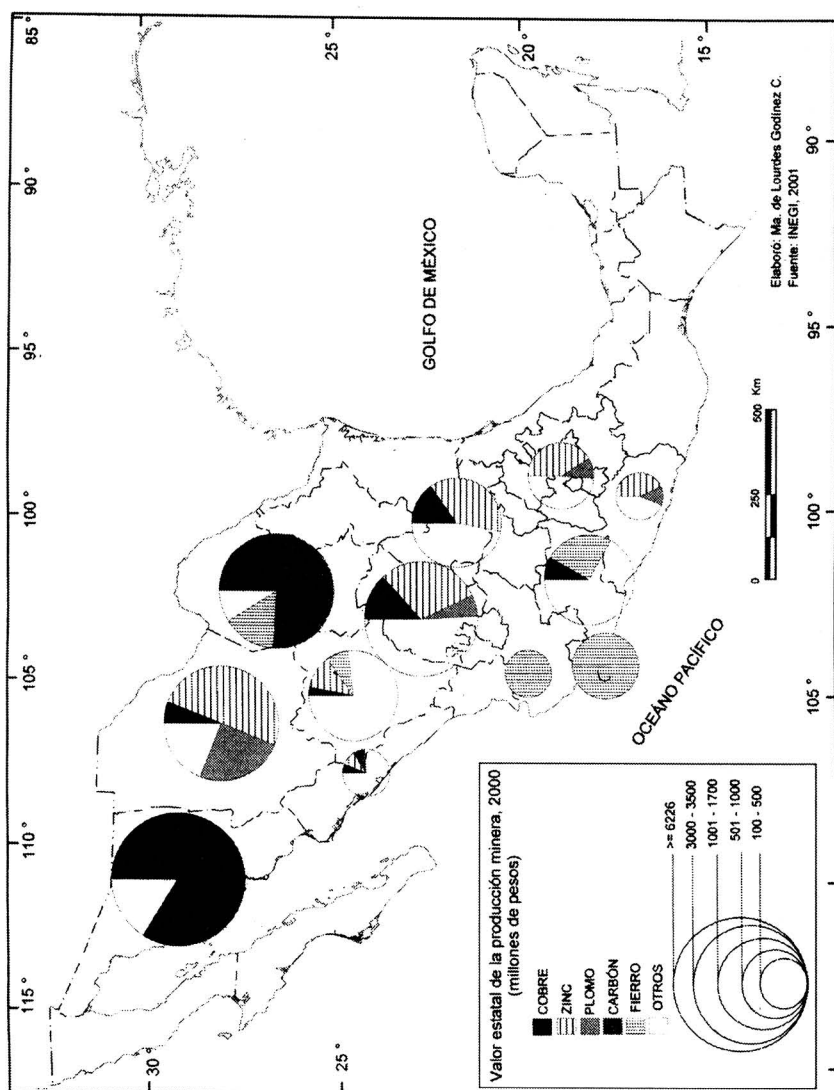


Figura 13. Valor de la producción de minerales industriales y siderúrgicos, 2000.

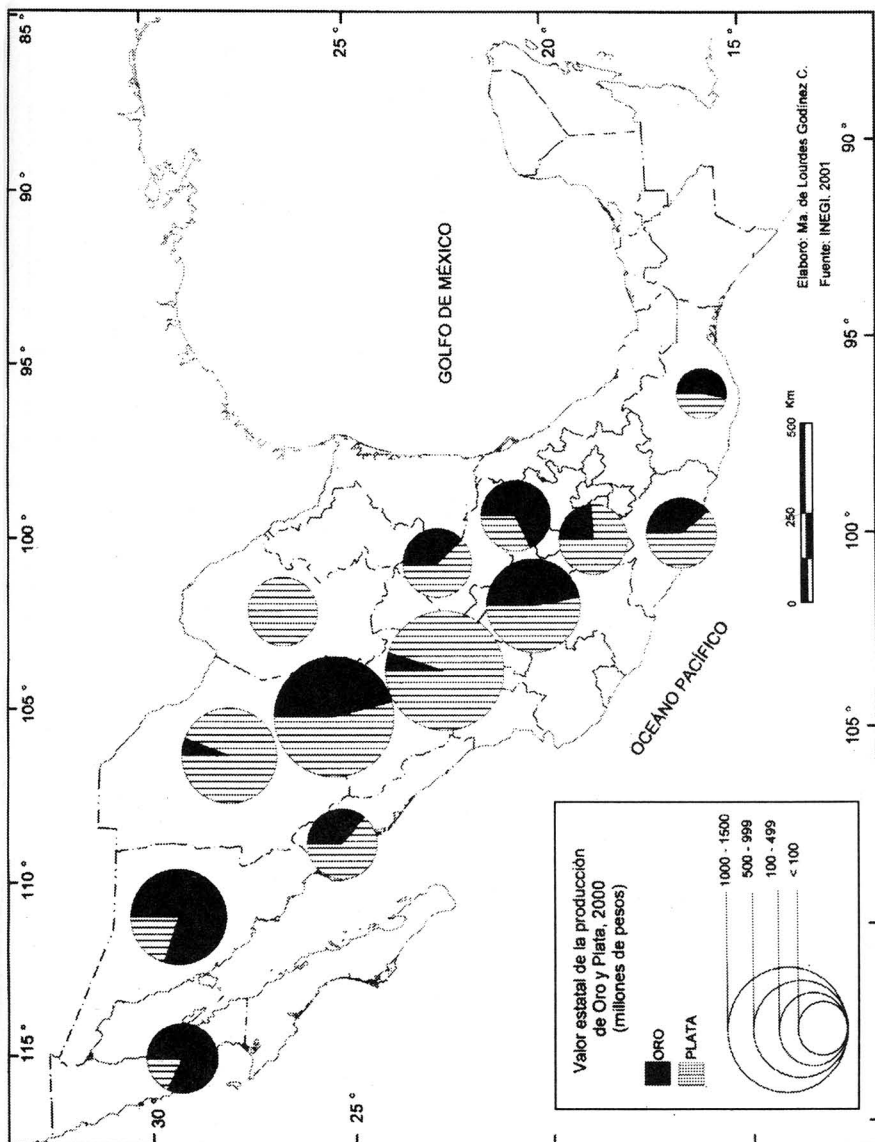


Figura 14. Valor de la producción de oro y plata, 2000.

**Tabla 8. Unidades mineras que iniciaron operaciones
entre 1992 y 2001**

Unidad minera	Estado	Grupo / empresa	Año de inicio de operaciones	Tipo de mineral
San Felipe	Baja California	Frisco (Carso)	1994	Oro, plata
La Testera	Baja California Sur	Tepmin	1998	Oro, plata
Bismark	Chihuahua	Peñoles	1992	Oro, plomo, zinc, cobre
San Francisco, Moris	Chihuahua	Minera Manhattan	1996	Oro, plata
Terrenates	Chihuahua	Cía. Minera Autlán	1996	Manganeso
La Cieneguita	Chihuahua	<i>Glamis Gold Ltd.</i>	1996	Oro, plata
La Perla (reapertura)	Chihuahua	GAN	1997	Hierro
Tajo Nueva Rosita	Coahuila	Gmexico	1999	Carbón
Mina V MICARE	Coahuila	GAN	2000	Carbón
La Ciénega	Durango	Peñoles	1994	Oro, plata, plomo
Cerro de Mercado (reapertura)	Durango	GAN	1997	Hierro
Rey de Plata	Guerrero	<i>Peñoles-Dowa Mining-Sumimoto</i>	2000	Oro, plata, plomo, Zinc, cobre
Independencia	Guerrero	<i>Miranda Mining Development Corp.</i>	2000	Oro, plata
Tizapa	México	<i>Peñoles-Dowa Mining-Sumimoto</i>	1994	Oro, plata, plomo, Zinc, cobre
San Martín	Querétaro	Comermin-Corporación SanLuis	1993	Oro, plata
La Negra (reapertura)	Querétaro	Peñoles	1995	Plata, zinc, plomo, oro
La Trinidad	Sinaloa	Extracciones Eldorado	1996	Oro
La Choya	Sonora	Minera Hecla	1994	Oro, plata
La Colorada	Sonora	Extracciones Eldorado	1994	Oro
Amelia	Sonora	Minera Roca Roja	1995	Oro, plata
San Francisco	Sonora	Geomaque de México	1996	Oro, plata
Lluvia de Oro	Sonora	<i>Great Lakes Minerals</i>	1996	Oro
La Herradura	Sonora	<i>Peñoles-Newmont Company (Minera Penmont)</i>	1998	Oro
Pilares	Sonora	<i>Nyco Minerals Inc.</i>	1998	Wollastonita
Mulatos	Sonora	Minera Augusto <i>(Placer Dome-Kennecott)</i>	2000	Oro
Francisco I. Madero	Zacatecas	Peñoles	2001	Zinc, plomo, plata

Fuente: SECOFI y Secretaría de Economía, 1995 a 2001.

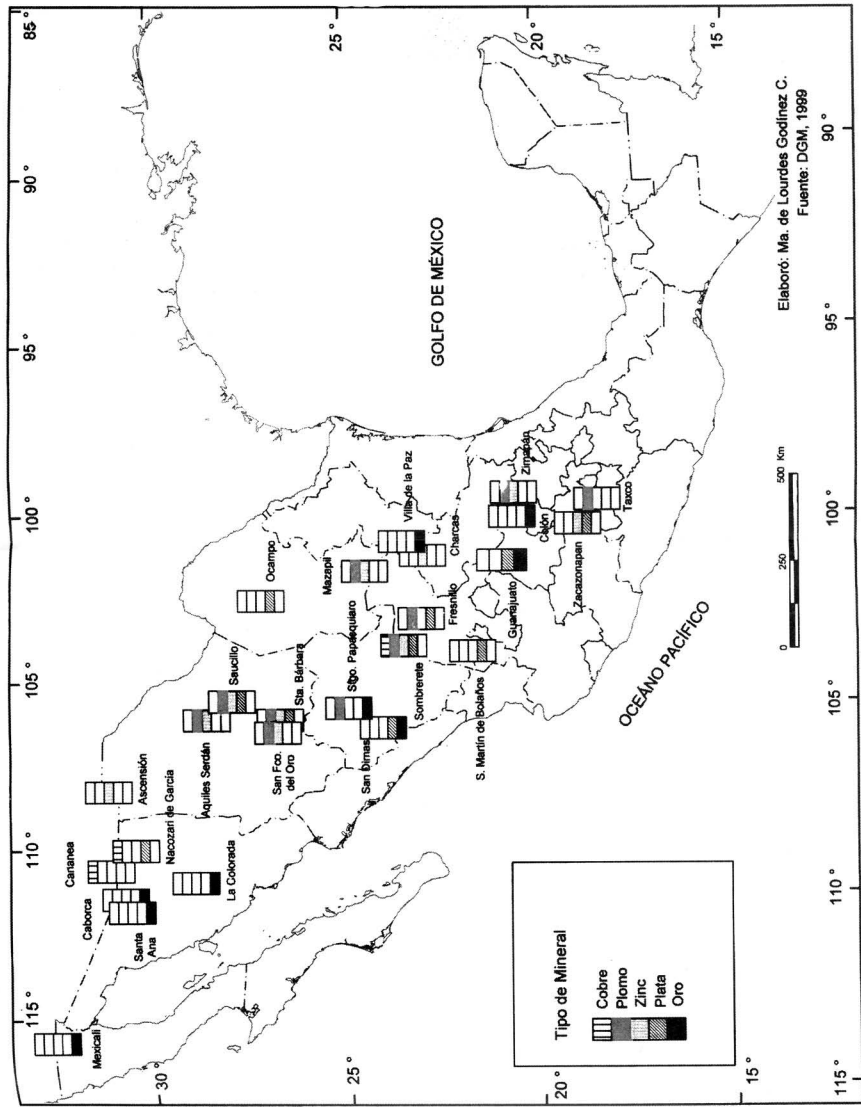


Figura 15. Principales unidades mineras productoras en 1999.

camente por casi todo el país, si bien predomina su presencia en los estados con mayor riqueza minera. Cinco de ellos, excepto Hylsa, poseen minas y plantas en Chihuahua y Durango. En Michoacán tan sólo el grupo Carso no está representado, mientras que en Sonora no participan SanLuis ni Hylsa (Figura 16). Los dos más importantes, Grupo México y Peñoles son los que tienen una mayor presencia geográfica en el país; a ellos se añade la Corporación Industrial SanLuis, con el crecimiento más dinámico y una actividad exploradora muy importante en los últimos diez años. A cada grupo corresponde un número determinado de empresas mineras, tanto de exploración como de explotación. Sobresale SanLuis, con 39 empresas, Peñoles con 28 y Grupo Acerero del Norte con 25. Carso y Grupo México tienen 23 y 22 empresas, respectivamente, e Hylsa tan sólo 11 (Dirección General de Minas, 2001, Consejo de Recursos Minerales, 2001).

La fase de producción minera es precedida por la de exploración y valoración de los recursos minerales. Para ello, es necesario determinar las denominadas reservas mineras, labor que era realizada en forma exclusiva por el Consejo de Recursos Minerales hasta hace unos años, y contar posteriormente con la concesión que otorga el gobierno federal para tal fin. En 2000 se habían otorgado 21 903 concesiones de las cuales 55% eran para exploración y 45% para explotación. Representaban 23.7 millones de ha, superficie menor que la concesionada el año anterior que fue de 31.1 millones de ha. La quinta parte de la superficie concesionada correspondió al estado de Sonora, mientras que Chihuahua y Zacatecas participaron con un 11%, respectivamente.

Las empresas que hoy día se dedican a la fase de exploración y validación de los recursos mineros en el país son también, en su mayoría, de capital extranjero o bien se forman asociaciones estratégicas entre empresas privadas nacionales y extranjeras con ese fin: las *joint ventures*. Destacan las de capital canadiense que operan en Baja California Sur, Chihuahua, Guerrero, Estado de México, Michoacán, Puebla, Sonora y Veracruz. Las empresas exploradoras norteamericanas se encuentran sobre todo en el Estado de México,

Tabla 9. Proyectos mineros más importantes en exploración o desarrollo

Proyecto	Estado	Grupo/Empresa	Tipo de mineral
Cerro de San Pedro	San Luis Potosí	Minera San Xavier (<i>Cambior-metallica Resources</i>)	oro, plata
El Arco	Baja California	GMéxico	cobre, oro
Bolaños	Jalisco	GMéxico	oro, plata, cobre, plomo, zinc
Anganguero	Michoacán	GMéxico	oro, plata, plomo, zinc
Buenavista	Sonora	GMéxico	plata, cobre, zinc
El Porvenir	Aguascalientes	Corporación <i>SanLuis-Teck Corporation</i>	oro
León 1	Guanajuato	GMéxico	oro, plata
San Antón de las Minas	Guanajuato	Corporación SanLuis	oro, plata
Ventanas	Durango	Corporación SanLuis	oro, plata
San Pedrito	Queretaro	Corporación SanLuis	plata, oro
El Oro	México	Corporación <i>SanLuis-Teck Corporation</i>	oro, plata
Milpillas	Sonora	Peñoles	cobre
Mezcala	Guerrero	<i>Peñoles-Newmont Gold Company</i> (Minera Penmont)	oro
Pinos Altos	Chihuahua	Peñoles	oro
León 2/3	Guanajuato	Peñoles	oro
Norte de Sonora	Sonora	Peñoles-Codelco	cobre

Fuente: INEGI, 2000b.

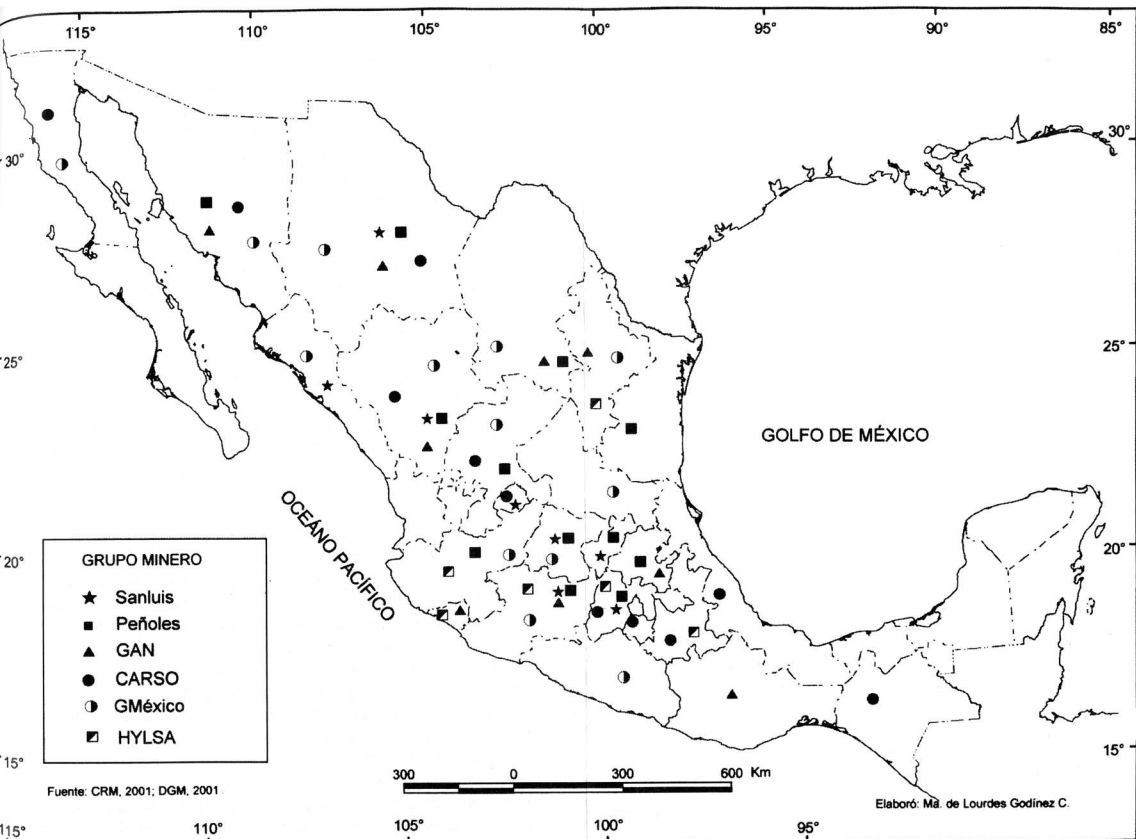


Figura 16. Principales grupos empresariales. (distribución estatal).

en Michoacán y en Sonora. Otros países participan en la exploración: Australia, en Oaxaca y Sonora; Chile, en Sonora; Francia, en Veracruz; y Bélgica en Baja California Sur (Dirección General de Minas, 1999). A finales del año 2000 había 504 empresas registradas con inversión extranjera directa en minería, de las cuales 42.2% eran canadienses y 39.5% estadounidenses. Tan solo el estado de Sonora captó las cuatro quintas partes de las inversiones (Secretaría de Economía, 2001).

El mercado de los productos minerales mexicanos es, fundamentalmente, externo. No obstante, la importancia de la minería en la balanza comercial del país es muy reducida actualmente a diferencia de otras épocas, cuando los minerales eran el principal producto de exportación, junto con otras materias primas agrícolas. Además, esa balanza es deficitaria, ya que se importan minerales por un valor superior a lo que se exporta por las diferencias en valor agregado entre los productos importados y los que salen del país. En 1999 el monto total exportado por el sector fue de 18.5 miles de millones de pesos mientras que las importaciones representaron 20 mil millones de pesos. Más de la mitad de las exportaciones en esa fecha correspondió a los metales industriales, cobre, zinc, aluminio, manganeso; los minerales preciosos colaboraron con casi la cuarta parte del monto total, al igual que los minerales no metálicos y rocas entre los que destacan la perlita, la sal y la celestita (Tabla 10).

Cabe destacar la dependencia de las exportaciones mexicanas de minerales a prácticamente un solo mercado, el de los Estados Unidos, al igual que sucedía hace cien años durante el porfiriato (Tabla 11). Ese país recibe el 76% de las exportaciones minerales. Le siguen en importancia Japón, con casi el 5%, el Reino Unido que recibe el 3.8% del total exportado y Suiza que participa con el 3.3%.

Sorprende que Canadá, uno de los países con crecientes inversiones en la exploración y explotación mineras de México proporcione tan sólo poco más del uno por ciento de las divisas respectivas.

En conclusión, la diversidad de los recursos minerales con que cuenta el país le han permitido ocupar un lugar destacado a nivel mundial en la producción de una gran variedad de minerales metáli-

cos y no metálicos. Si bien existe un alto grado de aleatoriedad en el comportamiento de la producción minera como resultado de factores externos, tales como los cambios en el mercado y en los precios, en general, la minería mexicana ha experimentado un incremento en la producción de algunos minerales como oro, plata, zinc, hierro, carbón, entre otros. En dicho proceso ha participado, sobre todo, la gran minería a través de unos cuantos consorcios de capital privado nacional y extranjero. La apertura económica y la inserción del país en el proceso globalizador ha brindado mayores facilidades para aumentar las actividades exploratorias de esos consorcios, así como el

Tabla 10. Exportación de minerales, 1999
(miles de pesos)

Mineral	Monto exportado*	% / total
A) Minerales metálicos	14 033 492	75.4
Metales preciosos: oro y plata	4 192 144	22.5
Metales industriales	9 841 348	52.9
Cobre	3 793 438	20.4
Zinc	2 159 848	11.6
Manganeso	1 978 194	10.6
Aluminio	1 093 800	5.8
B) Minerales no metálicos	4 560 771	24.5
y rocas		
Perlita	814 333	4.3
Sal	755 131	4
Celestita	503 756	2.7
Azufre	256 376	1.3
Fluorita	251 149	1.3
Yeso	219 315	1.1
<i>TOTAL</i>	<i>18 594 263</i>	<i>100</i>

*Miles de pesos.

Fuente: INEGI, 2000a.

Tabla 11. Exportación de productos mineros por región geográfica, 1999

Región / país	Monto exportado*	% / total
África	6 003	0.03
América	15 231 284	81.9
Estados Unidos	14 140 903	76
Canadá	221 235	1.2
Perú	151 373	0.8
Costa Rica	122 256	0.6
Asia	1 073 039	5.7
Japón	891 600	4.8
Europa	2 279 503	12.2
Reino Unido	709 163	3.8
Suiza	613 058	3.3
Alemania	439 004	2.3
Bélgica - Luxemburgo	244 201	1.3
Oceanía	4 396	0.02
<i>Exportación total</i>	<i>18 594 263</i>	<i>100</i>

*Miles de pesos.

desarrollo de nuevos proyectos, en particular los vinculados a la producción de los minerales más favorecidos por los precios internacionales. A este proceso se han incorporado la mayor parte de las entidades federativas que poseen recursos minerales; pero han sido más favorecidas las del noroeste y norte del país por su ubicación geográfica, cercana al principal mercado, los Estados Unidos.

diversificado y durable (...) el subdesarrollo de nuestros países es el resultado de los procesos de degradación ambiental que han sufrido a través de su dependencia tecnológica del exterior ... (Leff, 1986:48-49)

Ante las medidas de control ambiental y de rehabilitación del medio de los países ricos, las corporaciones multinacionales buscan nuevos sitios para ubicar sus plantas productivas en países en los que se den ventajas como mano de obra relativamente barata, energía y agua a bajos costos, así como subsidios gubernamentales, reducción de impuestos y de aranceles, controles ambientales laxos y normas de sanidad y seguridad laborales más flexibles. La medida no es nueva, lo que sí es nuevo es lo que podemos llamar la doble moral ecológica: protección de la naturaleza a ultranza y actividades “verdes” en unas partes del planeta, dilapidación y destrucción en otras.

La minería, como cualquier otra actividad que desarrolla el hombre, lleva implícita una alteración de los ecosistemas originales y es, en mayor o menor medida, agresiva a la naturaleza. Lo que no deja de sorprender es la falta de interés por parte de los estudiosos, de la problemática ambiental derivada de la minería, en un país que se ha caracterizado durante siglos por la explotación de sus riquezas minerales, mismas que todavía constituyen una parte significativa de las divisas que genera nuestro comercio exterior.

Las actividades extractivas hacen uso de los recursos del suelo y subsuelo en forma temporal, y si no se realizan las actividades de restauración y recuperación del paisaje una vez concluida la explotación, las áreas abandonadas quedan en una situación de degradación que las imposibilita para ser aprovechadas en otras actividades u otros usos.

Fases del laboreo minero y contaminación

El origen de las afectaciones puede estar en cualquiera de las etapas de desarrollo del proyecto minero, aunque no todas tienen la misma

intensidad, diversidad y significado. Las fases de desarrollo de una explotación minera son las siguientes: *a)* Exploración: o sea la prospección e investigación del tipo de yacimiento y de sus características, así como de la evaluación de las reservas y del estudio de la viabilidad económica de explotarlas. De ella depende el diseño del tipo de explotación a realizar, sea mediante obras subterráneas o la explotación a cielo abierto. *b)* Desarrollo y puesta en marcha del proyecto: en esta fase destacan la preparación de los tiros y socavones, en el caso de la minería subterránea, o las labores denominadas de descapote—remoción de los materiales estériles que cubren la mineralización— en el caso de las minas a cielo abierto o tajos; la construcción de vías de acceso a la mina y de comunicaciones internas; la construcción de obras de dotación de agua y de energía eléctrica, y la construcción de las instalaciones de superficie de la unidad minera. *c)* Operación: una primera fase implica la extracción propiamente de los minerales de valor económico; la segunda, el proceso de beneficio por molienda, concentración de minerales valiosos según diferentes métodos y eliminación de residuos líquidos y sólidos vía presas de jales o terreros. *d)* Cierre o abandono: que implica, teóricamente, la restauración y rehabilitación del sitio minero una vez finalizada la explotación.

El alcance y la gravedad de los problemas ambientales debidos a las operaciones mineras dependen de factores diversos (Sánchez y Sánchez, 1993), como son las características geográficas del sitio minero, el tipo de minado, la dimensión de la explotación, la antigüedad de la explotación, la clase de mineral explotado, el proceso de beneficio o tratamiento del mineral, y el destino de los residuos finales.

Las características geográficas del sitio minero que inciden en la *problemática ambiental afectando su grado de vulnerabilidad* son la topografía local, o sea el tipo de relieve y la intensidad de las pendientes. En el caso de las zonas mineras de México, la topografía es predominantemente montañosa, lo cual puede constituir un problema para el diseño de las instalaciones mineras, en particular el del confinamiento de los residuos, presas de jales y terreros. La geo-

logía del lugar incide a través de la presencia de numerosas fallas y fracturas de las rocas que influye en la permeabilidad del suelo de tal forma que, ante la presencia del fenómeno de lixiviación de los residuos en las presas de jales, puede provocarse la contaminación de los suelos o de los mantos acuíferos subyacentes. La influencia del clima, por su parte, se refleja a través del régimen pluviométrico: las lluvias pueden ocasionar una lixiviación contaminante en los terreros o las presas de jales, y su ausencia puede favorecer la contaminación del aire a nivel local en las zonas mineras ubicadas principalmente en climas secos. Éstos favorecen la contaminación por polvos procedentes de las explosiones provocadas en los tajos, de los procesos de molienda y de los depósitos de jales desprovistos de vegetación. Otra de las características geográficas importante es la hidrología superficial o subterránea, ya que es fundamental conocer los patrones de drenaje y la conformación de las cuencas hidrológicas de las áreas con instalaciones mineras, así como los regímenes hidrológicos y las redes de drenaje subterráneo, para prever los problemas que pudieran derivarse del destino de los efluentes como el drenaje ácido de las minas o la contaminación del agua con metales pesados.

Entre los factores que influyen en los procesos de contaminación ambiental está el tipo de minado que se lleva a cabo. Éste, a su vez, depende de la profundidad del yacimiento, de la forma e inclinación del depósito, de la distribución de las leyes del mineral, de las características geomecánicas de las rocas encajonantes y del propio yacimiento, lo que en conjunto afecta, además, los costos de explotación.

La minería subterránea tiene efectos menos visibles en el entorno que la que se realiza a cielo abierto. No obstante, los cambios que provoca son los siguientes. Hay alteraciones en el paisaje derivadas de las obras propias a la instalación minera, tiros, socavones, accesos, respiraderos, etc. Por otra parte, ocurre un abatimiento de los mantos freáticos como consecuencia del continuo bombeo del agua del interior de las minas, lo que ocurre tanto en las minas nuevas como en las antiguas explotaciones. Las obras pueden alterar, además, la circulación general del agua subterránea y afectar a la población local que hace uso de ella, sobre todo si se considera que la

mayor parte de las minas se localiza en zonas áridas o semiáridas. Esta agua, por otra parte, sale a la superficie generalmente contaminada por los minerales con los que ha tenido contacto y, muchas veces, es demasiado ácida para ser utilizada para uso humano o para usos agrícolas o ganaderos.

Otro efecto de la minería subterránea es la inestabilidad del terreno que puede provocar hundimientos locales. La gran dimensión y profundidad de ciertas obras mineras hace que éstas queden prácticamente debajo de los poblados que crecieron al margen de la mina. Ello obliga a las empresas mineras a tomar dos actitudes, una es limitar la expansión de sus operaciones en las áreas próximas a los asentamientos humanos, la otra es buscar alternativas en el manejo de las zonas minadas para evitar su hundimiento, como sucede con el relleno de los socavones con el mismo material de los jales, lo cual además resuelve el problema del manejo y depósito de residuos del beneficio en superficie (Candía *et al.*, 1993).

Por su parte, la minería a cielo abierto tiene efectos más evidentes que la anterior, ya que implica la utilización de superficies mayores a las de las minas subterráneas. Los cambios y la degradación más o menos intensa que provoca en el paisaje se manifiestan de la siguiente forma. En primer lugar, este tipo de minado incide en la alteración de la geomorfología local debido a la acumulación de materiales estériles en terreros producto de los trabajos de descapote, así como por las depresiones ocasionadas por la profundización de los tajos, a lo que se suman procesos de desestabilización del terreno y deslizamiento de laderas. La pérdida de la cubierta vegetal y de suelo, debida a las labores de descapote, favorece la erosión eólica e hídrica y elimina el hábitat natural de la fauna local. Para el trabajo de los tajos, es necesaria la construcción de una serie de vías de acceso a los frentes de voladura y hacia las zonas de molienda, por lo que son habituales grandes cantidades de polvo tanto en los frentes como en los caminos de acceso. Otro de los efectos de la minería a cielo abierto es el ruido provocado por las voladuras, así como las vibraciones que éstas causan en los poblados vecinos.

La dimensión de la explotación tiende a ser un factor que agrava o multiplica los efectos del impacto ambiental, como sucede en las operaciones de la gran minería. Al mismo tiempo, las grandes empresas mineras son las únicas que tienen la capacidad económica para mitigar los efectos contaminantes de sus labores.

El proceso minero en su conjunto, de la explotación al beneficio, produce grandes cantidades de desechos de los que hay que disponer a costos elevados. Estos desechos constituyen el 30% de la masa del yacimiento en el caso del hierro, yeso y otros minerales no metálicos; el 50% en el caso de los minerales base (*base metals*) y más del 80% de la masa de los yacimientos de carbón explotados a cielo abierto (Ripley *et al.*, 1996). El destino final de los residuos es de dos tipos: el de la presa de jales para los residuos del proceso de beneficio, y el de los terreros para los materiales producto del descapote. Ambos, presas de jales y terreros, deben reunir ciertos requisitos en cuanto a normas de construcción y distancia a los asentamientos humanos, para determinar su ubicación más adecuada. Deben, además, considerar la dirección de los vientos dominantes, la permeabilidad de los suelos, su localización respecto a las corrientes superficiales y cuerpos de agua, así como la posibilidad de rehabilitación edáfica y vegetativa para evitar polvos y contaminación atmosférica.

Un factor que debe ser considerado es el de la antigüedad de la explotación debido al efecto sumatorio que resulta de la continuidad de las operaciones mineras a través del tiempo, así como el derivado del hecho que en las explotaciones más antiguas los procesos de explotación y beneficio se hacían con tecnología rudimentaria y se dejaban residuos altamente contaminantes y depósitos con mayores porcentajes de mineral no recuperado.

No obstante lo anterior, las etapas más contaminantes del laboreo minero son quizá las del beneficio y de la metalurgia de los minerales. Existen diversos métodos de beneficio según las características del mineral tratado. En la actualidad, se tiende a utilizar métodos más eficientes para la extracción de los minerales valiosos, los cuales suelen ser más agresivos con el medio, sobre todo si no se tiene un control adecuado y se toman las precauciones necesarias

ante el uso de ciertos reactivos químicos, considerando la escala e intensidad de las operaciones en la minería moderna. Tal es el caso de los métodos de cianuración en tanques y camas; de la hidrometalurgia o proceso de extracción por solventes y precipitación electrolítica; de los métodos de lixiviación con soluciones de cianuro utilizadas en las explotaciones auríferas más recientes del país; la lixiviación de terreros con soluciones ácidas empleadas en las unidades cupríferas; la pirometalurgia que genera polvos, escorias de fundición y sustancias gaseosas tóxicas; y la electrometalurgia que también emite gases tóxicos.

Los diferentes sistemas de beneficio mencionados provocan distintos tipos de contaminación en el suelo, en el agua e incluso en el aire. Por ejemplo, los jales depositados en las presas aun poseen trazas de algunos metales, pero sobre todo, residuos de los reactivos químicos empleados en la recuperación de los concentrados o precipitados metálicos. Éstos pueden ser transportados por el aire, o bien por el agua y contaminar el suelo, las corrientes superficiales, los mantos freáticos o los cuerpos de agua y, bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura, pueden reaccionar químicamente y dar lugar a la formación de ciertos compuestos tóxicos. Lo mismo sucede con los materiales depositados en los terreros, o con aquellos que son sometidos a procesos de lixiviación al aire libre.

Por otra parte, los procesos metalúrgicos provocan graves alteraciones ambientales si no se toman las medidas preventivas adecuadas. La pirometalurgia, la hidrometalurgia y la electrometalurgia contaminan el aire a través de la emisión de polvos y gases tóxicos, en particular dióxido de azufre, además de la contaminación del agua y el suelo generada por residuos líquidos y sólidos con contenidos de solventes y metales pesados en diversas proporciones.

Medidas de control ambiental y rehabilitación de terrenos minados

En los países desarrollados ya no es permisible la presencia de paisajes “fantasma” resultado del abandono de las minas al final de su

etapa productiva; la conciencia ecológica ha dado lugar a la búsqueda de mecanismos de control de las acciones nocivas derivadas de la actividad: "... en años recientes se ha adquirido la noción de que las minas subterráneas ya exhaustas pueden servir para otros usos como el almacenamiento de líquidos o de mercancías secas; el establecimiento de viveros de plantas, instalaciones industriales o incluso como una atracción turística" (Ripley *et al.*, 1996:45). Las normas legales existentes en esos países obligan a la recuperación de los lugares minados y su reconversión a su estado original, o al menos, a su reutilización en actividades necesarias o atractivas al hombre. En el caso concreto de Canadá –interesante por ser uno de los países que más ha invertido en la minería mexicana en los últimos años– la *Mining Association of Canada* exhorta a sus miembros a "... regresar la tierra a condiciones estables, sanas y productivas", lo que no siempre es factible; pero sí puede rehabilitarse mediante prácticas de arquitectura del paisaje y otras medidas conservacionistas a pesar de los muy elevados costos que ello presupone y del largo tiempo que se requiere en muchas ocasiones. En este último caso se encuentran las zonas afectadas por la deposición de metales pesados, de sedimentos con cianuros y sulfuros, e incluso de minerales radioactivos (*Ibid.*:45-47).

Entre las medidas de rehabilitación que se están llevando a cabo en diversas partes del mundo, muchas veces aun en etapa experimental, están las que permiten la recuperación de los terreros de materiales inertes para rellenar los huecos dejados por el laboreo subterráneo (Da Gama *et al.*, 1993); la recuperación de efluentes con cianuro mediante agentes químicos o energía solar (Rader *et al.*, 1995); el manejo de los drenajes ácidos (Robb; Robinson, 1995); la confinación de residuos peligrosos (Shu; Bradshaw, 1995); el uso de agentes biológicos para control de los metales pesados (Lubke *et al.*, 1996; Sudubhi; Kar, 1996).

Quizá lo más importante es el control *durante* el proceso de minado, beneficio y metalurgia. Las empresas deben invertir cantidades importantes de capital para establecer controles de las emisiones. En Estados Unidos se ha determinado que un 30% del costo total del proceso de fundición se dedica al control de emisiones (Moguel,

1993). Algunas medidas son sencillas ya que se trata de controlar la dispersión de polvos y partículas; otras, más complejas, implican el filtrado de chimeneas, y sobre todo, el control de los sedimentos con metales pesados y solventes que afectan los sistemas de drenaje. Todas estas medidas se aplican en tanto las leyes ambientales del país sean estrictas y se realicen intensas labores de monitoreo. Es por ello frecuente que muchas empresas busquen espacios diferentes para la explotación minera, es decir en terceros países con leyes ambientales más flexibles y controles más débiles.

La geografía de la contaminación minera en México

La presencia de minas y plantas de beneficio, así como de otras instalaciones como fundidoras, a lo largo y ancho del país determinan la distribución geográfica del impacto ambiental que ocasiona la actividad en todas sus fases. Se pueden tomar cinco tipos principales de plantas de tratamiento como por ejemplo: las de flotación, lixiviación y cianuración, por una parte, y otros beneficios —como los del cobre o del aluminio— y las fundiciones, por la otra. El tipo de tratamiento más frecuente en las minas metálicas es la flotación, ya que es la técnica utilizada preferentemente para beneficiar minerales sulfurosos y se lleva a cabo a boca mina.

Los estados mineros más importantes son los que cuentan con el mayor número de plantas: Chihuahua, Coahuila y Sonora con 34 cada uno; Durango, México y Zacatecas poseen entre 20 y 30 plantas. El Distrito Federal, aunque no es una entidad minera propiamente dicha, cuenta con más de diez plantas de fundición. Las proporciones de cada tipo varían en cada caso (Figura 17).

Las características específicas de la naturaleza mexicana agudizan el potencial contaminante de las plantas de tratamiento y de las minas. En general, coinciden con regiones montañosas con redes hidrográficas condicionadas por el relieve y la geología. La contaminación de suelos, agua y aire es importante en todas ellas, a pesar de los esfuerzos que llevan a cabo algunas empresas para controlarla. Como ya se decía, las plantas de mayor distribución geográfica

son las de flotación (Figura 18), las que se ubican en la Sierra Madre Occidental y en las serranías que atraviesan el altiplano norte, así como en la Sierra Madre del Sur.

Las plantas que utilizan los métodos de lixiviación y los de cianuración se ubican en Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Sonora, Hidalgo, Nayarit y el Estado de México (Figuras 19 y 20). Las fundiciones, más escasas todavía pero normalmente de gran capacidad y ocupación espacial, tienen una distribución muy puntual: el Distrito Federal, Cananea, Nacozari, Monterrey, Gómez Palacio-Torreón, San Luis Potosí, Tamós y Puebla (Figura 21).

Un tipo de plantas altamente contaminantes por la emisión de partículas a la atmósfera, son las de calcinación que corresponden sobre todo a las regiones donde se obtienen materiales de construcción (Figura 22). En este caso, el análisis específico de cada zona y de la dinámica de los vientos dominantes es imprescindible.

Acciones anticontaminantes de la minería mexicana

La conciencia ambiental surge, en forma oficial, a partir del Reporte Bruntland y su declaración sobre el desarrollo sustentable presentado en 1987 en la asamblea general de las Naciones Unidas. Los primeros

códigos ambientales se publican en los países industriales, ahí mismo aparecen los primeros grupos ecologistas y, en el marco de la globalización, se empieza a hablar de que una empresa es competitiva en el marco internacional *cuando su desempeño ambiental es el adecuado*, tanto por los procesos que utiliza en el desarrollo de sus actividades como por las características de los productos obtenidos.

En México, los primeros esfuerzos para legislar las cuestiones ambientales en materia minera surgen en el decenio de los setenta, los cuales desembocan en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, en vigor desde 1988, y modificada en 1996. A partir de ella surgen una serie de reglamentos y normas oficiales de diversa índole que tienen que cumplir las empresas mineras para impedir el impacto ambiental de descargas de aguas residuales, de contaminación atmosférica y depósito de residuos peligrosos. La

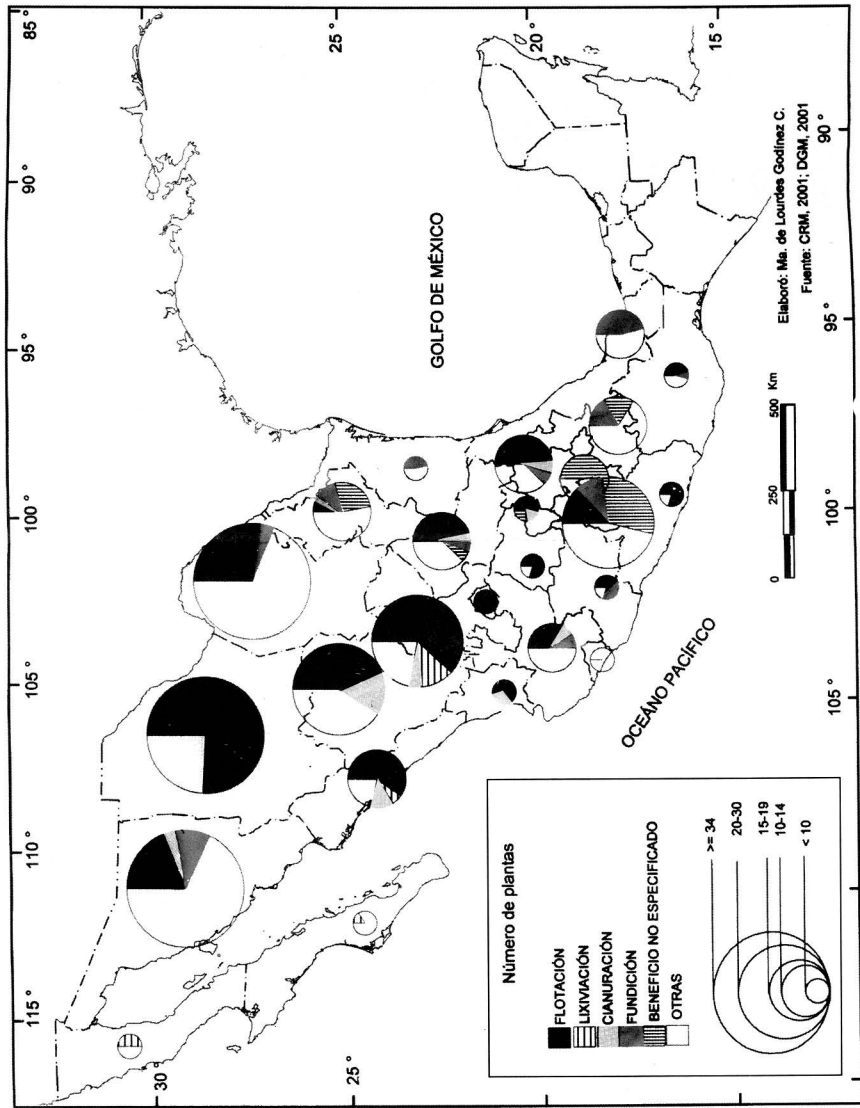


Figura 17. Tipos de Plantas.

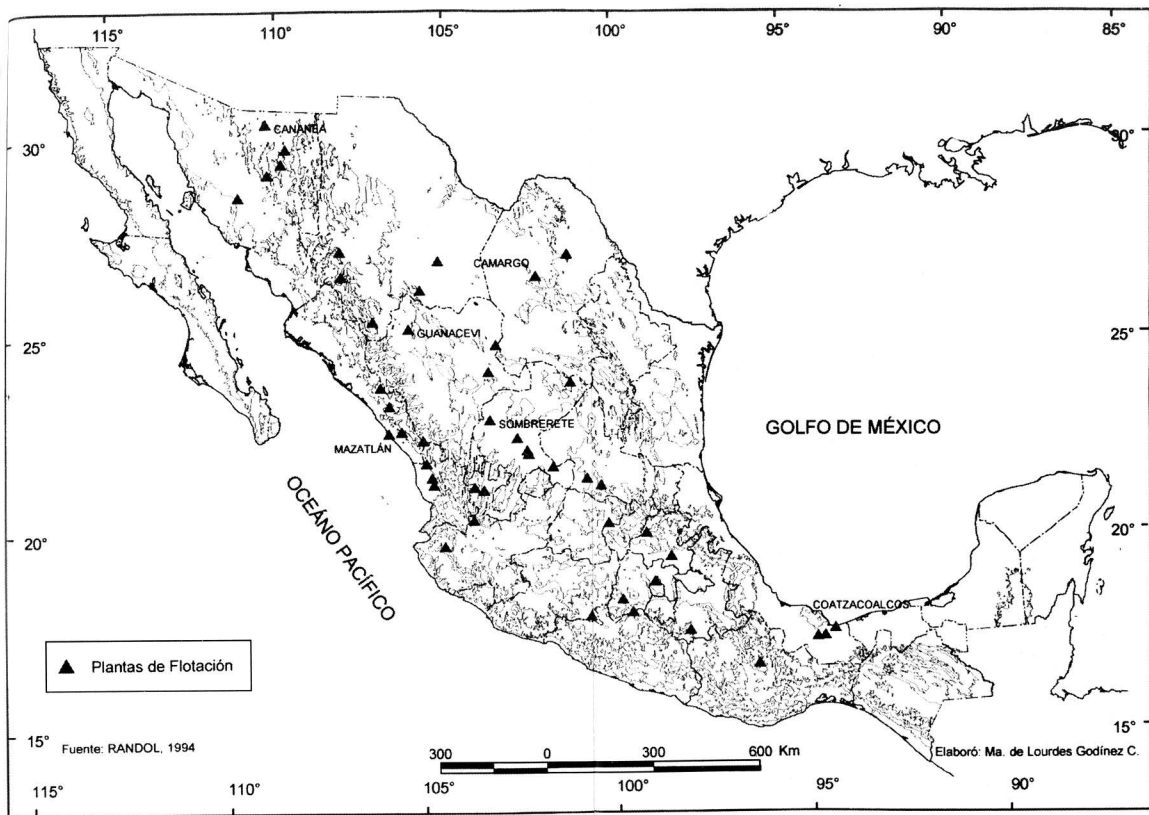


Figura 18. Plantas de flotación.

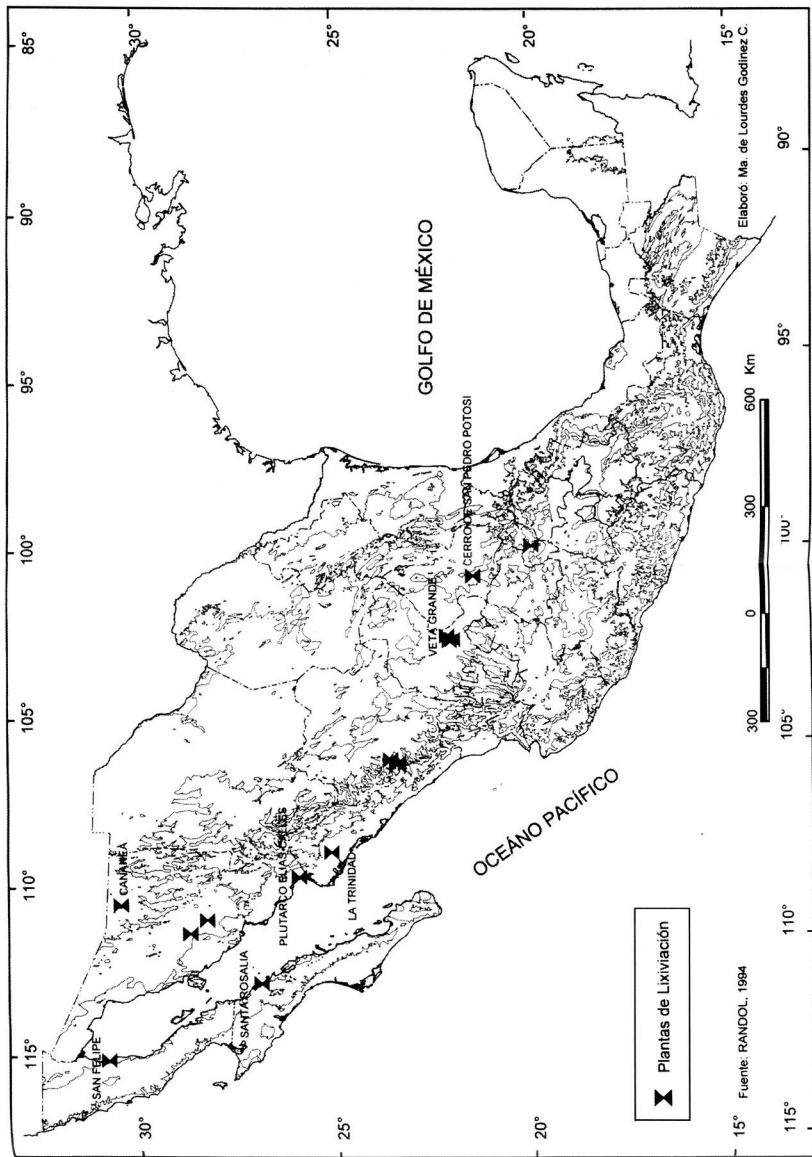


Figura 19. Plantas de lixiviación.

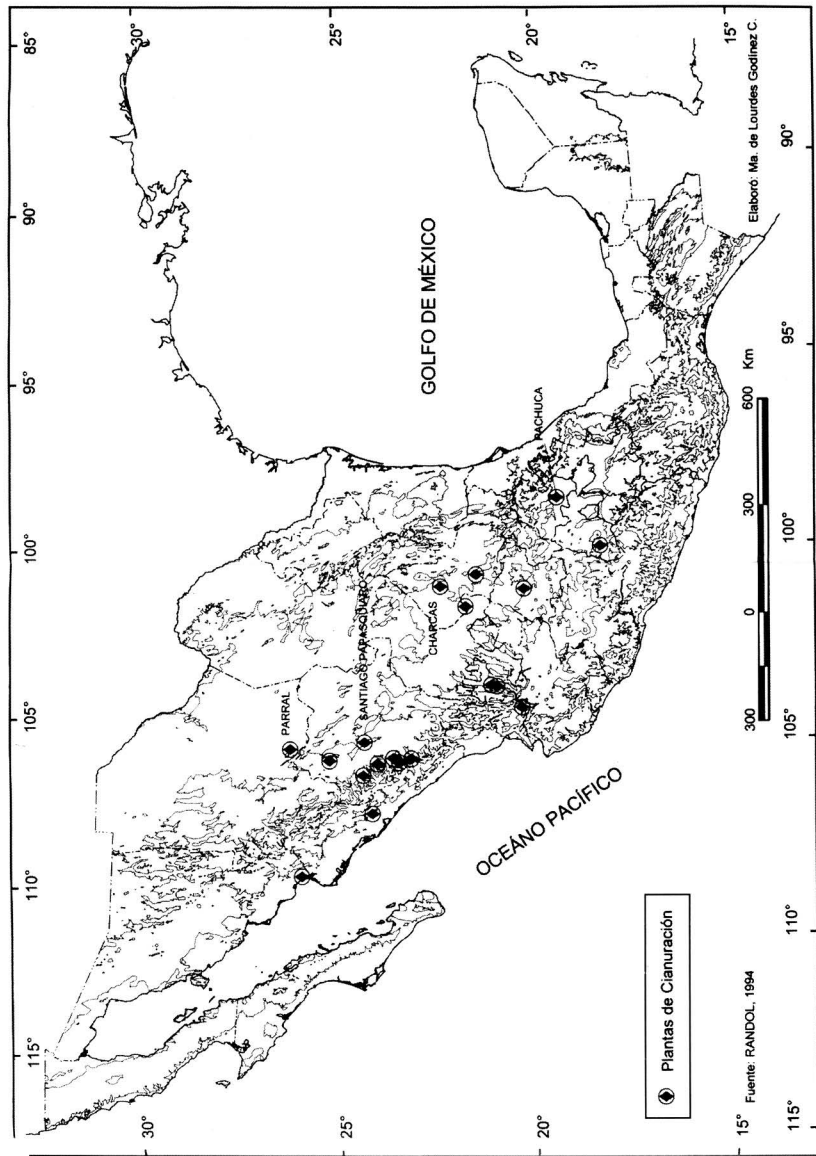


Figura 20. Plantas de cianuración.

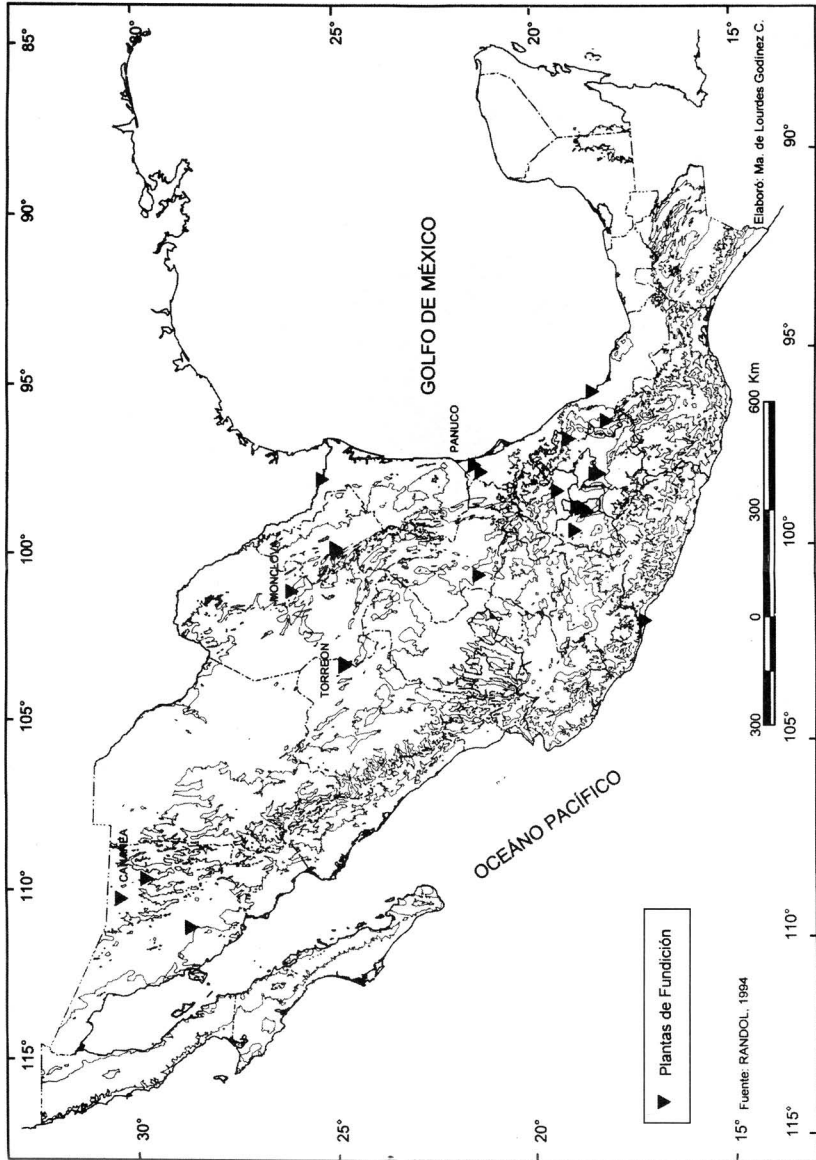
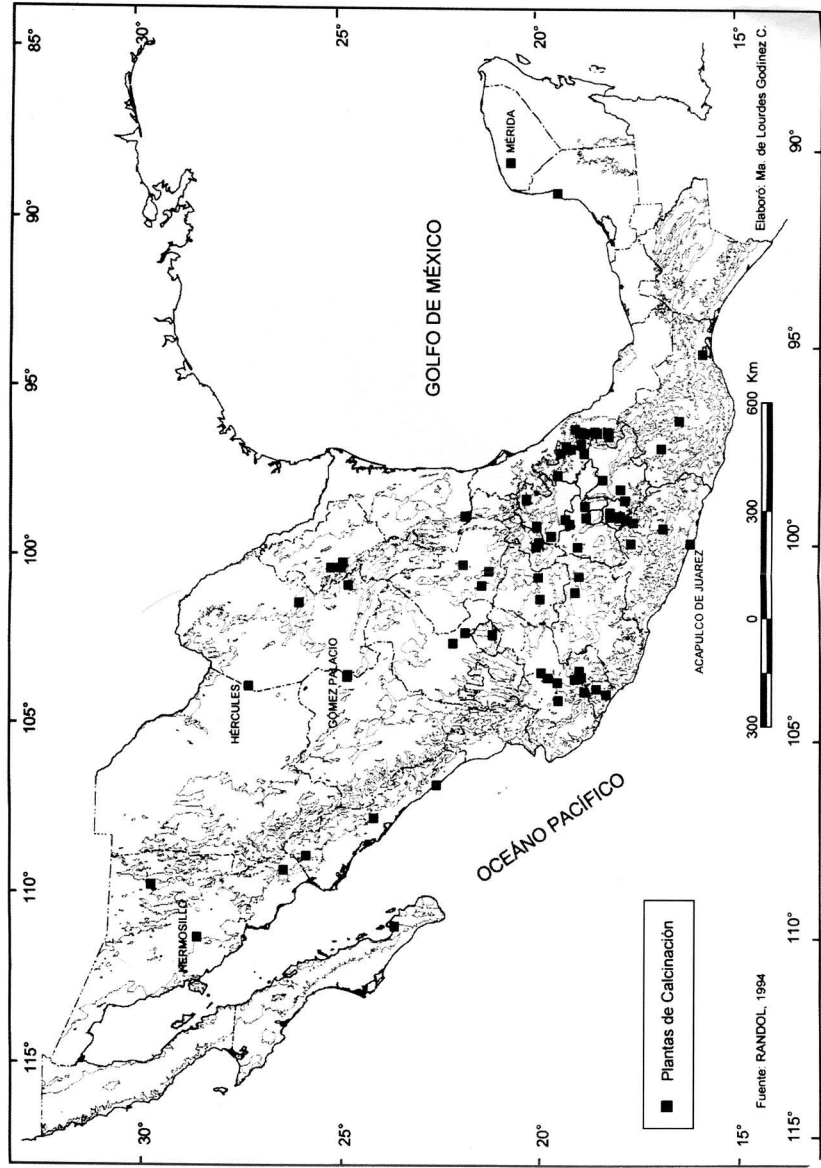


Figura 21. Fundiciones.



reglamentación considera que los jales son residuos peligrosos que deben disponerse en presas construidas de acuerdo a ciertas normas y con determinadas características, como la referente a la distancia mínima a la que deben ubicarse respecto a los asentamientos humanos y a las corrientes y cuerpos de agua.

Cualquier empresa minera, antes de iniciar la explotación, debe cumplimentar cerca de 30 trámites administrativos relacionados con los impactos ambientales. Todo ello lleva a discusiones como la más reciente, en el estado de Sonora, en donde las empresas mineras aceptan que se debe cuidar el ambiente, pero declaran que las concesiones mineras son anteriores al dictado de las normas y los decretos acerca de reservas de la biosfera, por lo que no están de acuerdo con dichos decretos que obligarían al cierre de las minas y, por tanto, darían lugar a la pérdida de la producción y de fuentes de empleo (*Reforma*, 4 de septiembre, 2000).

En términos generales, la minería en México aun invierte poco en el medio ambiente; las inversiones en este rubro son del orden del 0.5% al 1.5% del valor de las ventas anuales de productos mineros, en tanto que en los Estados Unidos y Europa, las inversiones oscilan entre el 3 y el 5% (Ripley *et al.*, 1996). De hecho, sólo las grandes empresas pueden afrontar los gastos que implica cubrir las reglamentaciones en materia ambiental y se ha llegado a declarar que la neutralización o confinamiento de los jales de las plantas de beneficio y las escorias de fundición será económicamente inviable si es contemplado en futuros reglamentos (Moguel, 1993:499).

Algunas de las grandes empresas mineras inician o tienen en proceso proyectos de control de contaminantes. La Compañía Minera de Cananea y la Compañía Mexicana de Cobre, ambas del Grupo México y principales productoras de cobre del país, han establecido planes y proyectos para controlar la contaminación de cuencas hidrológicas locales; se riegan los caminos de las zonas de voladura para evitar emisiones de polvos, y se controlan los gases tóxicos que emiten los hornos eléctricos de la fundición de Nacozari (Muñoz; Carrillo, 1993; Robles, 1993; Ortiz, 1993). Los tajos y los depósitos de jales de Cananea, por ejemplo, tienen un señalado impacto en

la red hidrológica del lugar, como se muestra en las Figuras 23 y 24, por lo que todo control que se realice atenúa los efectos negativos del proceso de minado y beneficio.

Corporación SanLuis ha hecho otro tanto y ha presentado tres proyectos específicos, uno para la destrucción del cianuro en jales (Álvarez, 1993) y otro más de desarrollo minero y crecimiento sustentable en una mina de oro en Durango. En la compañía Minera de Avino se plantea el control de voladuras para evitar problemas en los poblados próximos al área de explotación (Hernández, 1995). La explotación minera de Naica, de Peñoles, ha recibido la certificación ISO 14001 por los controles que ejerce tanto en la explotación como en el beneficio. Ha construido cuatro presas de jales, de las cuales una cuenta con controles específicos de arcillas y otros materiales para evitar la filtración de contaminantes y otra aplica un sistema de biorregeneración: asimismo, sus basureros están cubiertos por redes que evitan la dispersión aérea de partículas (Figura 25).

Otras medidas anticontaminantes que ha adoptado la minería mexicana son las siguientes: la Compañía Minera Autlán ha construido un colector de polvos en la planta de nodulización de la unidad Molango, en el estado de Hidalgo; MICARE, la compañía carbonífera más importante de Coahuila realiza la rehabilitación ecológica de los tajos de la explotación de carbón mediante el establecimiento de pastizales. En la planta de San Luis de IMMSA hay una red de monitoreo atmosférico y se habilita un plan de reducción de emisiones de dióxido de azufre. En la mina La Colorada, en Sonora, hay un programa de protección ambiental aplicado a todas las etapas del proceso de producción, así como un programa piloto de detoxificación y rehabilitación de los terreros. Industrias Peñoles, en la Unidad La Minita, ya cerrada, plantea la rehabilitación de tajos y el arreglo de tepetateras y taludes, el aseguramiento de la estabilidad de la presa de jales, y el monitoreo de las descargas de agua en la misma (Álvarez *et al.*, 1995; Borja *et al.*, 1995, entre otros).

Falta aun mucho por hacer. No hay duda de que las actividades económicas de cualquier índole no pueden ya desarrollarse sin res-

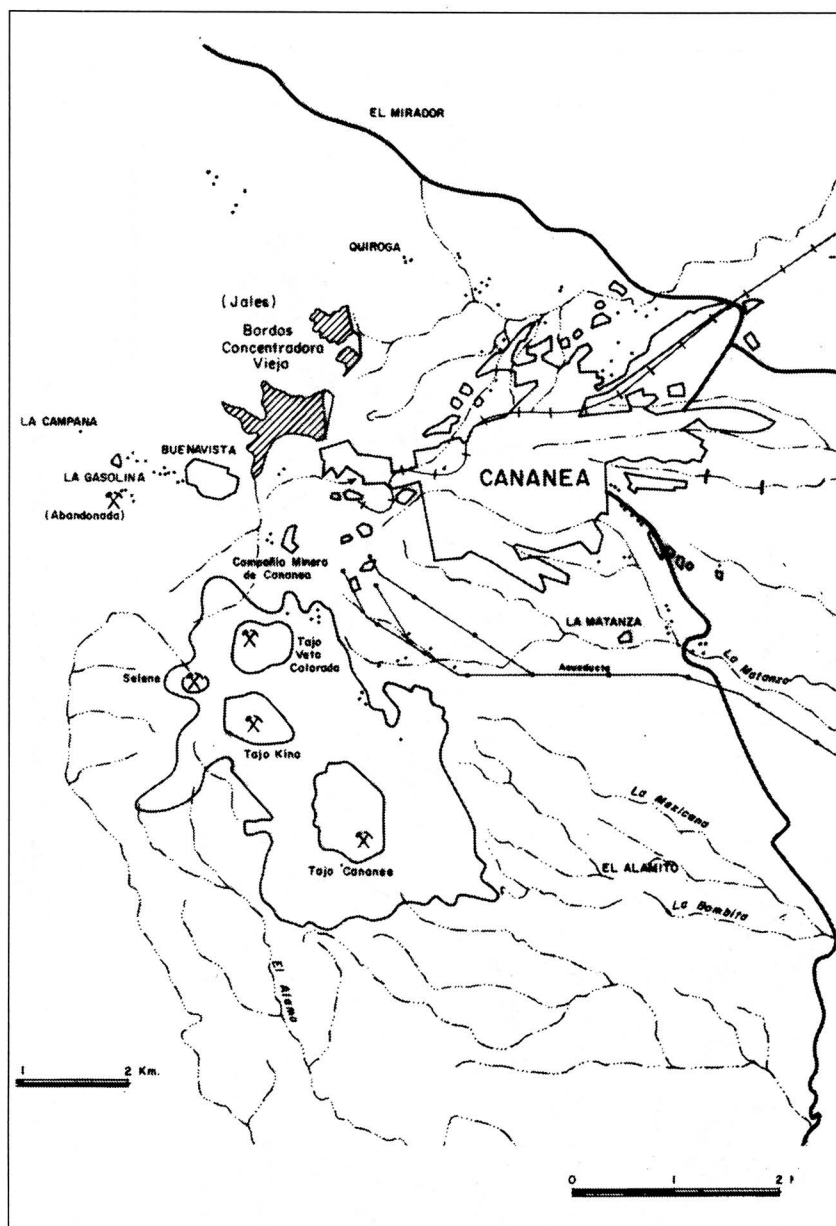


Figura 23. Cananea, Sonora (Tajos).



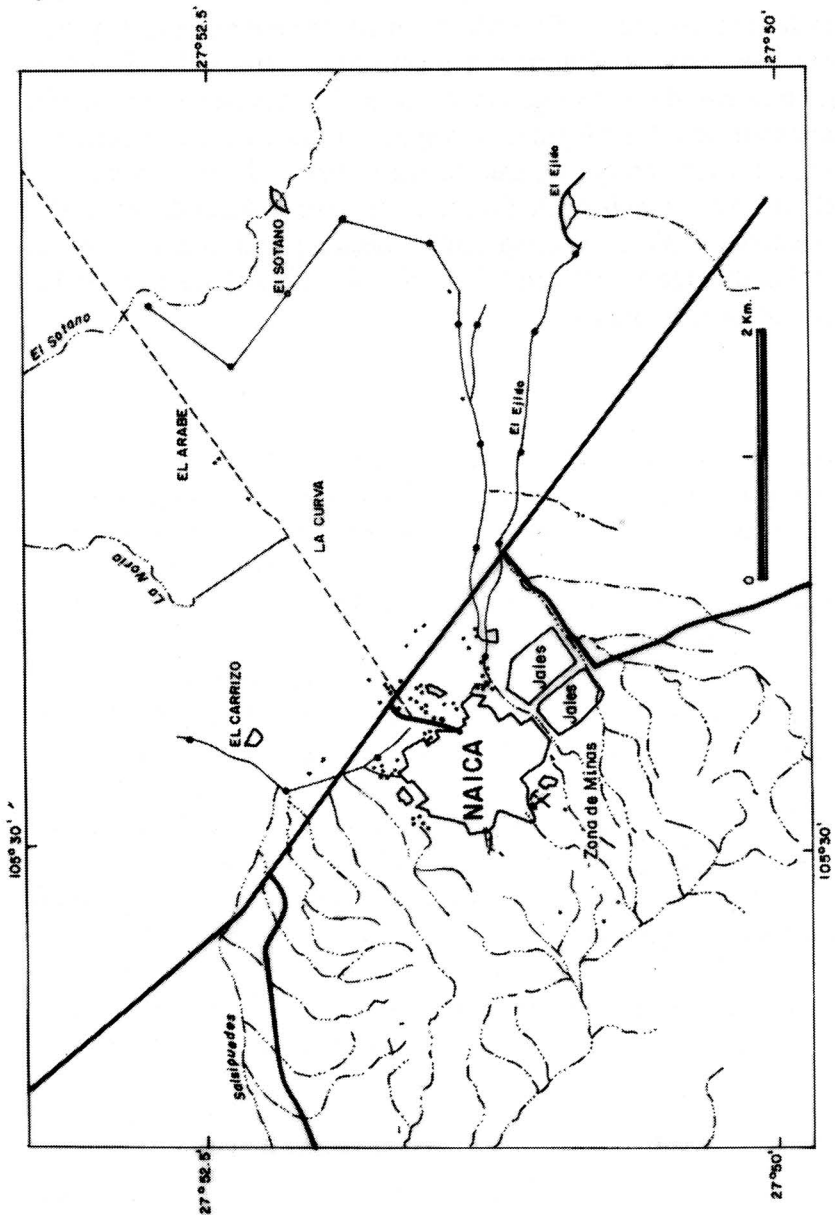


Figura 25. Naica, Chihuahua.

petar al ambiente, y de que absorber estos costos a fin de cuentas debe ser parte de la filosofía y la meta de las empresas. Quizá lo más importante es adquirir conciencia de la peligrosidad de los sitios mineros, de la envergadura de los problemas de contaminación atmosféricos e hidrológicos, y empezar a asumir esa responsabilidad, sobre todo porque las características físicas del país en cuanto a relieve, clima e hidrología favorecen la diseminación de los contaminantes y el alcance de esa contaminación puede comprometer la calidad de vida y los recursos disponibles para el sustento de las generaciones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

I. Naturaleza y Minería

- Cserna, Z. de (1990), "Geotectonic framework of Mexican and Central American Mineral Deposits", *Pacific Rim Congress 90 Proceedings*, vol. II, The Australasian Institut of Mining and Metallurgy, Australia.
- González Reyna, J. (1946), *Criaderos minerales y criaderos minerales típicos de México*, Guía del Explorador Minero, Instituto de Geología, México.
- González Reyna, J. (1947), *Riqueza minera y yacimientos minerales de México*, Monografías Industriales del Banco de México, S. A., México.
- Herrera, A. O. (1974), *Los recursos minerales y los límites del crecimiento económico*, Siglo XXI Editores, Argentina.
- Salas, G. P. (1976), *Aportación de México a la carta metalogenética de Norteamérica, escala 1:2 000 000*, The Geological Society of America, USA.
- Salas, G. P. (coord.; 1988), *Geología económica de México*, Fondo de Cultura Económica, México.

II. Evolución histórica

- Bakewell, P. J. (1976), *Minería y sociedad en el México colonial, Zacatecas (1546-1700)*, Fondo de Cultura Económica, México.

- Bargalló, M. (1955), *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Bernstein, M. (1964), *The Mexican Mining Industry, 1890 – 1950*, State University of New York.
- Coll-Hurtado, A. y M. T. Sánchez-Salazar (1998), “ Minería y electricidad”, en Herrera, I. (coord.), *La minería mexicana. De la colonia al siglo XX*, Instituto Mora-El Colegio de Michoacán-El Colegio de México-Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, México.
- Coll-Hurtado, A. y M. T. Sánchez-Salazar (1989a), “Minería prehispánica”, *Atlas Nacional de México*, volumen III, hoja VI.8.2, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Coll-Hurtado, A. y M. T. Sánchez-Salazar (1989b), “Minería colonial, 1521-1810”, *Atlas Nacional de México*, volumen III, hoja VI.8.2, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Coll-Hurtado, A. y M. T. Sánchez-Salazar (1989c), “Minería del periodo independiente, 1810-1870”, *Atlas Nacional de México*, volumen III, hoja VI.8.2, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Coll-Hurtado, A. y M. T. Sánchez-Salazar (1989d), “Minería del Porfiriato, 1880-1910”, *Atlas Nacional de México*, volumen III, hoja VI.8.2, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Gómez, S. J. (1982), *Aguascalientes, el imperio de los Guggenheim. Estudio sobre la minería y metalurgia en Aguascalientes 1890-1930. El caso Guggenheim-ASARCO*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Hosler, D. (1997), *Metalurgia en el occidente de México*, V Reunión de historiadores de la minería latinoamericana, México (manuscrito).
- Kryzanek, M. J. (1996), *U.S.- Latin American Relations*, Praeger, 3ª edición.
- Langenscheidt, A. (1985), “Bosquejo de la minería prehispánica de México”, *Quipú*, vol. 2, núm.1, enero-abril.
- Mendizábal, M. O. de (1946), “Las salinas de México y su influencia”, *Obras Completas*, tomo Segundo, Talleres Gráficos de la Nación, México.

- Metz, B. von (1998), "Coyuntura minera y protesta campesina en el centro de la Nueva España (siglo XVIII)", en Herrera, I. (coord.), *La minería mexicana. De la colonia al siglo XX*, Instituto Mora-El Colegio de Michoacán-El Colegio de México-Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, México.
- Romero Gil, M. (1991), *El Boleo, Santa Rosalía, BCS: un pueblo que se negó a morir, 1885-1954*, Universidad de Sonora, México.
- Sariego, J. et al. (1988), *El Estado y la minería mexicana: política, trabajo y sociedad durante el siglo XX*, Fondo de Cultura Económica, México.
- U.S. Bureau of Mines (1992), "The mineral industries of Latin American and Canada", *Minerals Yearbook*.
- Urrutia, M. C. y G. Nava Oteo (1994), "La minería (1821-1880)", en Cardoso, C. (coord.), *México en el siglo XIX, 1821-1910, Historia económica y de la estructura social*, Editorial Nueva Imagen, México, 12 edición.
- Vidal, F. J. (1992), "Lo que el tiempo se llevó: la industria paraestatal", en Morales, J. (coord.), *La reestructuración industrial. Cinco aspectos fundamentales*, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM-Editorial Nuestro Tiempo, México.
- Weigand, Ph. (1997), *Minería prehispánica a través de la frontera norteña de Mesoamérica y su contextualización en el comercio a larga distancia*, V Reunión de historiadores de la minería latinoamericana, México (manuscrito).

III. Transnacionalización del capital minero

- Bolsa Mexicana de Valores (2000a), *Grupo México, Información financiera trimestral*, 4º trimestre de 1998-1999.
- Bolsa Mexicana de Valores (2000b), *Grupo México. Informe anual 1999*, Germán Larrea, Presidente del Consejo y Presidente Ejecutivo, México.
- Bolsa Mexicana de Valores (2000c), *Industria Peñoles, S.A. de C.V., Información financiera trimestral*, 4º trimestre de 1999, México.

- Bolsa Mexicana de Valores (2000d), *Industria Peñoles, S.A. de C.V., Informe anual 1999*, México
- Bolsa Mexicana de Valores (2000e), *Grupo SanLuis, Informe anual 1997 y 1999*, México
- Bolsa Mexicana de Valores (2000f), Autlán, *Información financiera trimestral*, 4º Trimestre de 1999, México.
- Bolsa Mexicana de Valores (2000g), Autlán, *Informe anual 1999*, México.
- Calva Ruiz, H. (1994), "El punto de vista empresarial: perspectivas del sector minero", en *La minería mexicana en el siglo XXI*, Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal México.
- Cámara Minera de México (1998a), "Regímenes fiscales a la minería de principales países mineros de América. Cuadro comparativo con México (1997)", *Camimex*, IX:10, México.
- Cámara Minera de México (1998b), "The silver mining investment conference", *Camimex*, IX:9, México.
- Centro de Estudios Económicos del Sector Privado, A.C., CEESEP (1994), *La minería mexicana privatizada: los avances hacia una nueva etapa de modernización*, Serie Actividad Económica, núm. 199, México.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, "Ley Minera", *Diario Oficial de la Federación*, 26 de junio de 1992.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, "Ley de Inversión Extranjera", *Diario Oficial de la Federación*, 27 de diciembre de 1993.
- Chávez Quezada, S. (1992), "Notas sobre la historia de AHMSA, 1941-1992", *Tras las huellas de la privatización. El caso de Altos Hornos de México*, Siglo XXI Editores-Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.
- El Financiero*, diversas fechas, México.
- El Mercurio*, "Se reactiva la inversión minera", Santiago de Chile, 9 de marzo de 2001.
- Expansión* (1998), "Hylsamex: aventuras en el Orinoco. Informe especial. Nuevo León", México.
- Fazio, H. (1997), "Despojo de las transnacionales cupríferas genera

- millonarias pérdidas al país, ¿Por qué no se actúa?”, *Mapa actual de la extrema riqueza*, Arcis-Lom-Cenda, colección Sin Norte, capítulo XXII, Santiago de Chile.
- Fox Quesada, V. (2001), *I Informe de Gobierno. Anexo*, Secretaría de la Presidencia, México.
- García Rojas, R. (1994), “Los efectos de la nueva Ley de Inversión Extranjera en el sector minero”, en *La minería mexicana en el siglo XXI*, Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, México.
- IMDEX (2000), *An oficial mining directory*, International Mineral Development and Exploration, www.imdex.com.
- INEGI (1998), *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Series históricas del producto interno bruto trimestral 1980-1998, base 1993*, Aguascalientes, México.
- INEGI (2000a), *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas de Bienes y Servicios 1988-1999*, tomo I, Aguascalientes, México.
- INEGI (2000b), *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1993-1999*, Aguascalientes, México.
- La Jornada*, diversas fechas, México.
- La Tercera*, “La reestructuración que viene en Codelco”, Santiago de Chile, 30 de enero de 2001, página electrónica: www.latercera.cl.
- Ramos Tercero, R. (1994), “Los efectos del Tratado de Libre Comercio en el sector minero”, en *La minería mexicana en el siglo XXI*, Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, México.
- Rogozinski, J. (1993), *La privatización de empresas paraestatales. Una visión de la modernización de México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Salinas de Gortari, C. (1994), *VI Informe de Gobierno. Anexo estadístico*, Poder Ejecutivo Federal, México.
- Sánchez Albavera, F., G. Ortiz y N. Moussa (1999), *Panorama minero de América Latina a fines de los años noventa*, CEPAL, Serie Recursos naturales e infraestructura, núm. 1, Santiago de Chile.

Secretaría de Hacienda (1994), *El proceso de enajenación de entidades paraestatales*, México.

Vidal, F. J. (2000), "Grupo México expande sus operaciones", en *Gerente*, Caracas.

www.gan.com.mx

Zedillo Ponce de León, E. (2000), *VI Informe de Gobierno. Anexo Estadístico*, Poder Ejecutivo Federal, México.

IV. Producción minera actual

Consejo de Recursos Minerales, CRM (1981, 1988, 2001), *Anuarios estadísticos de la República Mexicana*, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, SECOFI (1995 a 2001), *Informe anual de la minería 1994 a 1999*, Dirección General de Minas, DGM, México.

Secretaría de Economía (2001), *Informe de la minería*, Dirección General de Minas, DGM, México.

INEGI (2000a), *La minería en México*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

INEGI (2000b), *XII Censo General de Población y Vivienda*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

INEGI (2001), *Estadísticas económicas. Industria minero-metalúrgica*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

V. Minería y Medio Ambiente

Álvarez *et al.* (1995), "ITD-SanLuis. Proceso para la destrucción de cianuro en jales y su regeneración", *Memorias, XXI Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.

Álvarez, E. *et al.* (1993), "Proceso de destrucción de cianuro en jales y su regeneración", *Memorias, XX Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.

- Borja *et al.* (1993), "Restauración ambiental, área Tajo San José, Unidad San Martín, Querétaro", *Memorias, XX Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.
- Candia *et al.* (1995), "High density cemented backfill, an alternative to environmental concerns on underground mining", *Memorias, XXI Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.
- Da Gama *et al.* (1993), "Reuse of underground mine voids. A challenge for the mining industry", *Memorias, XX Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.
- George, P. (1979), *Geografía y medio ambiente, población y economía*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Hernández, J. (1995), "Efecto de las voladuras en el medio ambiente", *Memorias, XXI Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.
- Leff, E. (1986), *Ecología y capital. Hacia una perspectiva ambiental del desarrollo*, UNAM, México.
- Leff, E. (coord; 1990), *Medio ambiente y desarrollo en México*, CIIH-UNAM-Editorial Porrúa, México.
- Lubke, R. A. *et al.* (1996), "Post-mining rehabilitation of coastal sand dunes in Zululand, SouthAfrica", *Landscape and Urban Planning*, 34, Elsevier.
- Moguel, R. (1993), "Consideraciones ambientales en la industria minero-metalúrgica", *Memorias, XX Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.
- Muñoz, A. y J. L. Carrillo (1993), "Proyecto anticontaminante hidrológico de Mexicana de Cananea, S.A. de C. V.", *Memorias, XX Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.
- Ortíz, R. (1993), "Control de emisiones en procesos de hornos eléctricos", *Memorias, XX Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.

- Rader, S. *et al.* (1995), "Photocatalytic detoxification of cyanide and metal cyano.species from precious metal mill effluent", *Environmental Pollution*, 90:3, Elsevier.
- Randol (1994), *Mexican Mining Directory*, '94, Randol International, Ltd, Canadá.
- Randol (1998), *Mexican Mining Directory*, '98, Randol International, Ltd, Canadá.
- Reforma*, 4 de septiembre de 2000, México.
- Ripley, E. *et al.* (1995), *Environmental effects of mining*, St. Lucie Press, Florida, Estados Unidos.
- Robb, G. A. y D.F. Robinson (1995), "Acid drainage from mines", *The Geographical Journal*, 161:1, Royal Geographical Society, Londres.
- Robles, H., de (1993), "Riego de caminos en tajos a cielo abierto", *Memorias, XX Convención de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos*, México.
- Sánchez Crispín, Á. y M. T. Sánchez-Salazar (1993), "Reflexiones sobre los impactos físicos y socioeconómicos de las instalaciones mineras en México", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, Instituto de Geografía, UNAM, número especial, México, pp. 67-74.
- Shu, J. y A.D. Bradshaw (1995), "The containment of toxic wastes I", *Environmental pollution*, 90:30, Elsevier.
- Sududhi, E. y R.N. Kar (1996), "Decontamination of metal from metallurgical effluent utilizing *Rhizopus Arrizus* biomass", *International Journal of Environmental Studies*, 50, OPA, Malasia.

**OBRAS PUBLICADAS
DENTRO DE LA COLECCIÓN**

I. Textos Monográficos

1. Historia y Geografía

1. *Europa y el urbanismo neoclásico en la Ciudad de México. Antecedentes y esplendores*
Federico Fernández Christlieb
2. *México a través de los mapas*
Héctor Mendoza Vargas (coord.)
3. *La Geografía, arma científica para la defensa del territorio*
Luz Ma. O. Tamayo P. de Ham

3. Sociedad

1. *Aspectos sociales de la población en México: educación y cultura*
Lilia Susana Padilla y Sotelo

4. Urbanización

1. *El clima de la Ciudad de México*
Ernesto Jáuregui Ostos
2. *Geohistoria de la Ciudad de México (siglo XVI a XIX)*
María Teresa Gutiérrez de MacGregor
y Jorge González Sánchez

5. Economía

1. *La ganadería en México*
Gregorio Villegas Durán et al.

6. Medio ambiente

1. *Los ciclones tropicales de México*

María Engracia Hernández Cerda (coord.)

7. Relaciones Internacionales

1. *Las relaciones diplomáticas de México*

Mercedes Pereña-García

9. Las costas y los mares de México

1. *Características físico-químicas de los mares de México*

Guadalupe de la Lanza Espino

II. Textos de Carácter General

1. *México: una visión geográfica*

Atlántida Coll-Hurtado

III. Métodos y Técnicas

1. *Los mares mexicanos a través de la percepción remota*

Raúl Aguirre Gómez

2. *El paisaje en el ámbito de la Geografía*

Arturo García Romero y Julio Muñoz Jiménez

LA MINERÍA EN MÉXICO

Se terminó de imprimir en el mes de agosto del 2002, en los talleres de Punto Gráfico, Calle Tejocotes 175-3, Col. del Valle. Tiraje de 1 000 ejemplares

TEMAS SELECTOS DE GEOGRAFÍA DE MÉXICO

Coordinación General

Dr. José Luis Palacio Prieto
Dra. Ma. Teresa Sánchez Salazar

Secciones:

I. Textos monográficos

Dra. Atlántida Coll-Hurtado

1. Historia y Geografía
Dr. José Omar Moncada Maya
2. Naturaleza
Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez
3. Sociedad
Dra. Ma. Inés Ortiz Álvarez
4. Urbanización
Dr. Javier Delgado Campos
5. Economía
Dra. Atlántida Coll-Hurtado
6. Medio Ambiente
Mtra. Oralia Oropeza Orozco
7. Relaciones Internacionales
Dra. Atlántida Coll-Hurtado
8. La Cuenca de México
Dr. José Lugo Hubp
9. Costas y Mares
Dr. Mario Arturo Ortiz Pérez

II. Textos de carácter general

Dra. Ma. Teresa Sánchez Salazar

III. Métodos y técnicas

Dr. José Luis Palacio Prieto

Redactor cartográfico

Lic. Ma. del Consuelo Gómez Escobar

Este libro presenta la situación de la minería mexicana a finales del siglo xx desde una perspectiva geográfica. Se analizan las condiciones del medio físico que favorecen la presencia de yacimientos minerales y se parte de un esbozo de los hechos históricos que han marcado su evolución. El análisis de la estructura empresarial y de la producción va de la mano con el estudio de la inversión extranjera en la actividad y con los efectos de la inserción de México en el proceso de globalización. Se analizan los principales factores que inciden en la problemática ambiental derivada de la explotación minera y de los procesos de beneficio y fundición de los minerales.



ISBN 970-32-0123-7



9