



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS  
AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**UNIDAD ZACATENCO**

**PROGRAMA DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO  
PARA LA SOCIEDAD**

**“Actores histórico-científicos y sistemas de organización  
como agentes en la construcción de saberes en la minería  
de México, (1792-2019): hacia una práctica sustentable”**

**TESIS**

**Que presenta**

**Andrea Valencia Martínez**

**Para obtener el grado de**

**DOCTORA EN CIENCIAS**

**EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO  
PARA LA SOCIEDAD**

**Directores de Tesis:**

**Dr. Miguel Ángel Pérez Angón**

**Dr. Eduardo Robles Belmont**

**Ciudad de México**

**Agosto, 2023**



### **Comité tutorial**

Dra. América Alejandra Padilla Viveros / Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Coordinación General de Programas de Posgrado Multidisciplinarios.

Dr. Gerardo Herrera Corral / Centro de Investigación y de Estudios Avanzados,  
Departamento de Física

Dr. Edgar Záyago Lau / Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de  
Estudios del Desarrollo

Dr. Rodrigo Antonio Vega y Ortega Báez / Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Filosofía y Letras.

Lo que cada uno de nosotros tenga que ser en la vida, no lo será por las palabras que oye ni por los consejos que admite. Tendremos que recibir en la propia carne la cicatriz que nos transforma en verdaderos hombres (Saramago, 2011).

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), por la beca durante los estudios de Doctorado.

Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), por abrirme las puertas de esa maravillosa institución y por proporcionarme todos los elementos necesarios para el desarrollo de mis estudios.

Al Dr. Miguel Ángel Pérez Angón, por confiar en mí desde el inicio, por la paciencia y sobre todo por apoyarme en todos los proyectos realizados durante este proceso.

Al Dr. Eduardo Robles Belmont, por todo el aprendizaje que obtuve durante el proceso de dirección de tesis y por las herramientas que me proporcionó.

Al Dr. Rodrigo Vega, por entenderme y apoyarme en la metodología empleada en este trabajo.

A la Dra. América, por apoyar mi proyecto y guiarme tanto académica como moralmente en todo el proceso.

Al Dr. Edgar Záyago, por fortalecer con su amplio conocimiento los temas centrales abordados en este trabajo.

Al Dr. Gerardo Herrera, por realizar de manera pertinente los comentarios que enriquecieron de manera significativa el contenido de este trabajo.

Al Dr. Francisco Collazo Reyes y al grupo del Atlas Histórico de la Ciencia Mexicana, porque somos un buen equipo.

A Sonia Solórzano y Miguel Sosa, por el apoyo técnico y administrativo durante mi estancia en el DCTS.

A mis compañeros Felipe, Alex, Fede, Paulina, Roberto, Irene, Raúl, Marce y Edith, por estar presentes en momentos importantes durante estos cinco años.

## DEDICATORIA

A mis padres Rosario Martínez y Miguel Valencia, por ser mi mayor motor en la vida.

A Ricardo Marín, Víctor Valencia y Laura Valencia, por entenderme, soportarme y apoyarme incondicionalmente.

A Fernando Marín, Matías Martínez, Adrián Marín y Daniel Martínez, porque al verlos me lleno de fortaleza.

A Claudia Barrera, por su inigualable y maravillosa amistad.

## Tabla de contenido

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	I
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA MINERÍA MEXICANA .....	7
1.1 Modo de explotación minera basado en una organización colonial.....	8
1.2 Aportación de la minería a la conformación del país como nación independiente ....	14
1.3 El rol de la minería en el nacionalismo revolucionario y posrevolucionario .....	18
1.4 La minería en el contexto actual.....	22
CAPÍTULO 2. ACTANTES EN EL DESARROLLO DE LA MINERÍA EN MÉXICO ...	24
2.1 Desarrollo científico y tecnológico .....	24
2.1.1 Artículos científicos.....	24
2.1.2 Patentes concedidas .....	42
2.2 Estructura geográfica.....	47
2.2.1 Regiones mineras.....	48
2.2.2 Regiones mineras explotadas por periodo .....	53
2.3 Industria minera.....	57
2.3.1 Antecedentes.....	58
2.3.2 Concesiones .....	61
2.3.3 Mapeo de la industria por estado.....	64
2.3.4 Procedimientos y herramientas.....	66
2.4 Legislación Minera.....	67
CAPÍTULO 3. LOS SISTEMAS COMO FORMA DE ORGANIZACIÓN DEL SECTOR MINERO .....	86
3.1 Indicadores de sustentabilidad.....	87
3.1.1 Económicos .....	87
3.1.2 Sociales.....	91
3.1.3 Ambientales.....	98
3.2 Organización sistémica del sector minero .....	103
CONCLUSIONES.....	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	119
ANEXOS.....	134

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### *Figuras*

Figura 1. Porcentaje de autores nacionales e internacionales por periodo	28
Figura 2. Distribución de las especialidades (profesiones y oficios) de los autores.	29
Figura 3. Colaboraciones académicas en publicaciones sobre minería de México a nivel de país	32
Figura 4. Fuentes de publicación de los trabajos sobre minería mexicana	34
Figura 5. Geografía de origen de las fuentes de publicación en el tema de minería	35
Figura 6. Disciplinas abordadas en los trabajos de minería en México	39
Figura 7. Grupos de palabras divididos por categorías que expresan el contenido de las publicaciones en minería	40
Figura 8. Grupos de palabras divididos por categorías dentro de cada periodo en las publicaciones de minería	41
Figura 9. Esquema metodológico del análisis de patentes	42
Figura 10. Tendencia de producción de patentes concedidas por año	44
Figura 11. Tipos de titulares	45
Figura 12. Categorización de los tipos de patentes en la minería mexicana	47
Figura 13. Distribución de los yacimientos mineros y/o metálicos en territorio mexicano	48
Figura 14. Geolocalización de yacimientos metálicos y no metálicos por estado	49
Figura 15. Cantidad de yacimientos minerales por elemento en el territorio mexicano	53
Figura 16. Regiones mineras descubiertas en la época colonial	54
Figura 17. Regiones mineras descubiertas en la época independiente	55
Figura 18. Regiones mineras descubiertas en la época posrevolución	56
Figura 19. Regiones mineras descubiertas en la época actual	57
Figura 20. Porcentaje de concesiones mineras en México por país	62
Figura 21. Participación de minerales en el valor de la producción	63
Figura 22. Regionalización de los proyectos mineros en México	64
Figura 23. Variación del valor monetario de bienes y servicios (PIB) por actividades económicas	88
Figura 24. Porcentajes del PIB industrial.	89
Figura 25. Valor de la producción minera de 2010 a 2019	90
Figura 26. Fuentes de financiamiento de la minería en México	91
Figura 27. Salario mensual por ocupación en el sector minero	93

Figura 28. Empleos generados en la industria minero-metalúrgica en México, 2010-2019.	94
Figura 29. Distribución por género de los tipos de puestos en trabajos mineros.	95
Figura 30. Grupos de disciplinas que conforman la minería	97
Figura 31. Cantidad de desechos mineros generados en 2019	99
Figura 32. Representación del sistema minero con enfoque sustentable	105
Figura 33. Modelo pentahélice para el desarrollo sustentable	117

### *Tablas*

Tabla 1. Dominios de información de la matriz de análisis	26
Tabla 2. Evolución de los tipos de documento de la minería en México	37
Tabla 3. Nacionalidad de inventores y titulares de patentes	45
Tabla 4. Elementos de los yacimientos metálicos por estado	50
Tabla 5. Matriz de análisis de las empresas mineras	58
Tabla 6. Empresas mineras en los siglos XVIII y XIX	59
Tabla 7. Empresas mineras establecidas después del porfiriato y hasta la actualidad	60
Tabla 8. Dinámica de producción por Estado	65
Tabla 9. Instrumentos legales utilizados desde la época colonial hasta la época actual en el ramo minero	71
Tabla 10. Escuelas de nivel superior con carreras en Ciencias de la Tierra	96
Tabla 11. Áreas naturales protegidas	101

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

AHCM	Atlas Histórico de la Ciencia Mexicana
ANSI	Instituto Americano de Estándares Nacionales (American National Standards Institute)
ATN	Teoría del Actor Red (Actor Network Theory)
BM	Banco Mundial
CAMIMEX	Cámara Minera de México
CIP	Clasificación Internacional de Patentes
CTS	Ciencia, Tecnología y Sociedad
DGDT	Dirección General de Desarrollo Tecnológico
GMO	Organismos Genéticamente Modificados (Genetically Modified Organisms)
IED	Inversión Extranjera Directa
IES	Instituciones de Educación Superior
IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
IMRyD	Introducción, Metodología, Resultados y Discusión
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IOCG	Tipo de depósito de Hierro, Óxido, Cobre y Oro (Iron, Oxide, Copper, Gold)
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
PIB	Producto Interno Bruto
RICYT	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SE	Secretaría de Economía
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SGM	Servicio Geológico Mexicano
ST	Secretaría del trabajo
T-MEC	Tratado Comercial entre México, Estados Unidos y Canadá
TGS	Teoría General de Sistema
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
WoS	Web of Sciences

## RESUMEN

Los recursos minerales han representado parte importante para el desarrollo de la historia de México. Desde la época antigua, la actividad minera se ha considerado como uno de los principales motores del progreso nacional, pero también se asume que este sector se ha desenvuelto en un permanente desencuentro con el desarrollo económico, social, científico, tecnológico, político y ambiental del país. Históricamente se han generado un conjunto de políticas enfocadas al mejoramiento del sector minero en donde se han abordado estas problemáticas; sin embargo, no se cuenta con un agente que regule y entrelace los objetivos de los distintos ejes con los que cuenta este sector. Para abordar esta problemática, este trabajo se apoya en los estudios CTS (ciencia, tecnología y sociedad), con enfoque transdisciplinario, utilizando la teoría del Actor Red (ANT) y la Teoría General de Sistemas (TGS). El objetivo planteado fue analizar el desarrollo histórico de la minería en México desde las dimensiones económicas, sociales, científicas, tecnológicas, políticas y ambientales, con el fin de establecer un vínculo entre éstas, a través de un enfoque sustentable. Para realizarlo, se identificaron y describieron cuatro momentos históricos de la minería nacional: (i) modo de explotación minera basado en una organización colonial, (ii) aportación de la minería a la conformación del país como nación independiente, (iii) el rol de la minería en el nacionalismo posrevolucionario y (iv) minería en el contexto actual; se identificaron los actores involucrados en todo el periodo estudiado, así como los indicadores de sustentabilidad (económicos, sociales y ambientales) y su estructura sistémica. Todo esto a partir de una metodología mixta (cuantitativa-cualitativa), que incluye investigación documental, análisis métrico de la información e interpretación descriptiva y analítica de los datos. Los resultados muestran que los actores de la minería en México se desarrollan en cuatro rubros: ciencia y tecnología (artículos de investigación publicados y patentes concedidas), estructura geográfica (regiones mineras), industria (empresas mineras de capital nacional y transnacional) e instrumentos legales (leyes, normas, reglamentos, etc.); además se muestra cómo a partir de los indicadores de sustentabilidad se estructura el sistema minero de México. Considerando todos los aspectos anteriores, es posible establecer un vínculo entre los ejes económico, social, científico, tecnológico, político y ambiental de la minería mexicana a través de un modelo pentahélice

## ABSTRACT

Mineral resources have represented an important part for the development of the history of Mexico. Since ancient times, mining activity has been considered one of the main engines of national progress, but it is also assumed that this sector has evolved in a permanent disagreement with the economic, social, scientific, technological, political and environmental development of the country. Historically, a set of policies have been generated focused on the improvement of the mining sector where these problems have been addressed; however, there is no agent that regulates and intertwines the objectives of the different axes that this sector has. To address this problem, this work is supported by CTS studies (science, technology and society), with a transdisciplinary approach, using the Actor Network Theory (ANT) and the General Theory of Systems (TGS). The proposed objective was to analyse the historical development of mining in Mexico from the economic, social, scientific, technological, political and environmental dimensions, to establish a link between them, through a sustainable approach. To do this, four historical moments of national mining were identified and described: (i) mode of mining exploitation based on a colonial organization, (ii) contribution of mining to the formation of the country as an independent nation, (iii) the role of mining in post-revolutionary nationalism and (iv) mining in the current context; the actors involved throughout the period studied were identified; as well as sustainability indicators (economic, social and environmental) and their systemic structure. All this from a mixed methodology (quantitative-qualitative), which includes documentary research, metric analysis of the information and descriptive and analytical interpretation of the data. The results show that mining players in Mexico are developed in four areas: science and technology (published research articles and granted patents), geographic structure (mining regions), industry (mining companies with national and transnational capital) and legal instruments (laws, norms, regulations, etc.); it also shows how, based on sustainability indicators, the mining system of Mexico is structured. Considering all the above aspects, it is possible to establish a link between the economic, social, scientific, technological, political and environmental axes of Mexican mining through a pentahélix model.

## INTRODUCCIÓN

La búsqueda de nuevos materiales ha sido una constante en la vida de las sociedades de todos los tiempos. Los minerales y rocas proporcionan la mayoría de los materiales y elementos químicos que usamos hoy en día y que utilizamos en todas las actividades cotidianas de la vida humana (Monreal-Saavedra y Hernández-Rábago, 2015). La minería surge a partir de esta necesidad de tener y utilizar nuevos materiales para fabricar elementos que ayuden al desarrollo y evolución de la civilización (Noguera, 2020).

Esta es una de las actividades más antiguas en la historia de la humanidad, desde hace milenios nuestros antepasados utilizaban algunos minerales para la elaboración de herramientas que ayudaron a la supervivencia de las comunidades y armas para la caza de animales (Valle-González, s.f.).

Desde la Edad de Piedra, es la principal fuente de materiales para la fabricación de herramientas y surgió cuando los predecesores del *Homo sapiens* empezaron a recuperar determinados tipos de rocas para tallarlas y elaborar instrumentos. Al principio, implicaba simplemente la actividad muy rudimentaria de desenterrar las rocas. A medida que se vaciaban los yacimientos de la superficie, las excavaciones se hacían más profundas, hasta que empezó la minería subterránea. Esta actividad se remonta a épocas mucho más antiguas que la agricultura (Ministerio de Minas y Energía, 2015; Sureda, 2008).

Para entender todo lo que la actividad minera conlleva, es necesario definir algunos conceptos que se ven involucrados en ésta:

- El primer concepto es el de mineral que se define como una sustancia sólida natural y homogénea con composición definida y disposición atómica ordenada; es el resultado de procesos inorgánicos que componen las rocas de la corteza terrestre (Vallejo-Velásquez, 2014).
- El siguiente concepto es el de minería que se define como la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre (Armendariz-Villegas, 2016). El término hace referencia al trabajo subterráneo encaminado al arranque y tratamiento de una mena o a la roca asociada. Incluye las operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y operaciones combinadas con el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie (Ministerio de Minas y Energía, 2015).
- El último concepto a definir es el de mineralogía, y de acuerdo con Griem (2015), es la identificación de minerales y el estudio de sus propiedades, origen y clasificación. Es la rama de la geología que estudia las propiedades físicas y químicas de los minerales que se encuentran en el planeta en sus diferentes estados de agregación.

Entonces la minería es la actividad que involucra la extracción y obtención de minerales, mientras que la mineralogía es la disciplina científica que estudia las propiedades de éstos. La relación que existe entre ambos conceptos es evidente; sin embargo, existe minería basada en mineralogía y minería empírica (sin ciencia).

Esta actividad se encuentra ligada al sector minero-metalúrgico; la importancia de este sector en países de todo el mundo está vinculada a la gran cantidad de beneficios que de ella se desprenden, como los numerosos empleos que genera, las aportaciones que hace al Producto Interno Bruto (PIB), la generación de nuevos materiales con valor agregado a base de sustancias minerales, entre otros muchos beneficios (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2018).

En particular, México ha sido considerado como un país con tradición minera a lo largo de la historia. Cuenta con una gran riqueza mineral, que desde la antigüedad hasta nuestros días se ha explotado y es considerada una de las máximas fuentes de desarrollo económico que tiene y ha tenido el país. Sin embargo, se han reportado diferentes problemas relacionados con los aspectos económicos, sociales, políticos, científicos, tecnológicos y ambientales, vinculados a esta actividad (Navarrete-Zendejas, 1958; Quadri-de-la-Torre, 2019; González, 2013; Cárdenas, 2013; et al.).

El desarrollo de la política minera en México se ha encaminado a atender los distintos problemas de este sector desde todos sus enfoques (Sistema Integral de Administración Minera, 2019); sin embargo, no hay un objetivo claro que oriente las acciones realizadas hacia una misma dirección.

A partir de esto, surge la necesidad de realizar una investigación que permita entender los procesos vinculados a la actividad minera de México, a través de las tres P's de la sustentabilidad (profit, people, planet), las cuales consideran lo económico, lo social y lo ambiental (Feldman, 2017).

Investigaciones anteriores se han enfocado en atender diversas cuestiones de este sector como el impacto al medio ambiente ocasionado por la minería (Armendaris-Villegas, 2016); los conflictos sociales ante la problemática ambiental o por las luchas de poder dentro de las regiones mineras (Alejandro-Aguilar, 2017); sobre el análisis jurídico o marco regulatorio que rige la minería en México (Delgado-Cervantes, 2023); el derecho u otorgamiento de concesiones mineras en distintas regiones de la República mexicana (Colocho-Rodríguez, 2021); la dinámica de producción (exploración-explotación) por parte de las empresas mineras que tienen proyectos activos en México (Baltazar-Jacinto, 2014; Guadarrama-Vargas, 2016); entre otras.

Además, la Cámara Minera de México (Cámara Minera de México, 2023) desde 2005, publica un informe anual en donde se describe la situación del sector minero en México,

obtenido de las estadísticas de las empresas mineras que se encuentran adscritas a este organismo y donde se enfatiza en temas socio-ambientales.

Los estudios históricos también se han hecho presentes en este tema. Se puede destacar el trabajo realizado por Azuela Bernal (2016; 2018; 2020) sobre la historia de la geología en México, donde la minería tiene un rol fundamental; el de Herrera y Parra (2018), donde se describe la importancia de la minería para la economía de México durante el siglo XIX; el de Cárdenas (2013) que aborda los problemas económicos, sociales y ecológicos de esta actividad efectuados en los primeros años del siglo XX; de Uribe-Salas (2006), donde el autor manifiesta, entre otras cosas, el impacto científico de la mineralogía sobre el sector minero en México; de Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales (2002), quienes realizan una narrativa del proceso histórico que ha experimentado la minería en México desde diversos enfoques; entre otros.

Pese a que se han realizado diversas investigaciones sobre distintos temas relacionados con la minería de México, actualmente no existe ninguna en la que se aborden las cuestiones económicas, sociales, científicas, tecnológicas, políticas y ambientales en conjunto para tratar de articularlas y mejorar la actividad minera a nivel nacional.

En este sentido, en este trabajo se realizó un estudio de corte histórico que incluye un análisis de los actores involucrados en el desarrollo de la minería mexicana, así como de sus indicadores más recientes, con la finalidad de hacer recomendaciones generales que permitan entrelazar los diferentes ejes de este sector.

Para realizarlo, se utilizó el enfoque de los estudios transdisciplinarios, el cual consiste en recorrer a través de varias disciplinas un campo de conocimiento, apoyado además de las esferas ciencia, tecnología y sociedad (Paoli-Bolio, 2020). Este enfoque, de acuerdo con Martínez-Miguélez (2007), ayuda a entender los complejos y cambiantes procesos metodológicos que conlleva el progreso de la sociedad, los cuales a su vez incluyen una gran diversidad de métodos, estrategias, procedimientos, técnicas e instrumentos para abordar y enfrentar la compleja realidad.

Además, esta investigación se inserta dentro de los estudios CTS (ciencia, tecnología y sociedad), los cuales constituyen un campo de trabajo en los ámbitos de la investigación académica, la educación y la política pública y, tratan de entender los aspectos sociales del fenómeno científico-tecnológico, tanto en lo que respecta a sus condicionantes como en lo que atañe a sus consecuencias sociales y todo lo que la sociedad implica (Jiménez-Becerra, 2010). En particular, este trabajo se orienta hacia los estudios CTS sobre la investigación latinoamericana documentados por Kreimer y Vessuri (2018), donde se incluye el estudio del macroespacio (que involucra estudios regionales sobre ciencia y tecnología) en el mesoanálisis (países) y microanálisis (instituciones y disciplinas). Algunos ejemplos de este

tipo de estudios son los que documentan el desempeño de la investigación científica en instituciones de América Latina (Camargo-Penteado y Dias-Avila, 2010; Herculano y Norberto, 2012; Laya y Vessuri, 2019; Luna-Morales et al., 2019; 2022), en los cuales se enfatiza que la consolidación de las actividades de investigación en todas estas instituciones depende en gran medida de factores socioeconómicos (Luna-Morales et al., 2022).

De acuerdo con lo anterior, se realizó un microanálisis (disciplinar) de la minería de México desde la perspectiva de distintas disciplinas, con el propósito de entender, explorar e incidir en los múltiples enfoques con los que esta actividad cuenta y considerando una orientación de desarrollo a partir de los contextos histórico, geográfico y social (Valencia-Martínez, Robles-Belmont y Pérez-Angón, 2022).

La investigación se sustenta a partir de la premisa: “la comprensión de los procesos pasados puede tener impacto considerable en el futuro” (Velho, 2011); es decir, que a partir de la interpretación de los hechos ocurridos en la minería de México desde la época colonial, es posible implementar acciones que permitan enriquecer esta actividad en su desarrollo actual. También se tomó el enfoque de Braudel (1979), que enfatiza la importancia de desarrollar historias de larga duración, con el fin de entender la dinámica entre la sociedad pasada y la estructura geográfica que la sustenta; en este sentido, se estudia la dinámica de la minería (y todo lo que ésta implica) y su desarrollo dentro del contexto geográfico en nuestro país. Se consideraron ambas posturas para realizar esta investigación, en la cual se aborda el estudio histórico del sector minero con el fin de incidir en la minería actual.

De acuerdo con lo anterior se planteó la siguiente hipótesis: La minería de México se ha desarrollado históricamente a través de la participación de los diversos actores económicos, sociales, científicos, tecnológicos, políticos y ambientales; sin embargo, no existe un agente regulador que permita articular las acciones realizadas por estos actores.

También, se plantearon las siguientes interrogantes:

1. ¿Cómo se ha desarrollado el sector minero en México desde la época colonial a la actualidad?
2. ¿Cuál ha sido y es el lugar de la ciencia y la tecnología en el desarrollo del sector minero?
3. ¿Qué agentes histórico-contemporáneos (personas, lugares, objetos, discursos) están vinculados al desarrollo del sector minero?
4. ¿Cuáles son las principales empresas mineras de capital nacional y transnacional y cuál ha sido su producción en los cuatro periodos?
5. ¿Cómo se ha desarrollado la legislación minera en México desde el siglo XVIII?
6. ¿Cuál es el periodo de aparición de la minería sustentable (con los enfoques social, económico y ambiental)?

7. ¿Qué acciones se necesitan implementar para mejorar las condiciones del sector minero en México?

El objetivo principal es analizar el desarrollo histórico de la minería en México desde las dimensiones económicas, sociales, científicas, tecnológicas, políticas y ambientales, con el fin de establecer un vínculo entre éstas, a través de un enfoque sustentable.

Los objetivos específicos son:

- Caracterizar la evolución de la minería en cuatro momentos históricos: la minería basada en una organización colonial; la minería en la conformación del país como nación independiente; la minería en el nacionalismo posrevolucionario; y la minería en el contexto actual.
- Analizar el corpus de conocimientos publicado sobre la minería en México.
- Determinar los agentes histórico-contemporáneos involucrados.
- Describir los indicadores de sustentabilidad del sector minero.

Para resolver las interrogantes y realizar los objetivos planteados para esta investigación, se consideró una metodología mixta (cual-cuan), con el mismo estatus entre los datos cuantitativos y cualitativos.

El método cualitativo consiste en la realización de una investigación documental, mientras que el método cuantitativo consta de un análisis métrico de información, acompañado de técnicas estadísticas.

El procedimiento realizado consistió en los siguientes pasos:

- Identificación, selección y recopilación de la información a través de fuentes documentales (bibliográficas, hemerográficas, sitios web, etc.).
- Búsqueda del estado del arte, sobre las implicaciones económicas, políticas, sociales y ambientales del sector minero.
- Identificación de los agentes que conforman el desarrollo del sector minero en los cuatro periodos.
- Análisis de la industria minera representada en las empresas nacionales y transnacionales.
- Análisis del marco normativo, los aspectos gubernamentales, normas, leyes, políticas, etc.
- Elaboración de una base de datos en la que se identifiquen los actores sociales, económicos, científicos, tecnológicos, políticos y ambientales.
- Elaboración de gráficas y tablas que permitan la interpretación de los datos obtenidos a partir de cada indicador.
- Elaboración de una propuesta final donde se expresa la vinculación de los agentes de la minería a través de un modelo pentahélice.

A partir de lo mencionado anteriormente y para incidir en el sector minero de México con orientación sustentable, fue necesario apoyarse de algunas teorías que ayudaron a mostrar los elementos que se han presentado a lo largo de la historia del sector minero y que permiten entender cómo es que se lleva a cabo esta práctica en territorio nacional.

La primera es la Teoría del Actor Red o Actor Network (ANT) (Latour, 2008), es una teoría originada para los estudios sociales sobre la ciencia y la tecnología. Aborda la relación de los denominados “actores” en el entorno en el que se encuentran, desde distintas dicotomías (naturaleza/sociedad; sujeto/objeto; humano/no humano). A partir de esta teoría, se identifican los actores (agentes) involucrados en el trabajo minero desde sus distintas dimensiones. Se consideran personas, objetos, lugares y discursos, así como el papel que cada uno desempeña en esta actividad.

La segunda es la Teoría General de Sistemas (TGS) (Arnold & Osorio, 1998; García, 2006); ésta se refiere a una forma de trabajo transdisciplinario que presenta de forma sistémica (modelos metodológicos) una aproximación y representación de la realidad. Esta orientación nos permite contemplar a la minería como un sistema, debido a las interacciones con diversos factores y aspectos que se involucran en este trabajo.

El contenido de la tesis se desarrolla a partir de tres capítulos, estructurados de la siguiente manera:

1. Aborda el contexto histórico de la minería mexicana, desde sus antecedentes durante la época antigua; las modificaciones presentadas durante el proceso de colonización de la Nueva España y todo el periodo colonial; la reestructuración de esta actividad en el México independiente (siglo XIX); los cambios socio-políticos y sus consecuencias durante el porfiriato y posterior a éste con el movimiento revolucionario; así como el nuevo esquema generado durante el siglo XX que ha dado pauta al desarrollo del sector minero actual hasta 2019.
2. Presenta una investigación sobre los agentes que intervienen y han intervenido en el proceso de desarrollo de la minería desde la época colonial hasta las primeras dos décadas del siglo XXI. Los indicadores analizados en este capítulo que permitieron identificar a los actores de la minería mexicana son: científicos y tecnológicos (artículos de investigación publicados y patentes concedidas sobre el tema); geográficos, (regiones mineras y población); industriales (empresas mineras); y legales (leyes, políticas y reglamentos).
3. Analiza los indicadores de sustentabilidad del sector minero establecidos en fuentes de información oficiales, y cómo a partir de éstos, se pueden construir diferentes sistemas de organización que determinan el rumbo de la minería nacional.

Finalmente, se presentan las conclusiones generales de los aspectos más relevantes incluidos a lo largo de esta investigación, así como una propuesta general para unificar los ejes del sector minero mexicano.

## **CAPÍTULO 1. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA MINERÍA MEXICANA**

En este capítulo, como su nombre lo dice, se aborda el contexto histórico de la minería mexicana desde sus antecedentes en la prehistoria hasta el periodo actual, haciendo énfasis en cuatro momentos históricos importantes, tanto para el propio desarrollo del país, como para el avance de la minería.

La actividad minera en México representa una de las labores más importantes para el progreso nacional y ha estado presente, desde tiempos antiguos, en el desarrollo del país (Muñoz, 1986), pues ha influido en diversos procesos sociales, políticos, económicos y culturales que marcan la historia nacional.

Desde su inicio, las actividades extractivas mexicanas han estado sujetas a los intereses de desarrollo de la propia nación y de otras naciones (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002). Es por esto que, resulta importante comprender todos los factores que involucran a esta actividad desde un contexto histórico.

Los inicios de esta actividad en el territorio mexicano se remontan al origen del género humano. Desde entonces, el hombre primitivo encontró la manera de aprovechar los recursos que obtenía de la corteza terrestre, lo cual le permitió mejorar cada vez más su calidad de vida (Vidal, 2012).

Posteriormente, se tienen registros sobre el desarrollo de la minería en la antigüedad, por ejemplo, en Mesoamérica (2500 a.C. - 1521 d.C.), donde se practicaban actividades mineras para la obtención de compuestos no metálicos como ciertas sales y óxidos, a partir de los cuales se logró satisfacer los requerimientos económicos y culturales (Zamora-Ayala, 2003). Durante esa época, la minería se realizaba en pequeñas escalas, uno de sus principales propósitos era la elaboración de objetos suntuarios dedicados al culto religioso (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002) y herramientas para la supervivencia de las civilizaciones antiguas.

Zamora-Ayala (2003) y Olivari-Ortega (2022) mencionan que en el periodo prehispánico, en territorio nacional, se utilizaron alrededor de 35 minerales no metalíferos y 14 que sí lo son, entre estos destacan: oro, plata y cobre como los principales metales preciosos utilizados para la elaboración de piezas ornamentales; obsidiana, jade, turquesa, ámbar, jaspe y esmeralda, que fueron requeridos en la generación de herramientas de apoyo principalmente en actividades primarias; hierro, bronce y aluminio para la elaboración de armas más sofisticadas en comparación con las que se realizaban con materiales como madera o partes de animales; y rocas de origen volcánico como basalto, diorita y andesita, como material para sus obras arquitectónicas.

Las técnicas de tratamiento de metales y minerales empleadas por los indígenas mesoamericanos fueron desarrolladas a base de sus experiencias y su intelecto, es decir que, ellos mismos fueron descubriendo, con el paso de los años, las mejores y más eficientes formas para el aprovechamiento de estos recursos, lo que implica un conocimiento mínimo de técnicas que se les niegan y se pretende que llegaron desde Europa (Muñoz, 1986). La realidad es que, desde el siglo XVI, los conocimientos de los especialistas europeos, además de sus herramientas más sofisticadas para el trabajo de minas, llegaron a complementar y mejorar las técnicas que ya se practicaban en territorio nacional. Este fenómeno no se dio solo en la minería, sino en varias de las actividades en las que se sustentó la economía de los pueblos mesoamericanos como caza, recolección y pesca.

Aunque se practicaban distintas actividades para la subsistencia, la minería, junto con la agricultura, fueron las principales actividades realizadas en las antiguas civilizaciones mesoamericanas, y los insumos que de éstas se obtenían fueron aplicados como moneda de cambio, logrando establecer las primeras bases del comercio durante la época (Rovira-Morgado, 2009).

En términos generales, la minería ha sido una de las actividades más antiguas y que además ha repercutido, en gran medida, en los procesos socioeconómicos ocurridos desde la época prehispánica hasta la actualidad y, pese a que la importancia de esta actividad radica desde hace miles de años, las principales aportaciones reflejadas en la historia de México se ubican a partir de la Colonia, con la conquista española.

### **1.1 Modo de explotación minera basado en una organización colonial**

La riqueza mineral que se encontraba en territorio mexicano fue uno de los principales motivos que orilló a los españoles a conquistar estas tierras; es por eso que, consumada la Conquista, a partir de 1521, la Corona española echó a andar su proyecto de extracción de metales. Al iniciarse la explotación de minas en la Nueva España, no había mineros colonizadores, lo que obligó no solo a recurrir a la mano de obra de la población indígena, sino que hubo que seguir los métodos locales que éstos habían utilizado durante muchos siglos para el laboreo de las minas, pues carecían de técnicas y no contaban con las herramientas necesarias (Commons, 1989).

El lavado de metales fue el método utilizado durante los primeros años de dominio español, que era el mismo que se utilizó durante la época prehispánica. Años más tarde se produjeron dos acontecimientos que determinaron los métodos más adecuados (en ese tiempo), para el beneficio de metales.

El primero es el auge del beneficio de patio, considerado como el evento que marcó el inicio de la industria minera en México, pues a partir de este método fue posible el beneficio de metales a un bajo costo, ocasionando un incremento exponencial en la producción de metales preciosos, principalmente oro y plata, durante el virreinato (Muro, 1964). Este método fue implementado por primera vez en las minas de Pachuca Hidalgo, por el metalurgista empírico más importante del siglo XVI, Bartolomé de Medina, por influencia del alemán Maese Lorenzo (Cano-Borrego, 2021).

El segundo acontecimiento que determinó el rumbo del desarrollo de la minería en México y en gran parte del territorio del continente americano, fue la publicación de la obra “El arte de los metales” de Alfonso Barba en 1640 (Meneses-Llaguno, 1989). Fue considerado como un documento esencial para el estudio de la evolución histórica del arte de la minería y la metalurgia. Es un compendio práctico sobre los procedimientos utilizados para la obtención de los metales contenidos en los minerales, especialmente del oro y de la plata, mediante el uso del azogue (Calvo y Sevillano, 1998). Esta obra resultó de gran utilidad para la producción de metales, a través de técnicas que incidieron en el desarrollo de insumos a mayor escala en la industria minera en la época colonial.

Finalizada la colonización de la Nueva España, en 1536, y con la adopción de las formas de organización española, se establecieron de manera definitiva las actividades productivas que serían el soporte de la economía nacional: la agricultura, basada en una mezcla de los saberes de las civilizaciones mesoamericanas y los adquiridos por los colonizadores (González y Guzmán, 2015); la ganadería, introducida a partir de la llegada de los españoles al Nuevo Mundo, pues antes de ese tiempo, solo se realizaba la cría de guajolote, xoloitzcuintle, la cochinilla de grana y algunas especies apícolas (Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2017); y la minería, a partir de las técnicas de beneficio de metales propuestas por Bartolomé de Medina y Alfonso Barba, convirtiéndose esta última en la segunda actividad primordial para la Corona española (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

### *Siglo XVI*

La economía colonial se basó principalmente en la actividad minera, especialmente en la producción de metales preciosos. Durante la primera mitad del siglo XVI, las actividades de extracción se enfocaron en la producción de oro y plata, a través de la explotación de la mano de obra de los indígenas, quienes realizaban prácticamente todos los trabajos en las minas, desde la socavación, hasta el desagüe y la extracción del mineral (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

Pese a que los frutos de los primeros trabajos mineros no fueron tan elevados como se esperaba, a partir de éstos fue posible trazar la ruta de los tratos mercantiles con la Metrópoli y se montó la economía novohispana, pues estos metales atrajeron a diferentes consumidores como comerciantes, agricultores y artesanos (Universidad Nacional Autónoma de México, 2023), quienes los buscaban y adquirirían por ser un insumo importante para la realización de sus actividades.

También, se abrieron caminos hacia tierras no exploradas, principalmente en el norte del país: iniciando por Zacatecas, región que reveló sus inmensas posibilidades para el trabajo de extracción y que extendió la búsqueda de nuevas riquezas (Navarrete, 1996): después se exploraron lo que hoy son los estados de Durango, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, así como la región sonorenses. Más de dos décadas después, se abrieron minas en Taxco, Zumpango, Temascaltepec, Tlalpujahuá, Pachuca y Guanajuato. Para la segunda mitad del siglo XVI, los centros mineros se habían extendido hasta Mapimí por el norte y el Istmo de Tehuantepec por el sur (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

La minería tuvo gran importancia para la Corona, ya que sus principales ingresos provenían de los impuestos que debían pagar los mineros por la explotación de las minas, estos impuestos fueron: el Quinto Real, donde el minero debía pagar una quinta parte de lo extraído y a partir de 1548 se redujo a la décima parte o diezmo; el derecho de amonedación, implementado en 1536 cuando se estableció la Casa de Moneda para la acuñación de monedas de plata y cobre y el derecho de vajilla; y, el impuesto cobrado por la producción de vajillas y alhajas de plata y oro (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2017a).

Debido a la importancia que cobró la minería, los españoles se dieron a la tarea de recorrer la geografía del Nuevo Mundo con el fin de encontrar yacimientos de oro y plata. Por lo general, éstos se encontraban en terrenos áridos y poco poblados que se mantenían todavía ajenos al proceso de colonización. A mediados del siglo XVI se encontraron minas, principalmente de plata, en lugares como Zumpango, Estado de México; en Taxco, Guerrero; así como en el entonces territorio de Nueva Galicia (Clausell-Arroyo, s.f.). Aunque el oro resultó ser el metal más valioso para los conquistadores, la cantidad que se extraía de este no se comparó con la plata, las ganancias obtenidas a través de la explotación de este metal superaron las expectativas de los conquistadores, dando paso así a la etapa conocida como “Fiebre de la plata” (Universidad Nacional Autónoma de México, 2023).

El interés entonces se había dirigido hacia la plata, alrededor de la cual se iban a desarrollar los centros mineros más famosos del virreinato en pocas décadas: las minas de plata al sur de Tamazula (Jalisco) que fueron la fuente de este mineral del reino purépecha, un yacimiento que se perdió antes de 1530 a causa de un derrumbe; Taxco desde 1531, que contaba con una importante y constante producción de la misma; la larga franja desde Taxco hacia el norte, que cruzaba Temascaltepec y Sultepec (Estado de México) y terminaba en Tlalpujahuá

(Michoacán), con una producción no espectacular, pero sin interrupción; las minas de Sinaloa a partir de la década de 1530, que eran atacadas constantemente por los indígenas de la sierra y sufrían de insuficiente mano de obra y de avío por lo aislado de la región; poco después, cerca de Etzatlán (Jalisco), con numerosos yacimientos pequeños que fueron explotados con importantes inversiones por hombres acaudalados de la ciudad de Guadalajara.

Una vez cumplidos los requisitos del diezmo o quinto y el derecho del uno por ciento, las barras de plata eran libremente comerciadas. La mayoría de estos lingotes, incluidos los que fueran por contrabando, pasaban por la Ciudad de México para ser transportados al puerto de Veracruz, donde embarcaban a España para ser intercambiadas por mercancías. Un importante porcentaje, a partir de la década de 1570, iba a Acapulco y de ahí a las islas Filipinas. En estas partes la plata era muy demandada y era valorada casi como el oro debido a que en Asia oriental no existían minas argentíferas. La plata servía para comprar artículos de lujo (en primer lugar, especias, seda, porcelana y marfil) que transportaba la nao de la China a la Nueva España, para a su vez enviar desde ahí una parte a España y otra vía Huatulco, al virreinato del Perú, cuya élite también tenía mucha fuerza de compra desde que fueron descubiertas sus minas de metales preciosos (Hillerkuss, 2013).

Pese a los grandes beneficios que se suscitaron a raíz de la explotación de oro y plata, esta actividad ocasionó grandes cambios no tan favorables en el territorio novohispano. Uno de los más evidentes fue la urbanización del país, por la concentración de indígenas trabajadores de minas en las zonas de explotación, lo que ocasionó en términos favorables una mejor educación, atención médica, saneamiento, vivienda, oportunidades de negocio y transporte, pero al mismo tiempo, problemas sociales y económicos provocados por el mismo fenómeno de urbanización (Acosta-Sol, 2006). Además, el entorno geográfico también sufrió serias consecuencias al llevarse a cabo una intensa deforestación, ya que se necesitaba la madera tanto para las obras mineras, como para el combustible utilizado en el proceso de beneficio de minerales (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002). Y el mencionado problema por la explotación de indígenas, quienes exigían el pago justo por las horas laboradas dentro de las minas, así como las horas de traslado hacia los diferentes centros mineros del país (Torre, 2013), los cuales ocasionaron grandes revuelos.

El problema mayor se suscitó a raíz del poco conocimiento de extracción y mal manejo de los recursos para obtener los metales, ocasionando una inestabilidad económica que se vio reflejada en el siguiente siglo.

### *Siglo XVII*

En la etapa colonial la producción de minerales presentó altibajos; desde el inicio de la colonización y hasta finales del siglo XVI y principios del XVII se dio el periodo de auge por el descubrimiento y explotación de nuevas minas; mientras que, después de las primeras

dos décadas de ese mismo siglo y hasta la primera mitad del siglo XVIII, se presentó un periodo de disminución de la producción, por escasez de mano de obra, limitaciones técnicas, inundaciones en las minas, falta de caminos e inseguridad en ellos y escasez del mercurio, monopolizado por la Corona española (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2017a).

Durante esos años, México no pudo competir con la producción de Perú, por varias razones. En primer lugar, en Nueva España no existieron yacimientos considerables de azogue, esto era importante ya que el azogue se requería para beneficiar la plata por el procedimiento de amalgama; entonces, la importación del azogue que exigían las minas de Nueva España aumentaba enormemente los costos de producción. Además, durante esa época muchas de las antiguas vetas de mineral explotadas desde el siglo XVI comenzaron a agotarse o se hicieron profundas, debido a las limitaciones de los conocimientos técnicos de la época, una veta muy profunda que llegaba a inundarse con facilidad no era económicamente explotable. La baja de la producción minera durante esos años, sumada al descenso de la población, originó la contracción de la economía colonial durante la segunda mitad del siglo XVII (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

Los centros mineros en explotación durante ese período fueron los mismos que se trabajaron desde la segunda mitad del siglo XVI. Las minas del sur de la cordillera volcánica: Taxco, Sultepec, Temascaltepec y Zacualpan continuaron produciendo plata, aunque en condiciones más difíciles. Los centros del norte: Zacatecas, Fresnillo, Sombrerete y Catorce, siguieron siendo buenos productores de metales. Con su actividad lograron mantener una economía dinámica en la región, y provocaron el surgimiento espectacular de nuevas ciudades mineras como Durango y Chihuahua. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2023).

Aunado a las causas anteriores, la crisis europea del siglo XVII, provocada por los reajustes necesarios en la economía que permitieron dar el paso definitivo del feudalismo al capitalismo, también repercutió en la crisis de la minería novohispana (Sevilla-Soler, 1990). Esta situación, obligó a la Corona a tomar ciertas medidas que le permitieron reestructurar el camino de la economía basada en minería durante esa época a través de las Reformas Borbónicas, pero que se reflejaron hasta la segunda mitad del siglo XVIII.

### *Siglo XVIII*

Al comenzar el siglo XVIII la Metrópoli se encontraba en malas condiciones, sus arcas estaban vacías y el comercio y la industria en decadencia. La ascensión de los Borbones al trono de España le había traído guerras desastrosas, lo que implicaba la paralización de la navegación y por lo tanto del mismo comercio; además, no era posible importar azogue, por lo que las minas dejaron de producir (Commons, 1989).

A partir de la caída de la casa de Habsburgo, la consolidación de la dinastía de los Borbones y la creación de las Reformas Borbónicas, los cambios en la organización socioeconómica

del país se hicieron presentes en la minería nacional. Aunque éstas no se aplicaron de manera inmediata en el territorio novohispano, durante la segunda mitad del siglo XVIII, las acciones que se tomaron en respuesta a la crisis empezaron a tomar forma (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

La política borbónica se convirtió en una fuerza de arrastre de la economía colonial que tenía como finalidad solventar las necesidades presupuestarias de la Metrópoli. Para ello, intentó modernizar el sistema productivo de la minería con el fin de aumentar la recaudación fiscal (Flores-Clair, 2003).

Una de las acciones más importantes que se generaron para restablecer la minería novohispana decretadas a través de las Reformas Borbónicas, fue la creación de instituciones para su fomento y desarrollo.

Primero, se creó en 1777 el Real Tribunal de Minería con el objetivo de atender y mejorar todos los asuntos relacionados con este ramo, así como difundir los conocimientos técnicos y científicos de esta industria (Commons, 1989). Este tribunal estaba compuesto por el denominado Cuerpo de Minería de la Nueva España que se conformaba a su vez por un director, un administrador y tres representantes generales. Debían ser mineros con más de 10 años de experiencia, preferentemente quienes hubieran sido jueces o diputados territoriales de minería. El director y el administrador eran electos entre los representantes para periodos de nueve y seis años respectivamente (Universidad Nacional Autónoma de México, 2023).

Una de las consecuencias casi inmediatas de la creación del Real Tribunal de Minería fue la elaboración de un nuevo reglamento que establecía el modo de explotación minera de la Nueva España, basado en los recursos y herramientas que contemplaba la Corona española. Fue así como surgieron, en 1778, las *Reales Ordenanzas de la Minería de la Nueva España formadas y propuestas por su Real Tribunal en orden del Rey Nuestro Señor* (Contreras, 1996).

En 1774 Joaquín Velázquez de León, personaje importante en las disciplinas de química, física experimental, historia natural y sobre todo metalurgia, propuso a Carlos II crear una institución para la enseñanza de la minería en la Nueva España. En 1776, a raíz de esta solicitud, se expidió la Real Cédula que establecía en gremio formal a los mineros dentro del Real Tribunal de la Minería de Nueva España y a su vez, éste se propuso como una de sus principales metas la conformación de una escuela la cual se convertiría en un pilar en la historia de la educación científica y especialmente ingenieril en México. Fue así como en el año de 1792 se creó el Real Seminario de Minería, con el fin de crear especialistas capacitados para el trabajo de minas (El Colegio de México, 2021).

El Real Seminario de Minería tenía la obligación de formar “peritos” en las áreas de explotación y beneficio (refinación o metalurgia) de minerales. Los alumnos recibirían una

instrucción teórica durante cuatro años para enseñarles las ciencias (matemáticas, física, química y mineralogía) y las artes mecánicas (dibujo, delineación, maquinaria entre otras) (Flores-Clair, 2003).

Esta institución contó con una plantilla destacada de catedráticos procedentes de escuelas europeas importantes, como la Escuela de Minas de Freiberg y la Academia de Minas de Almadén, por mencionar algunas. Posteriormente, con el paso de los años, los egresados del propio Real Seminario de Minería se convertirían en los nuevos profesores encargados de enseñar el conocimiento científico y técnico de la actividad minera (Mendoza-García y Pineda-Hernández).

La Corona Española contrató a especialistas distinguidos en este ramo para atender las necesidades del Real Seminario de Minería, uno de ellos, Fausto Elhúyar, designado para dirigir la nueva institución y quien le otorgaría a Andrés Manuel del Río el privilegio de ocupar la cátedra de Química y Mineralogía (Uribe-Salas, 2006). Este último es considerado uno de los actores más importantes en la historia de la ciencia en México, especialmente en el campo de la minería, por descubrir el elemento químico al que le dio diversos nombres: primero zimapanio, por la región donde localizó la sustancia mineral; después pancromo, por su diversidad de colores; y finalmente eritronio, por tornarse rojizo al calentarse (Valencia-Martínez, 2018; Collazo-Reyes et al., 2017).

## **1.2 Aportación de la minería a la conformación del país como nación independiente**

Durante los últimos años de la Colonia, en el territorio novohispano se registró un notable crecimiento en el área de producción minera; fue así como esta actividad desplazó al comercio como fuente principal de riqueza, alcanzando un valor de producción que superó incluso a la agricultura.

La minería dependía de insumos que se obtienen a través del mismo sector y de otros sectores como sal, azogue, maderas, animales de carga, granos, forrajes y alimentos en general, además requerían pólvora, hierro, acero, herramientas y maquinaria. En ese sentido, la minería se convirtió en una oportunidad de crecimiento para otras actividades (La cantera desarrollos mineros, 2022).

Además, con el establecimiento de las instituciones que atendían los asuntos relacionados con la minería, parecía que todo marchaba correctamente y que el dinamismo de la actividad se mantendría. Sin embargo, durante los primeros años del siglo XIX, con las consecuencias del establecimiento de la política borbónica y el descontento que esto ocasionó en la población novohispana, se inició el movimiento de independencia, lo cual ocasionó una tendencia hacia la baja en la producción minera (Romero-Sotelo, 1994).

### *Guerra de independencia (1810-1821)*

Desde el inicio de la guerra de independencia, la producción de metales preciosos descendió de manera vertiginosa, especialmente durante los años 1811 y 1812, cuando la guerra se extendió a muchas de las provincias del territorio novohispano, razón por la cual, los trabajadores mineros pararon la producción, afectando considerablemente la actividad extractiva (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

La caída de la producción no se presentó de la misma manera en todos los distritos mineros; Guanajuato, escenario principal de la guerra fue el más afectado, la mayoría de sus minas fueron abandonadas por los trabajadores, debido a los peligros originados por los embates de la guerra. Gran parte de la plata registrada en esta zona se encontró tirada en los patios de las minas y haciendas de beneficio, lo que supone que fue plata extraída antes del grito de Dolores y abandonada por los dueños de las minas al propagarse el movimiento de independencia. En caso contrario, Zacatecas, segundo distrito minero más productivo, a diferencia de Guanajuato, sufrió una depresión menos severa durante el período. De hecho, Quebradilla, Veta Grande y Sombrerete, sus minas más importantes, siguieron funcionando durante la guerra de independencia y registraron buenas cantidades de producción. (Romero-Sotelo, 1994).

La inestabilidad del sector minero durante la época fue evidente, aunque hubo regiones que no pararon la producción, la cantidad de metales extraídos no fue suficiente para cubrir las demandas. En general, la Guerra de Independencia causó graves problemas en la minería. El abandono temporal de los trabajos originó derrumbes e inundaciones y ese abandono se presentó por el descuido en la actividad de extracción provocada por la fuga de capitales hacia el extranjero y la falta de insumos básicos para el beneficio de metales (mercurio y hierro), los cuales se adquirían principalmente en la región de Perú. Para retomar el trabajo en las minas se requerían fuertes inversiones de capital que no existían en el país o que se encontraban en manos del clero; además era necesario ampliar la producción de minerales, además de la plata e importar las innovaciones técnicas derivadas de la revolución industrial que en otros países ya utilizaban, para que el mercado se expandiera y se pudiera competir de manera global (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

### *México independiente*

La reestructuración del sector minero después de la guerra fue un proceso complicado. Las cifras de producción de 1820-1840 fueron incluso menores que las del periodo de la guerra, la recuperación de este sector se fue dando hasta mediados de siglo XIX (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2017b). Sin embargo, pese a los múltiples daños que se veían en las minas del territorio ahora mexicano y a pesar de todos los cambios que trajo consigo la independencia, la minería continuó como uno de los pilares fundamentales de la economía

del país. Las ganancias que provenían de esta actividad contribuían considerablemente al ingreso interno y la plata continuó siendo el principal artículo de exportación; además, cumplía con un papel articulador muy importante, ya que su ciclo productivo, al igual que en la época colonial, continuó demandando insumos de otros sectores, lo cual ayudó a desarrollar actividades como el comercio y el transporte (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

Aunque la producción decayó, no era despreciable: en el decenio de 1821 a 1831, el promedio anual obtenido para el oro fue de 976 kilos y para la plata 264.800, la producción total en los diez años descendió bastante, 9.760 y 2.648.000 kilogramos, respectivamente; de 1831 a 1841 el producto medio anual del oro declinó hasta 864, pero el de la plata subió a 330.990 kilos, es en esta década cuando la producción total llegaría a 8.640 y 3.309.900; entre 1841-1851 ascendieron su promedio anual tanto en el oro como en la plata: 1.994 para el oro y 420.000 kilogramos para la plata, lo producido en este lapso subió a 19940 y 4.203.100 kilos, respectivamente; para el quinquenio 1851 a 1856 la extracción seguía un ritmo incrementado con un promedio anual de 2.010 en oro y 466.100 kilos en plata, el total de estos cinco años llegó a la cifra de 10.050 y 2.330.500 (Muñoz, 1986).

Durante esta etapa se llevaron a cabo cambios importantes en la minería, aunque el modo de explotación y manejo de recursos fueron muy similares a los que se realizaban durante la Colonia, hubo modificaciones que ayudaron a la reestructuración de este sector.

Uno de estos cambios fue la entrada del capital extranjero a la industria. La Compañía Minera de Real del Monte realizó importantes inversiones en México para la explotación de plata; además sustituyó los procesos de extracción tradicionales por nuevos avances tecnológicos que hicieron más eficiente la producción (La cantera desarrollos mineros, 2022).

También, en 1830 se creó el Banco de Avío, una institución que, más que ser un banco mercantil de depósito o emisión de billetes, era una entidad que otorgaba créditos para estimular el desarrollo industrial y agrícola. Este organismo generó una nueva forma de financiamiento de la industria minera, en la que los comerciantes fueron desplazados, perdiendo el monopolio de la circulación de la plata. Así, el banco controló este mercado interviniendo en la producción de la plata a través del financiamiento de la infraestructura con el objetivo de hacer rentable la explotación minera (Arrijoja-Vizcaino, 2021).

Además, otro factor que ayudó a impulsar nuevamente el sector minero durante la época fue la producción de hierro. El presidente Antonio López de Santa Ana, en 1842, declaró libre de impuestos por diez años la explotación de ese mineral (Senado de la República, 2022).

Por otra parte, académicamente también se vieron reflejados algunos cambios derivados de la independencia de México. El cambio de paradigma presentado en las instituciones mexicanas, provocado por la nueva estructura del país como nación independiente se vio

reflejado en la modificación de los nombres de las instituciones, por ejemplo: la Real Academia de San Carlos de las Nobles Artes de la Nueva España, modificada a Academia de San Carlos; la Real y Pontificia Universidad de México, modificada a Universidad Nacional de México y posteriormente a Universidad Nacional Autónoma de México (siglo XX); y en instituciones del ramo minero, el Real Seminario de Minería, modificado a Colegio de Minería y años más tarde a Escuela Nacional de Ingenieros (Riguzzi, 1999).

### *Porfiriato*

Durante los últimos 30 años del siglo XIX y en la primera década del siglo XX, se presentaron cambios importantes en el sector minero. De una economía basada en la producción y exportación principalmente de plata, se transitó a un modelo orientado a la producción de minerales industriales (Velasco-Ávila et al., 1998).

En esa época, la mayor parte del mundo se transformó económicamente a partir de los nuevos patrones del comercio internacional que impulsó el cambio tecnológico asociado con el proceso de industrialización en Inglaterra, al que se incorporaron posteriormente otros países europeos y Estados Unidos. Las manufacturas de estos países se abarataron y demandaron más insumos destinados a la producción y al consumo de una población cada vez más numerosa y con mayor poder adquisitivo. Los costos para el intercambio de mercancías descendieron debido al mejoramiento en los transportes y las comunicaciones, lo que facilitó el desplazamiento de personas hacia zonas menos pobladas y con abundancia de recursos naturales, de tal forma que la productividad global aumentó. Además, el patrón oro fue adoptado gradualmente por más países, con lo cual se conformó un sistema monetario que dio más certidumbre a los movimientos comerciales y financieros globales. En suma, la primera globalización económica moderna consistió en una red de flujos relativamente libres de factores globales: personas, mercancías, información, inversión directa y activos financieros, cuya intensificación ocurrió durante el último cuarto del siglo XIX (Sánchez-Rangel, 2018). Ante esta situación, los recursos minerales de México resultaron ser el pase de inserción del país a esta globalización.

En el Porfiriato, la minería tuvo un impulso importante que no se había presentado durante las décadas anteriores. Este impulso se dio gracias al interés de grandes potencias europeas y Estados Unidos por la expansión de sus capitales y al fenómeno de globalización antes mencionado, a través de la riqueza de los yacimientos minerales de México (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

Porfirio Díaz aprovechó las condiciones que ofrecía la economía internacional para el impulso productivo, negoció con los gobiernos e inversionistas de otros países, lo que modeló la incorporación de México en la primera globalización económica moderna (Sánchez-Rangel, 2018). A raíz de esto, la minería se consolidó como monopolio extranjero,

desarrollado de manera enclave y conectado al resto de la economía nacional, de modo que su comportamiento se adaptó a las variaciones del mercado internacional. En este periodo se sentaron las bases de la organización actual de la minería mexicana y se inició el proceso de concentración financiera (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

Para finales del siglo XIX, la minería era controlada en gran parte por los monopolios extranjeros, lo que permitió la introducción de innovaciones tecnológicas y maquinaria moderna que permitieron mejorar los procesos de extracción y beneficio de metales. Además, se introdujo en el país una red ferroviaria y la energía eléctrica, cambiando drásticamente las condiciones de trabajo para los mineros, que, aunque no eran del todo seguras, sí mejoraron en gran medida (solo para trabajadores extranjeros), lo que provocó mayor volumen de la producción y la expansión de las especies minerales que se extraían (Mentz, 2001).

Según la forma en la que se dio el proceso de reestructuración minera durante el Porfiriato, se afirma que la política empleada durante este periodo fue una política basada en la inversión extranjera (Gil y Manuel, 2003).

### **1.3 El rol de la minería en el nacionalismo revolucionario y posrevolucionario**

Los primeros años del siglo XX fueron de gran auge minero, había minas en el norte, en las dos Sierras Madre, en el altiplano, en Guerrero y Oaxaca. Se abrieron amplios espacios para el desarrollo de esta actividad y la red ferroviaria impulsada por Porfirio Díaz unió esos centros con las principales fundidoras y con el extranjero. La injerencia del capital extranjero se sentía no solo en la minería, sino en otras ramas de la economía. Desafortunadamente, los movimientos revolucionarios alteraron el orden de las cosas y provocaron una nueva decadencia en esta actividad (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

A pesar de que la minería durante los años 1900-1910 marchaba de manera excepcional por la inyección del capital extranjero, el desarrollo de esta actividad fue una de las causas por las que se desataría la lucha revolucionaria.

Por ejemplo, la inflación derivada de la adopción del patrón oro y de dos años consecutivos de malas cosechas, así como la concentración de los precios del cobre y el plomo, contribuyeron al descontento y a la formación de la base social del movimiento revolucionario. A pesar de los múltiples intereses estadounidenses en minas y plantas metalúrgicas y en diversas actividades económicas, o quizá justamente por ello, las fuerzas revolucionarias del norte tuvieron en perspectiva la redefinición del régimen político nacional y utilizaron el sentir antiestadounidense de la población para construir el nuevo consenso (Velasco-Ávila et al., 1998). Esto quiere decir que, la forma en la que Porfirio Díaz dirigió y administró la política económica a través de la minería, no agradó a gran parte de la

población (trabajadores mineros, dueños de empresas, pobladores, etc.), ya que no todos se veían beneficiados con esa estructura.

### *Durante la guerra*

Durante los años 1910-1921 la minería proporcionó dinero, abastecimiento y apoyo a las fuerzas revolucionarias, pero su margen de ganancia era menor y muchas operaciones mineras no pudieron soportar el esfuerzo (Hall y Coerver, 1983).

La marcha ascendente de la minería se alteró, tanto a causa del propio movimiento armado, como por 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 (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

Además de las inconformidades políticas derivadas de la larga dictadura, la organización de la minería fue uno de los hechos que más conflictos ocasionó durante la lucha, pues años antes Porfirio Díaz proclamó una serie de reglamentos en los que le permitió a Estados Unidos tomar mucho poder dentro del sector minero mexicano.

Según Hall y Coerver (1983), Estados Unidos había participado intensamente en la minería mexicana. Eran tantos los norteamericanos y británicos, que en la Ciudad de México se publicaba en inglés un periódico importante, *The Mexican Mining Journal*, editado y dirigido por estadounidenses, en cuyos anuncios aparecían las noticias más sobresalientes de la minería mexicana. Lo anterior ocasionó quejas puntuales derivadas de la Revolución en dos rubros: 1. quejas sobre el poder de la prensa estadounidense para publicar las noticias de su conveniencia; y 2. quejas en donde se atacaba constantemente al capital extranjero, principalmente de Estados Unidos, Canadá, Argentina, Sudáfrica, Australia y Japón, por lo que *The Mexican Mining Journal* se vio obligado a responder en una nota editorial:

El capital extranjero no debe verse como un mal necesario en el desarrollo de nuestros recursos naturales, sino como una gran ayuda para el progreso y estímulo del desarrollo y la producción en todos los campos. Es verdad que estamos pagando una elevada tasa de interés al capital extranjero invertido aquí; pero como una inversión, estamos lejos de violar lo que ha demostrado ser una política comercial sana para el desarrollo de otros países que tienen y están pasando por el mismo estado en el que México se encuentra actualmente.

Otra situación fue la de las huelgas. Durante el porfiriato, la producción minera fue vasta, el nivel de producción que se alcanzó durante esa época fue uno de los más importantes en la historia de nuestro país; sin embargo, las condiciones de explotación a las que estaban sujetos los trabajadores (nacionales) ocasionó una oleada de huelgas en las que se buscaba obtener

mejoras en los salarios y sobre todo en las condiciones de trabajo (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002). La huelga más grande registrada en ese periodo es la de Cananea, denominada así por los trabajadores de la empresa minera de Cananea. Esta inició en 1906 y dio origen a los primeros enfrentamientos de la posterior lucha revolucionaria. La principal causa fue la desigualdad que existía entre los trabajadores mexicanos y los trabajadores extranjeros (principalmente estadounidenses), en términos de salario y trato laboral (Salmerón, 2022). La huelga de Cananea fue entonces la antecesora de muchas otras huelgas que se darían a la par de la Revolución.

Derivado de las huelgas y de la misma Revolución, en 1917 se estableció en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, surgida en ese año y aún vigente, un principio revolucionario dentro del artículo 27, en el que se decretó que los recursos del país eran para los mexicanos y que todos los derechos sobre el subsuelo pertenecían al Estado y los recursos naturales se utilizarían para beneficio del pueblo (Olguin-Vargas, 2017). Pese a este decreto, gran parte de las concesiones mineras siguen estando en manos del capital extranjero.

### *Organización posrevolución*

Culminada la Revolución mexicana, el desarrollo de la minería tomó un rumbo importante. Se inició un periodo estatizante de la economía y de expulsión de la inversión extranjera, no solo en el sector minero, sino en la economía de todo el país (Miranda, 2019). Los gobiernos de Obregón y Calles acentuaron en el carácter nacionalista de la política oficial y reforzaron el artículo 27 constitucional. En esa década, la Secretaría del Trabajo obligó a las compañías mineras a realizar campañas de seguridad en el trabajo minero, logrando que se redujeran los accidentes en minas. Además, se consiguió un incremento en la ocupación de técnicos y profesionistas mexicanos (Sariego-Rodríguez, 1988).

Derivado del énfasis en la política nacionalista reflejada en el ya mencionado artículo 27, el presidente Lázaro Cárdenas promulgó la Ley de expropiación en 1936 y dos años más tarde (1938) se puso en marcha esta ley dando paso a una serie de acontecimientos que dieron como resultado la nacionalización de la industria petrolera y por lo tanto a la denominada Expropiación petrolera, la cual estaba dirigida principalmente a las compañías de capital y origen extranjero que explotaban los recursos petroleros. La razón principal de la expropiación fue la constante negativa de las compañías de mejorar las condiciones salariales y laborales de los empleados de esta industria (Barbosa, 1988), la cual estaba ligada directamente con la minería.

Lázaro Cárdenas también impuso condiciones para las grandes empresas mineras, estimuló la pequeña minería y a la formación de nuevas cooperativas mineras; sin embargo, los incrementos en los salarios y la inestabilidad del mercado internacional, aumentó los costos de producción (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

Aunque las medidas que tomó Cárdenas apoyaron el nacionalismo minero, la poca inyección de capital extranjero, que se vio limitada principalmente por la política aplicada durante esa época y a la inflación interna, afectaron la producción y por consecuencia el mercado de algunos minerales como plomo, zinc y plata (Sariego-Rodríguez, 1988).

Posteriormente, como respuesta a la disminución económica del país y para reestructurar el sector minero nacional, Manuel Ávila Camacho realizó modificaciones sobre la política que había establecido Cárdenas, firmando algunos acuerdos que le permitían nuevamente a Estados Unidos, tomar cierto dominio sobre los recursos mineros en el territorio mexicano (Domínguez-Chávez y Carrillo-Aguilar, 2009).

Estados Unidos requirió gran parte de los recursos minerales que obtenía de México durante la Segunda Guerra Mundial, los cuales utilizaba como insumo para crear las armas que le servían para enfrentar ese conflicto. Sin embargo, al finalizar esta guerra, los mercados internacionales colapsaron, disminuyendo los precios de gran parte de productos a nivel mundial y afectando directamente a la producción de la minería mexicana (Contreras, 2009).

Como consecuencia de lo anterior, a la minería se le hostiga, promoviendo principalmente conflictos laborales utilizando al sector obrero, se pierde riqueza, se pierden empleos, no se invierte en minería y se cierran operaciones mineras. Esto ocasionó que la minería entrara en una época de franca decadencia.

#### *Decadencia de la minería*

A partir del final de la Segunda Guerra Mundial, se dio un cambio radical en el papel de la minería dentro de la economía de México, la cual había sido la columna vertebral del país desde la época colonial. Aunque continuaba participando en el mercado de algunos minerales como plomo y zinc, la política de industrialización que facilitaba las importaciones en México causó una disminución de ese mercado (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

Como respuesta a esta crisis, el presidente en turno Adolfo López Mateos, promulgó las leyes de mexicanización de la minería en 1961, donde se establecía que toda empresa dedicada a la explotación o beneficio de minerales en el territorio mexicano debía contar con la participación mayoritaria de capital mexicano. Esta medida buscaba que el capital nacional participara de manera activa en la minería y que, al mismo tiempo, el Estado pudiera hacerse presente en el trabajo de las empresas que explotaban el patrimonio del país (Rodríguez-Kuri, 2015).

A partir de la aplicación de estas leyes, la participación del capital en diversas empresas mineras en México se hizo presente, además de que el Estado, a través de la Comisión de Fomento Minero, tuvo una participación importante con el otorgamiento de ayuda financiera

y técnica y la promoción para la creación de pequeñas y medianas empresas. Esta situación provocó la reacción de grandes monopolios de capital extranjero, los cuales iniciaron una serie de peticiones para modificar las leyes, otorgando así nuevamente algunos privilegios a las empresas extranjeras (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).

#### **1.4 La minería en el contexto actual**

En tiempos recientes, la minería ha sido una de las actividades económicas más favorecidas por las políticas neoliberales implementadas a partir de la década de 1980, especialmente por aquellas que impulsaron la privatización de las empresas mineras del Estado y la apertura de la actividad a las inversiones extranjeras con miras a promover su integración en la economía global. Con las reformas promovidas por el Estado, la minería modificó su estructura empresarial y productiva, introdujo innovaciones tecnológicas en sus sistemas de minado y beneficio e incorporó nuevos espacios a dicha actividad; todos estos cambios tuvieron importantes repercusiones sociales, económicas y ambientales. (Sánchez-Salazar y Casado-Izquierdo, 2018).

Durante el gobierno de Miguel de la Madrid se firmaron acuerdos con el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002), donde se estableció la aplicación de una serie de medidas de corte neoliberal que propiciaron cambios estructurales en la economía como: la reducción del gasto público en infraestructura y subsidios a productos y servicios; la privatización de las empresas públicas y la disminución de la participación del Estado en la economía; y una apertura indiscriminada al comercio internacional y a la inversión extranjera (Ortiz, 1995).

Fue entonces como la política de puertas abiertas al capital extranjero atrajo al país a un sin número de capitales de origen estadounidense, inglés, francés y especialmente canadiense, ocasionando el establecimiento de empresas transnacionales en el sector minero mexicano (Valencia-Martínez, Robles-Belmont y Pérez-Angón, 2022).

La inversión extranjera directa (IED) que realizaron las empresas transnacionales, fue el mayor sostén económico de la minería desde la última década de 1990 y a través de sus aportaciones, ha sido posible influir en el control y el éxito de los procesos productivos en materia minera hasta la actualidad. Es por esta situación que, las empresas transnacionales, en su mayoría de origen canadiense, han estado muy presentes en el sector minero de México (Sariego-Rodríguez, 2009). Aunque la estructura de la minería mexicana en la época reciente está integrada por tres ramos: 1. la minería de capital nacional; 2. la minería de capital extranjero; y 3. las pequeñas y medianas empresas mineras (Sariego-Rodríguez, 2011), las empresas de capital extranjero son las que predominan en el territorio nacional.

En 1994 con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre México, Estados Unidos y Canadá, se generaron diversas cadenas de producción fundamentales para la competitividad de los tres países en varios sectores, uno de los más importantes, el sector minero (Secretaría de Relaciones Exteriores, 2018). Aunque el TLCAN promovió el mercado minero nacional, la modificación de ley minera de 1992 modificó radicalmente la participación del Estado en la actividad extractiva y cedió el control de las reservas mineras y minerales que se consideraban estratégicos en el país, a manos extranjeras (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002), y con la Ley de Inversión extranjera, la inyección de este tipo de capital aumentó todavía más.

Hoy en día, la minería no es la actividad que representó la principal fuente de economía como en otras épocas. Pese a los altibajos que ha presentado a lo largo de la historia, la participación de ésta en el Producto Interno Bruto años atrás, había alcanzado hasta el 10%; mientras que, a partir del siglo XXI, se ha mantenido entre el 1 y el 2.5% (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002; Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020).

Otro aspecto que resalta en la minería actual es el desequilibrio ocasionado por los conflictos sociales. La explotación de las minas a cielo abierto se ha implantado en la mayor parte de los proyectos mineros; esta situación ha vuelto cada vez más frecuentes los conflictos que se suscitan entre los concesionarios y las comunidades agrarias o indígenas propietarias de las tierras que ampara la concesión. Los ejes en torno a los cuales se articula el activismo opositor de las comunidades indígenas y rurales son la defensa de la integridad de sus tierras, la protección de sus recursos naturales (el agua, de manera primordial) y la defensa de sus identidades culturales. De unos años a la fecha, han ocurrido, en todos los estados que cuentan con actividad minera, diversos movimientos sociales que denuncian los abusos y las violaciones a los derechos de los pueblos y las comunidades asentadas en las áreas concesionadas a empresas mineras, como los despojos de sus tierras, destrucción del entorno físico de su territorio, agotamiento de los mantos acuíferos y alteración de manera irremediable sus costumbres y su forma de vida (Cárdenas, 2013).

A causa de los conflictos anteriormente citados, la minería actual se ha preocupado por llevar a cabo una política que considere el desarrollo de una minería sustentable, que resulte beneficiosa para las ramas económica, social y ambiental (Navarrete-Zendejas, 1958; Feldman, 2017). Sin embargo, aunque ya se están llevando a cabo algunos esfuerzos por mejorar esos tres rubros de la minería, esta propuesta apenas se encuentra en desarrollo.

## **CAPÍTULO 2. ACTANTES EN EL DESARROLLO DE LA MINERÍA EN MÉXICO**

En este capítulo se analizan todos los elementos que tienen el papel de actantes (actores) en la minería de México y cómo estos construyen redes de relaciones que determinan el desarrollo de esta actividad a nivel nacional.

Para este análisis consideramos los enfoques de Callon (1986) y Latour (2005), sobre la Teoría del Actor-Red (Actor-Network Theory - ANT). Ambos enfatizan en la importancia de considerar la participación de los actantes que son vistos en forma de materialidad, discursividad, arreglos geográficos y personas en la construcción social de un fenómeno. El actor o actante, es una entidad o un ensamblaje de entidades que pueden ser humanas o no-humanas y se definen por lo que hacen (Candela et al., 2020). Las entidades humanas hacen referencia a sujetos o seres humanos dentro de un proceso; mientras que los no humanos pueden ser animales o naturaleza, objetos, máquinas, ideas, organizaciones, escalas, tamaños, lugares o todo aquello que no tiene vida, pero sí influye en dicho proceso (Monterroza-Ríos, 2017).

En términos generales, la ANT menciona que, para que un actor desempeñe una labor (actúe), otros actores deben intervenir en esa labor, es decir, que la acción se comparte con una multitud de personas, cosas, lugares y discursos que juegan el papel de actores (Larrión, 2019).

De acuerdo con lo anterior, se desarrolló un análisis de la producción científica y tecnológica, la estructura geográfica, la industria y la legislación que inciden en las actividades del sector minero, los cuales se describen en los puntos siguientes.

### **2.1 Desarrollo científico y tecnológico**

El desarrollo científico y tecnológico de la minería en México se identificó a través de la producción de artículos de investigación y de las patentes concedidas referentes a esta área del conocimiento.

#### **2.1.1 Artículos científicos**

La producción científica se obtuvo a partir de los artículos científicos publicados en fuentes de información indexadas en bases de datos de corriente principal. Según Baena (2000), medir la actividad científica en un país a través de las publicaciones permite conocer el estado

más actual de la investigación, además de identificar las diferentes brechas del conocimiento científico que se tienen a nivel nacional.

De acuerdo con lo anterior, se estudió el cuerpo de conocimientos generados en el tema de minería en México durante un periodo de 1792 a 2019, con el fin de conocer la producción científica en términos de cantidad (tamaño de la producción) y contenido y para identificar la evolución de los parámetros de la publicación de documentos científicos en esta área.

Para realizar este análisis se utilizó una metodología mixta, con los enfoques cuantitativo y cualitativo y que se basa en un estudio de corte bibliométrico para la obtención de los datos. Se utilizaron tres fuentes de información y un método de búsqueda diferente para cada una de éstas como se especifica a continuación:

1. Atlas Histórico de la Ciencia Mexicana (AHCM). Éste es un sistema de información histórico con información científica de los años 1792-1979, consta de cuatro módulos: Documento, Fuente, Institución y Autor. Para la búsqueda, se utilizó el módulo de documento y se emplearon los términos de “minería” y “mineralogía” (considerando que la información de su base de datos se encuentra en español). Esto nos permitió obtener todos los documentos que contienen esos términos dentro del título, palabras clave o resumen (si es que el registro lo contiene). Considerando el alcance histórico de la base de datos, no fue necesario delimitar la búsqueda como en los siguientes casos.
2. Web of Sciences (WoS). Es una colección de bases de datos de referencias bibliográficas y citas de publicaciones que incluye toda la información científica publicada a partir de 1900. Para obtener las publicaciones de este recurso, utilizamos una búsqueda avanzada que incluye el siguiente algoritmo: “TS=(mineralogy OR mining NOT data mining) AND CU=(Mexico)”.
3. Scopus. Es una base de datos de referencias bibliográficas, citas y visualización de la investigación con información de los documentos publicados desde 1970 hasta la actualidad. En esta base, utilizamos el siguiente algoritmo para recuperar los registros: “TITLE-ABS-KEY(mineralogy OR mining NOT data mining) AND AFFILCOUNTRY(Mexico)”.

La información resultante de estas búsquedas permite acceder a los datos de las publicaciones sobre la minería mexicana en un periodo bastante amplio, el cual abarca más de dos siglos de comunicación científica en este tema; estos datos nos permiten recorrer históricamente la evolución de las publicaciones científicas desde la emergencia de la disciplina como área del conocimiento científico hasta la actualidad. Sin embargo, presenta la limitante de que no todos los campos contenidos en cada fuente de información son compatibles, pero sí contienen campos comunes que permiten homologar la información. Para esto, se creó una matriz de análisis que permite examinar los diferentes datos presentados en las tres fuentes

de información, la cual contiene 10 dominios de información que se encuentran expresados en la Tabla 1.

**Tabla 1. Dominios de información de la matriz de análisis.**

Campo	Definición
Clave única	Número de control de cada registro bibliográfico de las publicaciones.
Autor	Nombre de los responsables de la publicación.
Título	Título de la publicación.
Fuente	Título de la fuente de información donde se encuentra la publicación.
Año	Fecha de publicación.
Tipo de documento	Forma en la que se encuentra publicado un documento (características).
Idioma	Idioma de la publicación.
Institución	Nombre de la institución de afiliación de los autores responsables.
País	Nombre del país de afiliación de los autores responsables.
Palabras clave	Descriptor del contenido del documento.

Fuente: elaboración propia.

El número total de registros obtenidos fue de 3166, escritos principalmente en español e inglés, aunque también se encontraron algunos en francés, portugués y alemán. Para su análisis se fraccionaron en los periodos establecidos por las divisiones cronológicas mencionadas con anterioridad (capítulo 1). La distribución final quedó de la siguiente manera: 28, 1818, 704 y 616 registros bibliográficos, respectivamente.

#### *Autores*

El análisis de los autores de las publicaciones se realizó con dos enfoques: el primero tiene que ver con la proporción de autores según el número de publicaciones, y el segundo se refiere a las características técnico-profesionales de los autores de las publicaciones.

En la Figura 1, observamos la gráfica que indica el porcentaje de autores por periodo:

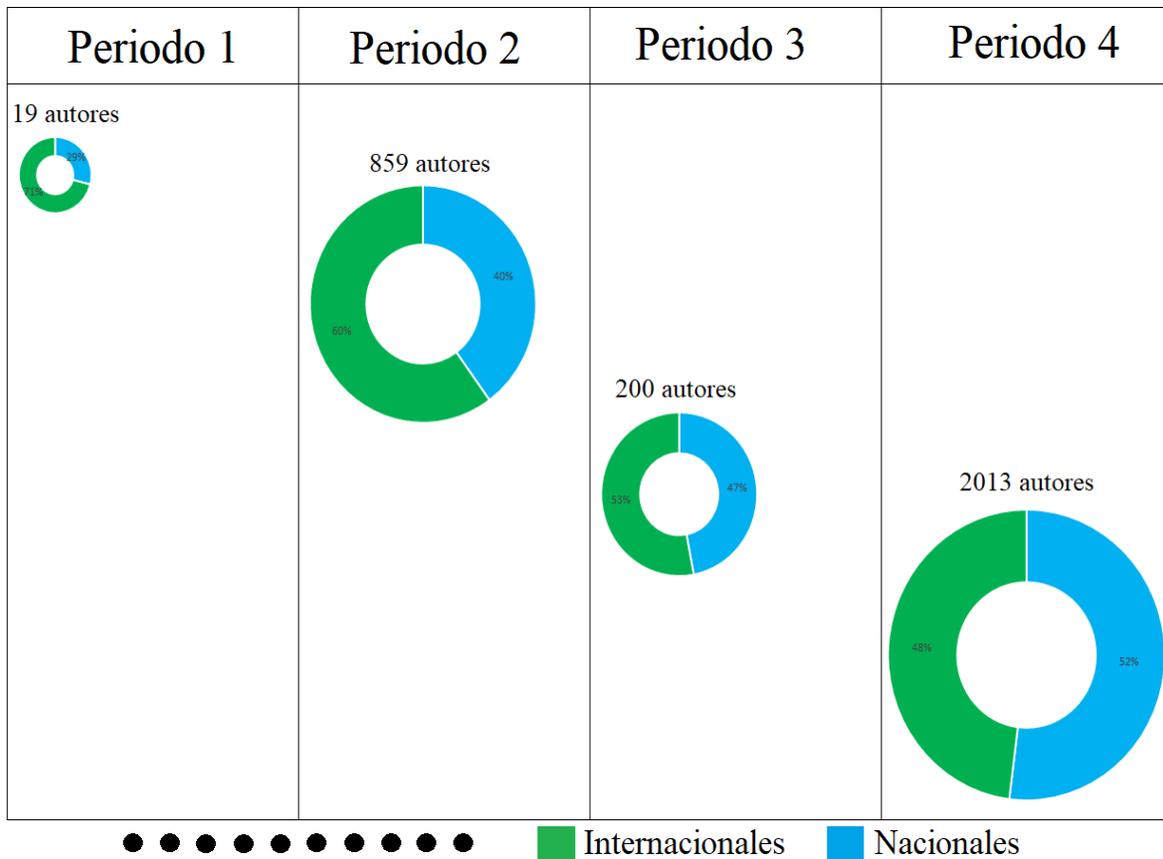
En el primero se encontraron 19 autores que corresponden a los 28 trabajos registrados en la época de finales de la Colonia. De los 19 autores, 7 son novohispanos y los 12 restantes son extranjeros, provenientes de España y Alemania principalmente. Durante esta época México aún estaba en manos de la Corona española, por lo que la mayor producción registrada proviene de autores españoles, además de los autores alemanes, quienes fueron los que introdujeron los principales conocimientos del área de mineralogía a Nueva España (México), obtenidos de la Academia de Freiberg. Durante esta época surgieron las primeras publicaciones de esta área sin autor, y fueron registradas bajo el nombre de “Anónimo”, siguiendo el mismo patrón de otras áreas científicas más antiguas como la medicina o la botánica (Serrano-Gómez, 2014), que contaban con publicaciones sin autor desde varios siglos atrás.

El segundo, que corresponde a la época Independiente, registró un total de 859 autores; este periodo es el que cuenta con más trabajos, pero no con más autores. Las publicaciones

registradas con el nombre de “Anónimo” aumentaron de manera significativa, de tal manera que, de las 1818 publicaciones, 356 están asentadas bajo este nombre y representa la mayor producción del periodo. El número de autores mexicanos crece, aproximadamente el 40% es nacional y el 60% extranjero.

El tercero, que abarca la época del Nacionalismo mexicano o Posrevolución, registra 200 autores, 53% extranjeros y 47% nacionales. Se presenta una disminución en el número de publicaciones, en comparación con el período anterior, ocasionada por el cambio de régimen y la nueva estructura social que se vio reflejada en todos los sectores económicos del país (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002). Durante este periodo, las publicaciones en colaboración (varios autores) empiezan a tomar mayor relevancia.

El cuarto, que va desde las últimas 3 décadas del siglo XX hasta el año 2019, cuenta con 2013 autores. Este período es el que presenta mayor número de autores, el número de publicaciones no es muy alta; sin embargo, aunque desde el primer periodo se registran publicaciones conjuntas, en este último el 98% de las publicaciones son en colaboración, hay trabajos que cuentan con hasta 26 autores. A diferencia de esta época, en los periodos anteriores la literatura publicada se caracteriza por tener en su mayoría trabajos de autores únicos.



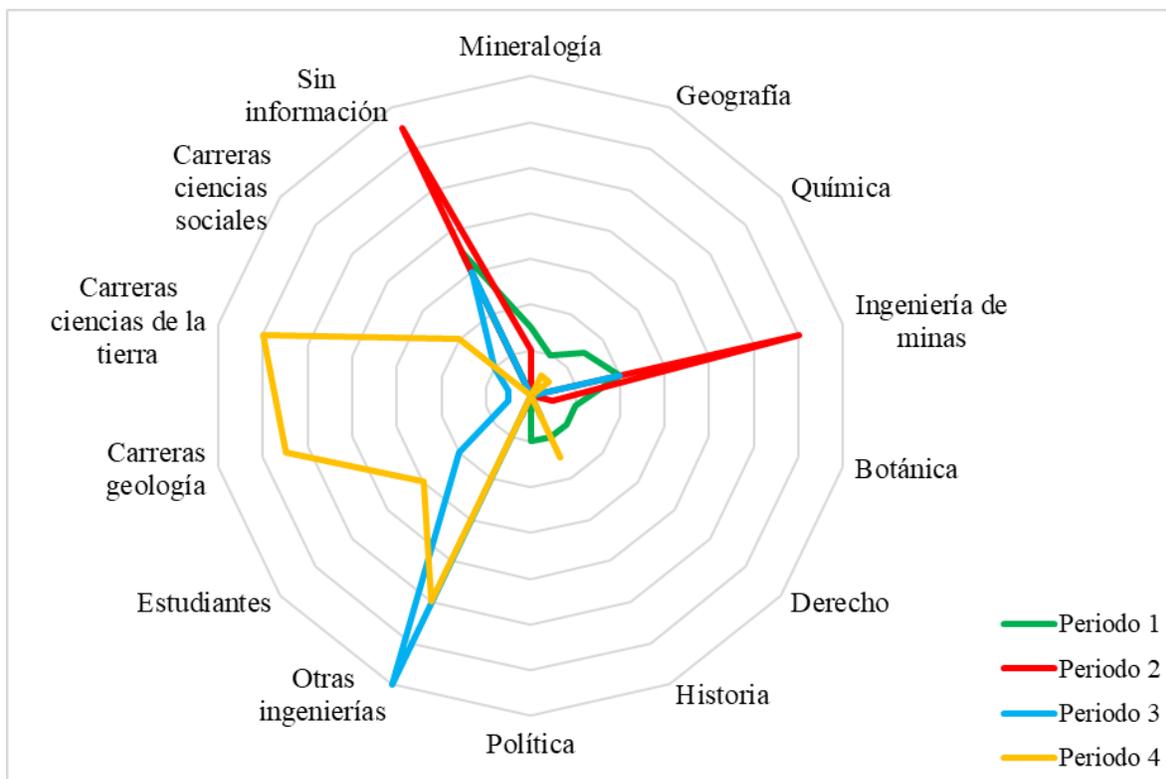
**Figura 1. Porcentaje de autores nacionales e internacionales por periodo.**

Fuente: elaboración propia.

Aunado a lo anterior, como ya se mencionó, se realizó un análisis de las características técnico-profesionales de los principales autores de cada periodo con el fin de identificar el nivel de especialización de los actores que han trabajado en el desarrollo científico de la minería de México que está reflejado en la producción de artículos de investigación.

En la Figura 2, se muestra una gráfica con la distribución de las principales ocupaciones de los actores que tienen el rol de autores de las publicaciones científicas. La primera característica que resalta es que no hay una especialización marcada en las personas que se dedican a escribir artículos de investigación, es decir que, hay especialistas de áreas que parecieran ajenas a la minería, por ejemplo, los especialistas en derecho o en política, esta característica es visible especialmente en los dos primeros periodos de estudio. Durante el periodo 1 se encuentran mineralogistas, naturalistas, geógrafos, químicos, botánicos, abogados, políticos e historiadores. En el siguiente periodo (2), además de autores con las mismas ocupaciones del periodo anterior, se empiezan a observar los primeros profesionistas con carreras sobre ingeniería de minas y algunos geólogos. En ambos periodos existe una gran cantidad de autores que no tienen ningún tipo de información acerca de su ocupación, que nos indique la razón de realizar investigación sobre temas de minería. En el periodo 3,

se encuentran autores con carreras de una gama más amplia, especialmente en el ramo de las ingenierías (civil, industrial, metalúrgica, mecánica, etc.), no solo de minas y distingue la participación de estudiantes. Para el último periodo de estudio (4), el nivel de especialización de los autores que trabajan estos temas se volvió mucho más riguroso, pues aproximadamente el 85% de estos tienen profesiones relacionadas con las ciencias geológicas y las ciencias de la tierra, mientras que el 15% restante se inserta en profesiones de las ciencias sociales y las humanidades, y difícilmente se encuentran autores sin profesiones específicas o sin información, como en los casos de los primeros periodos.



**Figura 2. Distribución de las especialidades (profesiones y oficios) de los autores.**

Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar que en los primeros tres periodos de estudio se encontró un número significativo de obras anónimas, principalmente en el periodo de la época independiente (segundo periodo). De acuerdo con Serrano-Gómez (2014), las principales razones por las que los autores desde aproximadamente el siglo XV deciden mantener sus obras anónimas, están vinculadas a acciones socio-políticas y de seguridad personal. Otras razones de mantener las obras anónimas son debido al interés de destacar la obra por su contenido y no por el reconocimiento del autor. En el caso de la mineralogía mexicana, gran cantidad de las publicaciones en esa época muestran los problemas derivados de la actividad minero-metalúrgica del país (Navarrete-Zendejas, 1958) como contaminación de ríos y lagos por los desechos generados, explotación de personas, problemas de salud en trabajadores,

delincuencia, etc., además de textos de corte científico que contradicen las órdenes impuestas por la iglesia durante su época de poder (Martín, 1994).

### *Colaboración por país*

La colaboración en la producción de artículos científicos medida a nivel de país es importante ya que nos permite analizar el esquema de coproducción de conocimientos y las redes de relaciones entre distintos países que se están generando en diversos temas de investigación. De acuerdo con Luna-Morales (2012), este fenómeno de colaboración es gracias a la internacionalización de la ciencia, la cual es entendida como el resultado de un proceso que de manera espontánea e inducida tiene relevancia en la conformación y organización de las comunidades científicas de distintas naciones. En este mismo sentido, en el Manual de Santiago<sup>1</sup> (2007), se menciona que la importancia de la dimensión internacional radica en las características que definen la evolución de los modos de producción de conocimientos y de la organización de las actividades de investigación.

De acuerdo con lo anterior, se analizaron las colaboraciones que ha tenido México en temas de minería durante los cuatro periodos. En la Figura 3, se observa el mapa general de las colaboraciones en todo el periodo de estudio, además de un esquema aluvial que indica el flujo de continuidad de dichas colaboraciones con el paso de los años.

Durante el primer periodo, las colaboraciones se centraron en tres países europeos: con España, ocasionada por la organización colonial bajo la cual se encontraba México (Nueva España) durante esa época (Commons, 1989); con Alemania debido a que los principales especialistas enviados por la Corona española para aportar conocimientos a la minería que se practicaba en territorio nacional provenían de la Academia Alemana de Minas de Freiberg (Lang, 2004); Francia buscó en México una oportunidad para aprovechar los recursos del territorio nacional a través de las colaboraciones, lo cual le permitió expandir su industria en materia de metales y minerales (Cruz-Barney, 2012).

En el segundo periodo aumentó a ocho el número de colaboraciones, principalmente con países europeos que inyectaron capital al sector minero de México, lo cual benefició el proceso de producción de distintos metales y minerales en el país; y con Estados Unidos, quien buscó controlar la relación con México en los acuerdos comerciales y las prácticas diplomáticas (Llaguno-Cárdenas, 2019).

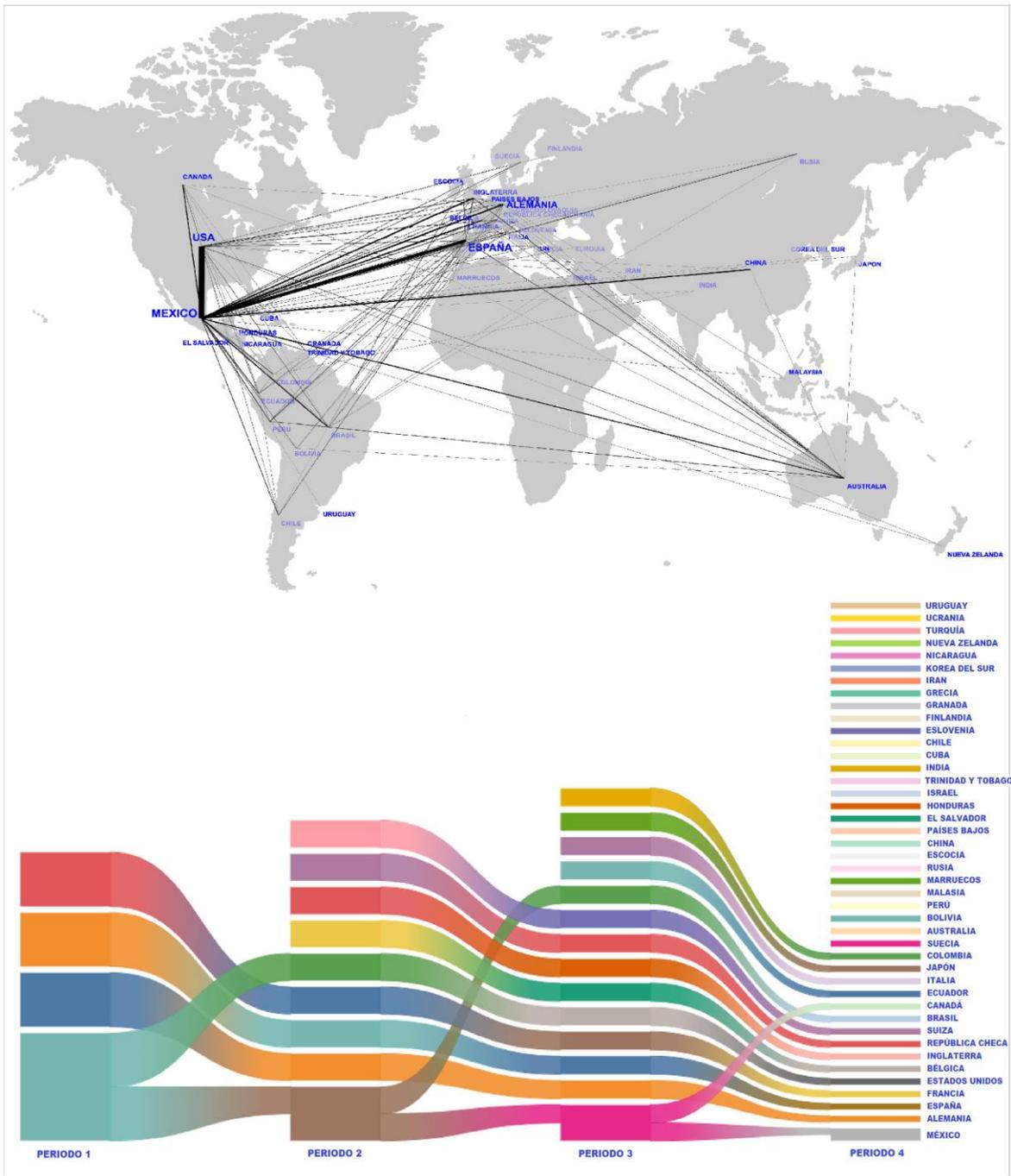
En el tercer periodo se registran colaboraciones con 13 países, por una parte, con Japón debido al flujo migratorio entre ambos países en años posteriores a la Revolución (Palacios,

---

<sup>1</sup> Manual elaborado por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y representa el manual metodológico de referencia para medir la internacionalización de la ciencia y la tecnología en los países iberoamericanos.

2012); y con países de América Latina con la búsqueda de expansión del comercio y la industria en México (Herrera y Parra, 2018).

En el último periodo las colaboraciones se extendieron a 42 países de los cinco continentes, ocasionado por tres fenómenos: 1. la internacionalización de la ciencia (Vessuri, 2014), 2. el aumento en el número de instituciones públicas y privadas a nivel mundial y la inversión inteligente basada en educación para el desarrollo de capital humano (Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe, 2020); y 3. el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como herramienta de fortalecimiento en la ciencia y la tecnología con un mayor acceso a la información (Arbeláez-Gómez, 2014).



**Figura 3. Colaboraciones académicas en publicaciones sobre minería de México a nivel de país.**  
 Fuente: Valencia-Martínez, Robles-Belmont y Pérez-Angón (2022).

La red de colaboraciones que se ha generado en torno al desarrollo de la ciencia en materia de minería en México a lo largo de la historia es un indicador del alcance global con el que cuenta el sector minero nacional debido a los altos recursos geológicos (metales y minerales) que se encuentran en territorio nacional.

### *Fuentes de publicación*

Este indicador se analizó con el fin de determinar las principales fuentes en donde se publicaba la información sobre aspectos de minería. En la Figura 4, se muestran los diferentes tipos de fuentes, así como el tamaño de proporción de cada uno en los cuatro periodos.

Durante la etapa colonial, correspondiente al periodo 1, se localizaron diez fuentes de información, de las cuales nueve son revistas y una es imprenta<sup>2</sup>; de las diez fuentes, solo cuatro son locales. Las más sobresalientes son la “Gazeta de México” (nacional) y los “Anales de Ciencias Naturales” (extranjera).

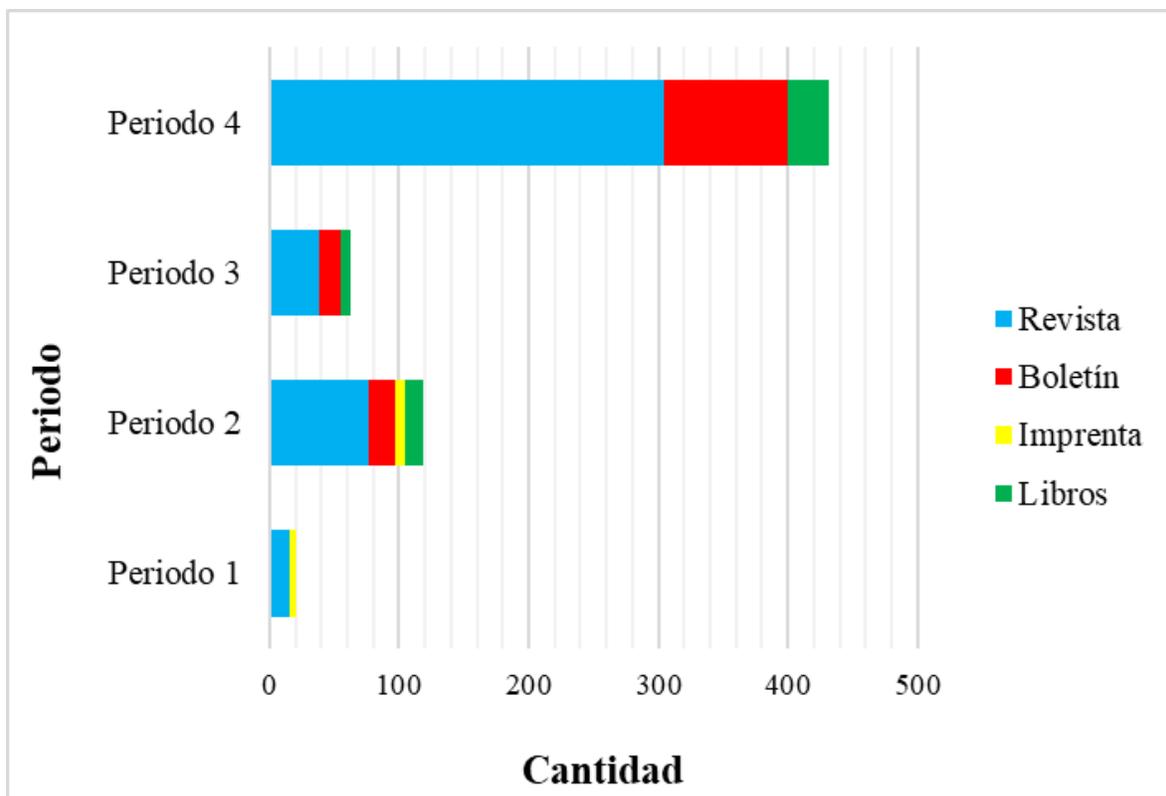
En el periodo que corresponde al inicio de la época post independiente, se registran 114 fuentes de publicación y solo el 25% de éstas son nacionales. En este periodo, además de revistas e imprentas, se encontraron boletines y los primeros libros sobre esta área. Es importante resaltar las publicaciones de la revista “El minero mexicano”, ésta fue la más productiva durante todo el periodo y debido a los importantes temas sociales que abordaba, atrajo la atención de muchos académicos nacionales y extranjeros desde que comenzó a publicar artículos en 1873 y, aunque tuvo un lapso de varios años sin publicar, el número de artículos que publicó que tuvo fue extenso.

En el periodo posrevolucionario (3), se registran 51 fuentes de publicación y el 40% de éstas son nacionales; solo se encuentran revistas, libros y boletines, ya que, para esa época, las fuentes definidas como imprentas dejaron de circular debido a la relevancia que estaba tomando la revista como fuente de información eficaz para la difusión de información científica. Durante este periodo, las sociedades de mineros que existían en el país desde el siglo XIX, crearon sus propias revistas, las cuales eran editadas por las mismas sociedades y donde se publicaban los trabajos realizados por sus miembros.

En el periodo más reciente, se registran más de 400 fuentes de publicación y a pesar de que se encuentran algunos libros y boletines, la revista es la fuente con mayor impacto en la producción y publicación de conocimientos sobre minería mexicana. A pesar de que el 60% son internacionales, las más productivas son editadas de manera local, entre las que podemos destacar la producción de la “Revista Mexicana de Ciencias Geológicas”.

---

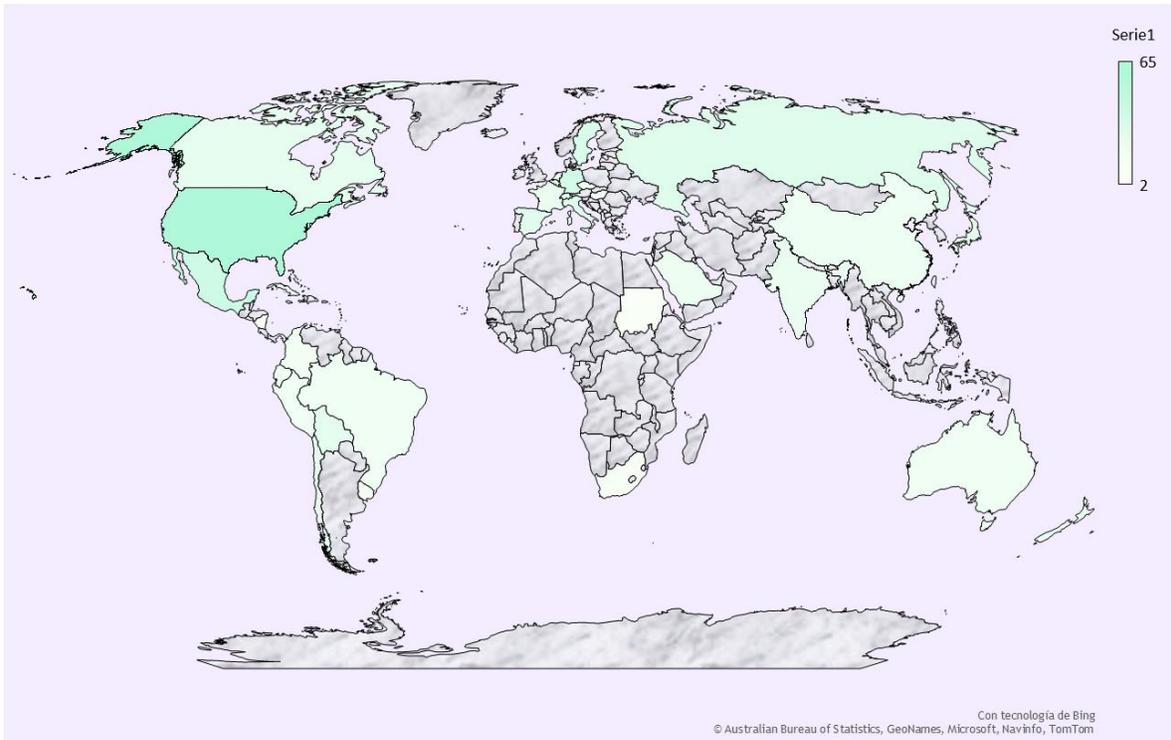
<sup>2</sup> La imprenta es un documento que se generaba a través de las casas impresoras que no estaba publicado de manera formal, sino que solo se imprimía y se distribuía por medios locales a público específico (no confundir con el mecanismo de impresión inventado por Gutenberg).



**Figura 4. Fuentes de publicación de los trabajos sobre minería mexicana.**

Fuente: elaboración propia.

También se realizó un mapa el cual representa las geografías (lugares) de origen de las fuentes de publicación sobre temas de minería en México. En éste se observa que, aunque se encuentran fuentes pertenecientes a países de los cinco continentes, la mayoría de las publicaciones se realiza en fuentes de origen estadounidense o europeo, debido al alto factor de impacto que tienen (Santos-Rego y Fernández-Ríos, 2016) (Figura 5).



**Figura 5. Geografía de origen de las fuentes de publicación en el tema de minería.**  
 Fuente: Valencia-Martínez, Robles-Belmont y Pérez-Angón (2022).

Las fuentes de publicación extranjeras predominan; sin embargo, con el paso de los años la producción de publicaciones científicas en revistas mexicanas ha ido en aumento.

### *Tipos de documento*

Los primeros registros de documentos generados en el tema de minería a nivel global se registran en el siglo XVI, durante la revolución científica; mientras que, a nivel local, a pesar de que se han encontrado indicios de que ya se generaban algunos trabajos durante la misma época, no es hasta finales del siglo XVIII, cuando se registran los primeros documentos de ese tema con características de un reporte científico (Valencia-Martínez, 2022). Este indicador es muy importante para explicar el desarrollo de la comunicación científica en esta área del conocimiento (Uribe-Salas, 2006), porque permite entender la evolución de las prácticas escritas a nivel nacional.

De acuerdo con lo anterior, se realizó un análisis que muestra la diversificación de los tipos de documentos utilizados en la minería de México para la generación de conocimiento expresado en publicaciones científicas, desde la creación de la primera escuela formal de minas (Real Seminario de Minería - 1792), hasta el periodo actual. En la Tabla 2, se muestran los diferentes tipos de documentos, la cantidad de veces que se encuentran dentro del total de publicaciones (frecuencia), el año de aparición y los periodos en los que se registran. En

la última columna se encuentra la aplicación para cada tipo de documento, a partir de la cual es posible identificar los cambios que han surgido en las formas de comunicación de la literatura científica; es decir que, la aplicación expresa los principales objetivos que tiene cada tipo de documento y la forma en la que ha evolucionado el intercambio de conocimientos a partir de las distintas modalidades en que se va presentando la información científica que da cuenta de los cambios presentados en la minería de México (Valencia-Martínez, 2022).

1. Comunicación personal. Los tipos de documentos con esta aplicación son principalmente cartas, estas eran utilizadas para informar sobre los primeros hallazgos de elementos. Durante los siglos XVIII y XIX, el intercambio de conocimientos e ideas entre la comunidad científica se daba a través de este tipo de documentos, debido a que la vía oral planteaba problemas de tipo geográfico, ya que requería la coincidencia espacial entre los interlocutores; además planteaba otras ventajas como la rapidez del comunicado y la no formalidad que implicaba ser más libre y espontáneo al momento de expresar las ideas (Sánchez-Ron, 2021).
2. Caracterización. Entre los documentos que tienen como fin la caracterización de objetos de estudio y formas de tratamiento se encuentran los manuales y las descripciones. Con el hallazgo de nuevos materiales extraídos de la corteza terrestre, surgieron documentos que permitieron enlistarlos, estudiarlos, describirlos, explicar los conceptos básicos de su tratamiento, entre otros elementos (Collazo-Reyes et al., 2017).
3. Educación. Estos documentos eran utilizados para apoyar a los planes y programas de estudio de las escuelas mineras del país; entre ellos destacan los apuntes, discursos, libros, ensayos y reportes, la mayoría de estos derivados de las cátedras impartidas en las escuelas más importantes del país y que servían para auxiliar a otras escuelas o a otras generaciones de estudiantes (Uribe-Salas, 2006).
4. Investigación. Estos contienen informes con características de un reporte experimental. Se encuentran reportes, observaciones, artículos, estudios y capítulos de libro, su principal función es contribuir a la construcción del conocimiento colectivo y generar aportaciones que den paso a nuevos avances científicos (Cáceres-Castellanos, 2014).
5. Comunicación masiva. Esta es la manera de informar sobre los acontecimientos derivados de la actividad minera. Las principales formas de comunicación masiva de la minería son notas, noticias e informes, publicadas principalmente en la prensa, tienen información de carácter científico, pero al mismo tiempo de interés público, sobre diversos temas sociales, políticos y económicos (Jean-Pierre, 2017).
6. Debate. Utilizado para dialogar sobre los diferentes puntos de vista de los expertos. Las discusiones son los tipos de documento con esta aplicación, su función es exponer y expresar una opinión acerca de un tema específico y argumentar una postura respecto a la de otras personas (Lizcano-Álvarez, 1999).

7. Legislaciones. Las leyes encontradas en forma de actas son derivadas de una investigación; es decir que se realizan estudios especializados que permiten entender las condiciones de una situación determinada para generar un documento legal que apoye a mejorar esa situación (Reyes-Rodríguez, 2000).
8. Reuniones. Permiten compartir y dar a conocer el estado actual de la investigación sobre el tema. Son documentos procedentes de eventos que buscan conformar una estrategia para dar visibilidad a la información y sustentar su carácter como herramientas para la distribución del conocimiento (Angulo-Marcial, 2009).

**Tabla 2. Evolución de los tipos de documento de la minería en México.**

No.	Tipo de documento	F.A.	Año	Periodo	Aplicación
1	Carta	4	1792	1	Comunicación personal
2	Manual	2	1795	1	Caracterización
3	Descripción	3	1800	1	Caracterización
4	Apunte	1	1800	1	Educación
5	Discurso	4	1802	1; 2	Educación
6	Libro	42	1817	2	Educación
7	Ensayo	23	1818	2	Educación
8	Reporte	8	1823	2	Investigación
9	Observación	7	1836	2	Investigación
10	Nota	38	1849	2; 3	Comunicación masiva
11	Noticia	76	1876	2;3	Comunicación masiva
12	Artículo	2419	1811/1942	2; 3; 4	Investigación
13	Informe	39	1964	3	Comunicación masiva
14	Estudio	19	1974	3; 4	Investigación
15	Capítulo de libro	89	1989	3; 4	Investigación
16	Discusión	7	1993	4	Debate
17	Acta	179	1994	4	Legislación
18	Memoria	58	2001	4	Reuniones
19	Resumen de reunión	135	2002	4	Reuniones
20	Conferencia	13	2004	4	Reuniones

Fuente: Valencia-Martínez (2022).

Por otra parte, los trabajos encontrados bajo el concepto de “artículo” están divididos en dos formatos: el primero localizado en el periodo de 1811 a 1942, cuenta con nombres de objetos de estudio, instrumentos científicos y procedimientos de investigación, por eso a este formato se le considera como artículo, sin embargo, no cuenta con una forma definida de organización de la información (Valencia-Martínez, 2018); el segundo aparece en 1943 y es el que se utiliza actualmente, cuenta con una organización basada en el formato IMRyD (introducción, métodos, resultados y discusión); sin embargo, no fue hasta 1972 cuando el Instituto Americano de Estándares Nacionales (American National Standards Institute – ANSI), estableció como norma para la presentación de artículos científicos este formato, que en la actualidad es altamente utilizado en todas las áreas del conocimiento (Campos, 2007). A

partir de lo anterior, es posible suponer que los artículos “formales” de la mineralogía mexicana surgieron treinta años antes de que se estableciera la estructura IMRyD.

### *Análisis del discurso*

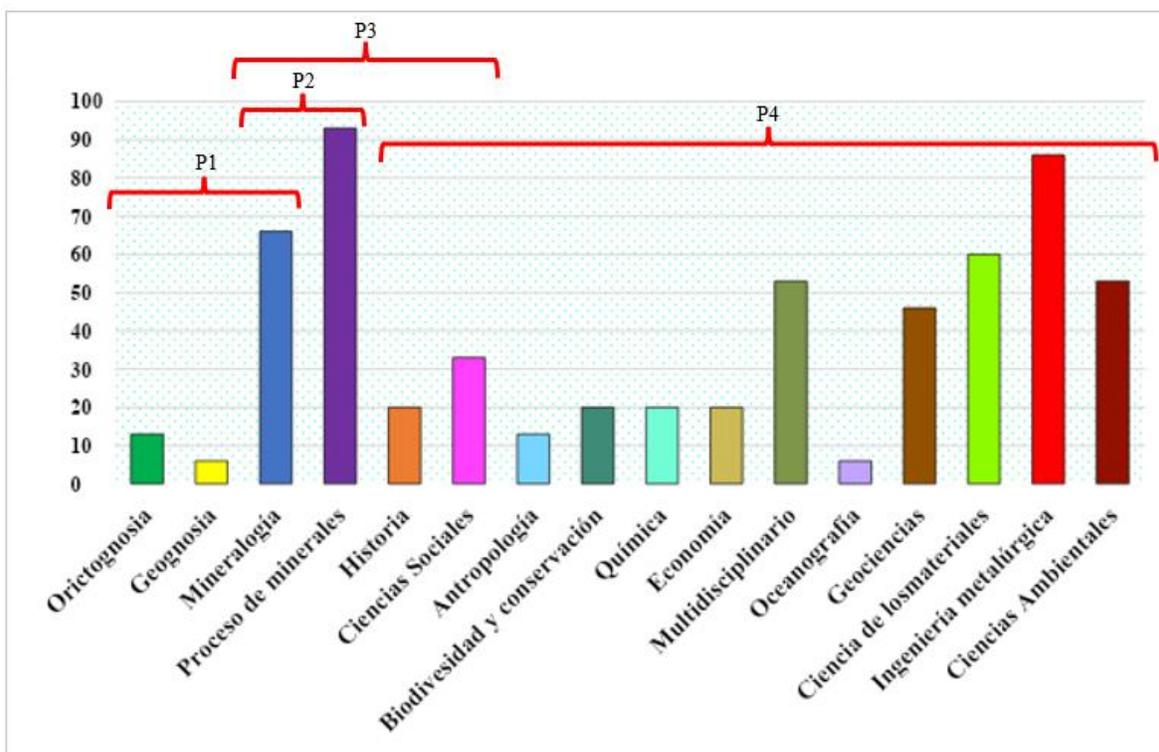
Para identificar la estructura del discurso con el que cuentan las publicaciones, se realizó un análisis de las disciplinas en las que se subdivide el trabajo de la minería en México, vista como área del conocimiento científico; además, también se analizaron los ejes temáticos que se abordan en los trabajos y que se encuentran expresados en las palabras clave (descriptores) de éstos.

Analizar la subdivisión de la minería por disciplinas permitió determinar los cambios epistemológicos de ésta como área de conocimiento, y con lo cual se puede dar cuenta de los principales contenidos abordados en las publicaciones. Esta clasificación se realizó de manera independiente a la que se realiza en las bases de datos que tomamos como fuentes de información para la recuperación de los registros. En la Figura 6, se observa la gráfica de las 16 categorías (disciplinas) divididas por periodo:

- Periodo 1. Se encuentran tres categorías: orictognosia, geognosia y mineralogía. Los tres términos hacen referencia al estudio de la estructura y la composición física y química (propiedades) de los minerales que se forman en la corteza terrestre; sin embargo, los primeros dos términos, uno propuesto por Andrés Manuel del Río y el otro por Abraham Gottlob Werner, respectivamente, se encuentran actualmente en desuso (Puche-Riart, 1988).
- Periodo 2. Hay únicamente trabajos sobre dos categorías, desaparecen las áreas de orictognosia y geognosia, permanece la mineralogía y emerge la disciplina relacionada con el procesamiento de minerales. Durante este periodo la evolución de las disciplinas científicas que estudiaban materiales de la tierra se frenó, quedando únicamente el término de mineralogía; además, con el descubrimiento de nuevos minerales y sus variadas y muy importantes aplicaciones para el comercio, la investigación y el desarrollo económico nacional (Azuela-Bernal, 2009), los trabajos sobre el procesamiento de minerales empezaron a tomar relevancia.
- Periodo 3. Crece a cuatro el número de categorías, además de las dos categorías anteriores, se encuentran trabajos sobre historia y ciencias sociales. Debido a los inconvenientes presentados en el trabajo de minería y los efectos que estos causaron, las investigaciones relacionadas con la historia y especialmente los aspectos sociales se hicieron presentes durante este periodo (Herrera, 1998).
- Periodo 4. En el periodo más reciente, se encuentran 12 categorías; este comportamiento muestra que los trabajos de minería fueron abarcando más temas con el paso del tiempo. Actualmente, los estudios sobre mineralogía incluyen una variedad amplia de orientaciones que permiten entenderla desde todas sus

dimensiones, lo que significa que es una actividad con enfoque multidisciplinario (Mora-Arellano, 2020). Las principales disciplinas en este periodo son: antropología, biodiversidad y conservación, química, economía, temas multidisciplinarios, oceanografía, geociencias, ciencia de los materiales, ingeniería metalúrgica y ciencias ambientales.

Es importante mencionar que el término de mineralogía durante las primeras tres etapas era utilizado en dos orientaciones: 1. como área del conocimiento derivada de la actividad minera y 2. como enfoque disciplinar de los contenidos abordados en las publicaciones científicas. Actualmente el término sigue siendo utilizado para su estudio, pero solo como temática de investigación (Valencia-Martínez et al., 2022).



**Figura 6. Disciplinas abordadas en los trabajos de minería en México.**

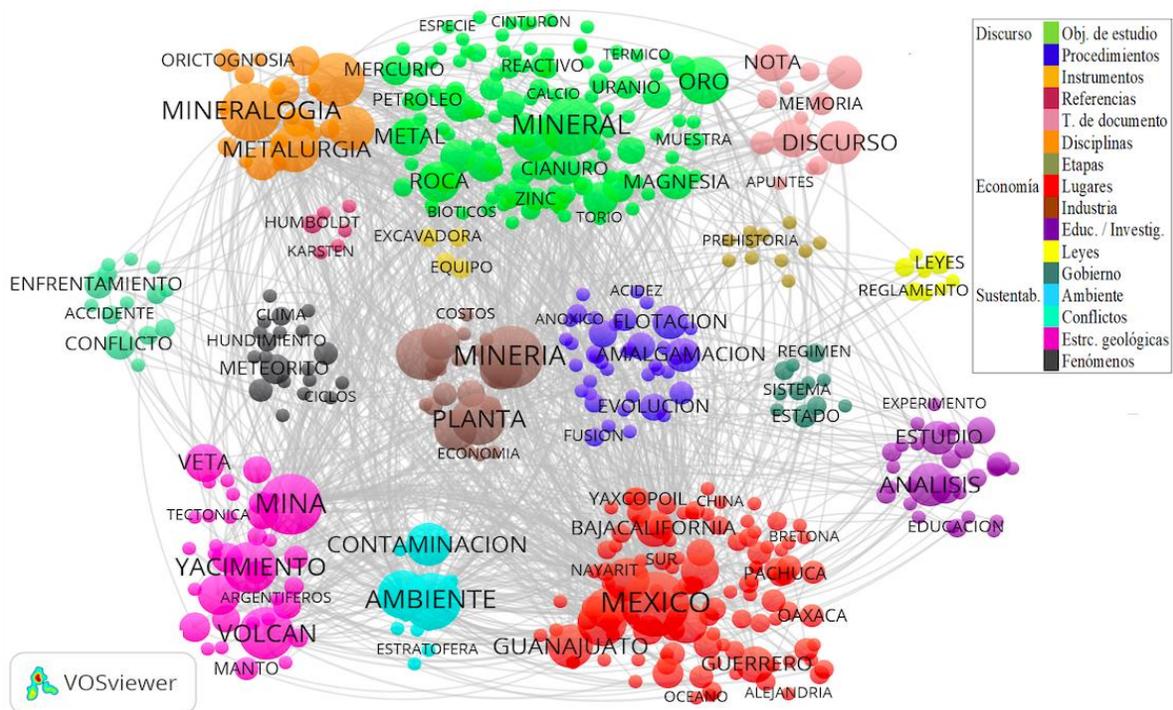
Fuente: Valencia-Martínez, Robles-Belmont y Pérez-Angón (2022).

En cuanto a los ejes temáticos, se realizó un análisis de agrupación para identificar los diferentes grupos de palabras que se incluyen entre los descriptores de cada publicación. Se encontraron tres grandes grupos: el primero corresponde a las palabras relacionadas con el discurso minero de México; el segundo aborda las palabras sobre economía y extracción; y el tercero especifica los elementos del trabajo de minería sustentable. Posteriormente se analizó el contenido específico de cada grupo el cual está representado en la Figura 7:

- Dentro del primer grupo, se encuentran nombres de objetos de estudio, procedimientos, instrumentos de investigación, referencias a personas, tipos de

documento, disciplinas y etapas históricas. Se denominó “Discurso” a este clúster debido a que las palabras contenidas hacen referencia a la estructura discursiva-argumentativa de los trabajos científicos de la mineralogía mexicana (Valencia-Martínez et al., 2022).

- En el segundo grupo, se encuentran nombres de lugares y/o espacios de extracción y explotación minera principalmente nacionales, palabras relacionadas con la industria y el comercio, conceptos sobre educación e investigación, leyes y gobierno. Este clúster se nombró “Economía/extracción” debido a que las palabras encontradas hacen referencia a aspectos lucrativos que tienen que ver con el beneficio económico obtenido de esta actividad (Cámara Minera de México, 2020a).
- En el tercer grupo se encuentran todos los conceptos relacionados con el medio ambiente, conflictos sociales, estructuras geológicas y fenómenos tanto naturales como producidos por el hombre. Debido a las palabras determinadas en este grupo, las cuales engloban temas ecológico-sociales (Vela-Almeida, León y Lewinsohn, 2021), se denominó como “Sustentabilidad”.

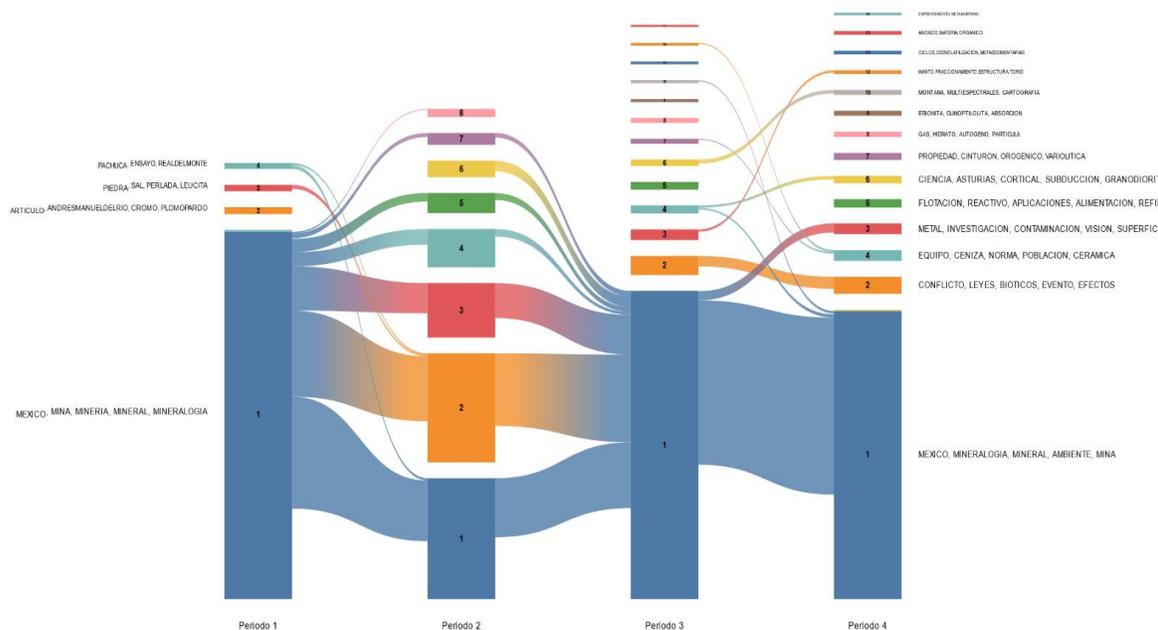


**Figura 7. Grupos de palabras divididos por categorías que expresan el contenido de las publicaciones en minería.**

Fuente: Valencia-Martínez, Robles-Belmont y Pérez-Angón (2022).

Además, en la Figura 8, se muestra un gráfico que permite ver los cambios de los ejes temáticos a través del tiempo. Se observa la emergencia de ejes temáticos a través de los periodos, así como ejes temáticos que no trascendieron. En cada columna de los periodos se encuentran agrupadas las palabras clave y las co-ocurrencias permiten observar las relaciones

entre los diferentes módulos donde están agrupadas las palabras. En el primer periodo hay objetos de estudio, procedimientos, disciplinas, referencias, tipos de documento, así como menciones de sitios mineros. En este primer periodo, el principal módulo está relacionado con prácticamente todos los módulos del segundo periodo, sin embargo, los módulos se agrupan de nuevo en el tercer y cuarto periodo. Es en el tercer periodo donde se identifica la emergencia de nuevos ejes temáticos, se trata del módulo 2 al 13 del tercer periodo. No todos estos ejes temáticos trascienden hasta el último periodo, y el más representativo de los ejes emergentes (módulo 2) concierne temas sobre conflictos, leyes y efectos de las actividades mineras. Por otro lado, igualmente se observa la especialización de las diferentes disciplinas científicas y tecnológicas en la mineralogía mexicana y su convergencia con otras áreas del conocimiento. A partir del tercer periodo observamos un aumento considerable en los ejes temáticos, lo cual también puede ser traducido como un reflejo de los avances científicos y tecnológicos en la mineralogía. No solo identificamos en esta evolución términos que conciernen aspectos científicos y tecnológicos propios de la mineralogía, igualmente emergen conceptos de las ciencias sociales, ya que la minería como actividad humana y económica en México es muy importante y, como se menciona al inicio de este trabajo, ha estado presente desde hace varios siglos.



**Figura 8. Grupos de palabras divididos por categorías dentro de cada periodo en las publicaciones de minería.**

Fuente: Valencia-Martínez, Robles-Belmont y Pérez-Angón (2022).

### 2.1.2 Patentes concedidas

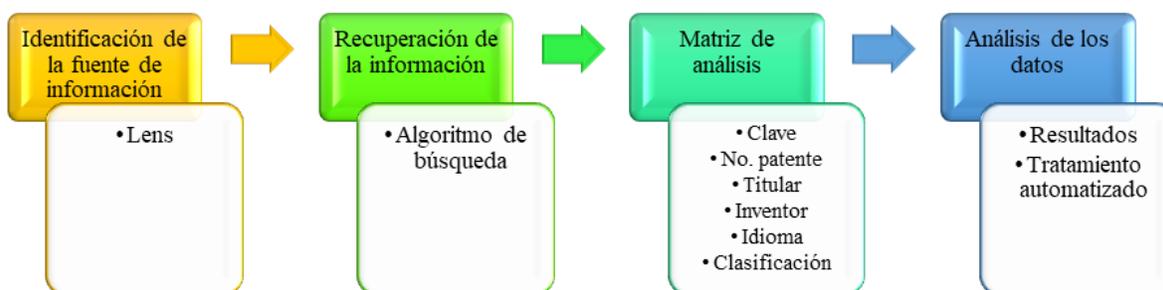
El análisis de las tendencias en las patentes concedidas de la minería mexicana se realizó con el fin de conocer el nivel de desarrollo tecnológico en esta materia a nivel nacional.

Para identificar cuál es el periodo de producción donde se inicia el trabajo de patentamiento en la minería mexicana, se realizó un estudio preliminar para conocer el esquema de producción de esta actividad. De acuerdo con Robles-Berumen y Foladory (2019), se divide en cuatro etapas:

1. 1700 - Proceso de extracción de metales preciosos, principalmente oro y plata, con el propósito de transformarlos en moneda de cambio.
2. 1870 - Desarrollo e implementación de nuevos métodos de extracción, procesamiento y fundición de metales y expansión de la metalurgia para la explotación de minerales no ferrosos y siderúrgicos.
3. 1930 - Auge de la industrialización minera a través de la explotación de elementos no metálicos.
4. 1980 - Apertura de la economía nacional a partir de las políticas neoliberales que promulgaron leyes que permitieron el establecimiento de corporaciones transnacionales en el sector minero nacional.

Es precisamente durante la última etapa de producción de la minería, donde surgen los primeros sistemas sofisticados para el trabajo en minas, los cuales requieren una mínima intervención del ser humano (Sociedad Nacional de Minería, 2015), y donde se encuentra el auge de la generación de las primeras patentes en este campo, por lo que el periodo de tiempo que se tomó para realizar este análisis únicamente abarca desde el año 1970, hasta el periodo actual.

La metodología que se utilizó consta de cuatro pasos, los cuales se expresan en la Figura 9.



**Figura 9. Esquema metodológico del análisis de patentes.**

Fuente: elaboración propia.

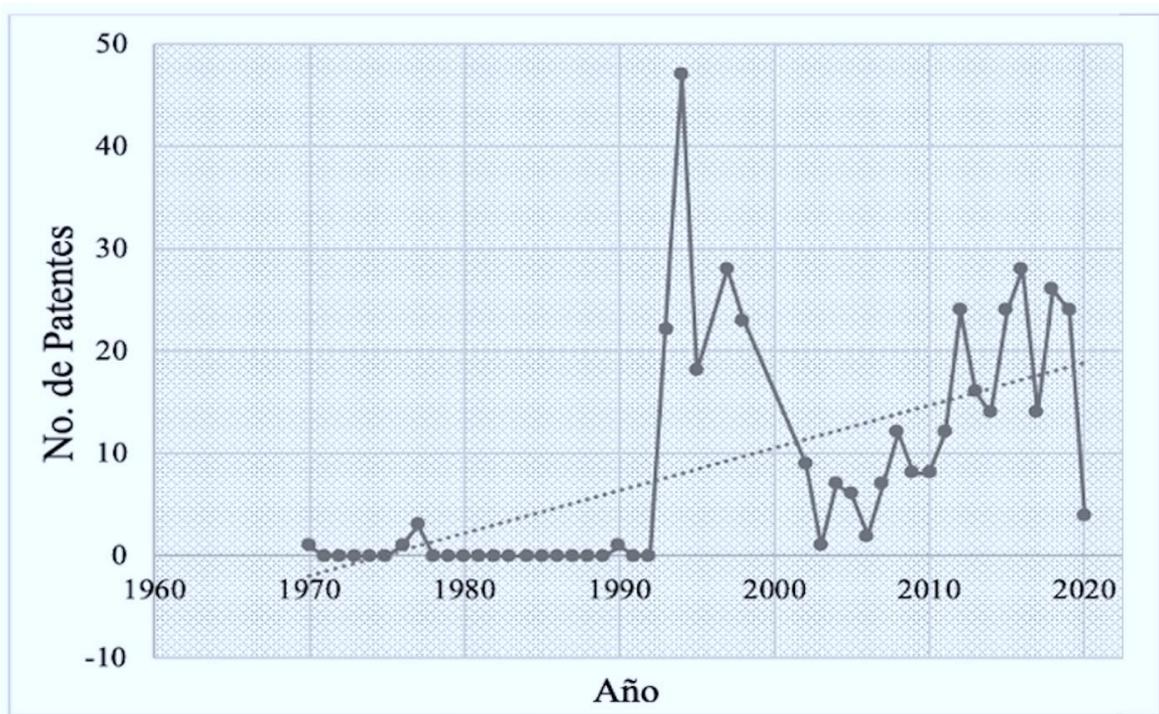
El algoritmo para la recuperación de las patentes fue el siguiente: “Patents = mining NOT data mining; Filters: Publication Date = (1970-01-01 - 2020-12-31), Has Title, Has Abstract, Document Type = (Granted\_patent), Jurisdiction = (Mexico)”.

A partir de éste, se recuperaron 250 registros de patentes, los cuales se analizaron a partir de los indicadores de temporalidad, autoridad y clasificación.

### *Producción por año*

La gráfica de la Figura 10 corresponde a la tendencia de producción de patentes concedidas por año, la cual se muestra inestable debido a dos factores principales: por una parte, a la escasa cultura de patentamiento que se tiene a nivel nacional; además, a diversos factores sociopolíticos presentados en el periodo de análisis.

En la primera década que abarca este estudio, se presentó un desarrollo tecnológico escaso (Pérez-Tamayo, 1998), lo que provocó el bajo rendimiento en el número de patentes concedidas. En la siguiente década (1980), se presentó una crisis económica bastante fuerte que dio pauta a una gran disminución del gasto público Federal para la ciencia y la tecnología (Sagasti y Cook, 1987), y aun cuando se desarrollaron varias invenciones en materia minera, los fondos destinados para invertir en el registro de éstas no fueron suficientes. Para la década de 1990, aumentó un porcentaje considerable del PIB que se destinaba para esta causa; además, en 1993 se estableció de manera oficial el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2018), y en 1994 se firmó el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), con Estados Unidos y Canadá (Secretaría de Relaciones Exteriores, 2018), lo cual potenció la generación de diversas patentes. A mediados de la siguiente década (2000), pese a que se observan altas y bajas en la gráfica, la tendencia va en aumento, debido a algunos programas gubernamentales que han apostado por la ciencia, la tecnología y la innovación en México y que han impactado en diversas áreas de la investigación y el desarrollo, entre las que se encuentran las patentes (Valencia-Martínez, Pérez-Angón y Robles-Belmont, 2022).



**Figura 10. Tendencia de producción de patentes concedidas por año.**

Fuente: Valencia-Martínez, Pérez-Angón y Robles Belmont (2022).

### *Autoridad de las patentes*

Debido a que en este análisis solo se consideraron las patentes ya concedidas, como indicadores de autoridad únicamente tomamos a los inventores y a los titulares.

El primer dato analizado es la nacionalidad. En el caso de los inventores, solo el 39% es local, esto quiere decir que la mayor parte de inventores de patentes sobre minería proviene del extranjero, es decir que, los inventores de otras nacionalidades consideran que la oficina de patentes en México (IMPI) es una de las opciones más rentables para obtener la protección industrial de sus invenciones. En cuanto a los titulares, la mayor parte de éstos es igualmente internacional, incluso, el porcentaje de titulares de Estados Unidos es mayor que los de México, esto muestra un panorama sobre los países que más producción (concesión) de patentes tienen a nivel local. En la Tabla 3 se muestra el porcentaje de inventores y titulares por país (nacionalidad) que registran sus patentes en el IMPI.

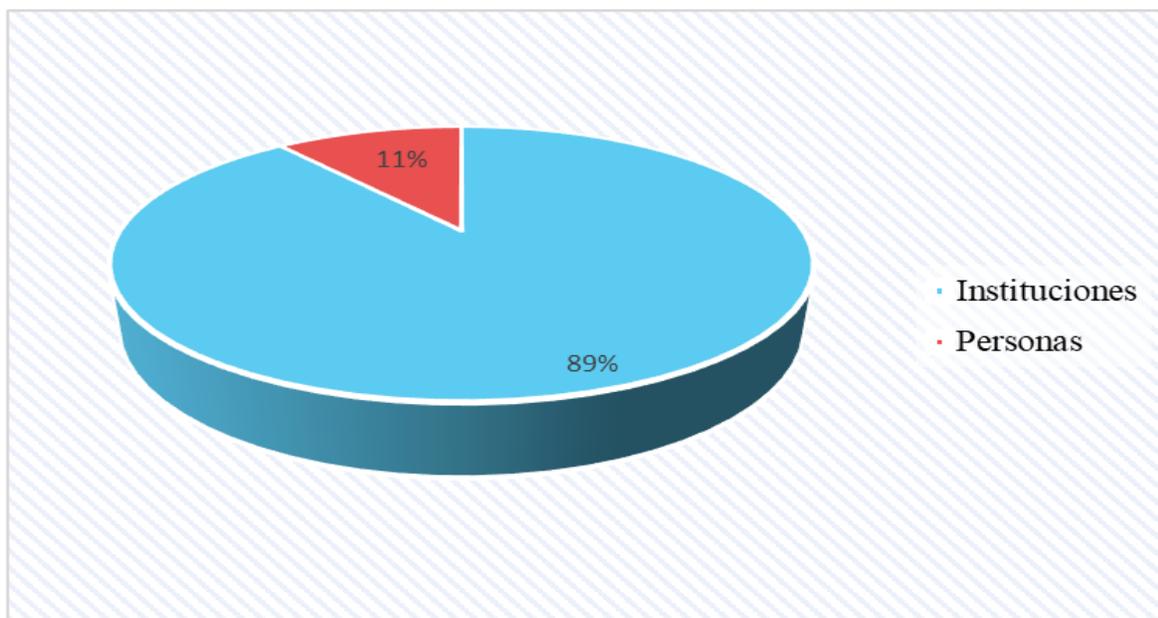
El comportamiento presentado en ambos casos mostrados en la tabla, indica que el porcentaje tanto de inventores como de titulares nacionales es bajo, esto se asocia con el escaso vínculo entre la academia y la industria a nivel nacional, además de la ausencia de una política pública que resalte las necesidades de impulsar la inversión para el desarrollo científico, tecnológico y de innovación en el país.

**Tabla 3. Nacionalidad de inventores y titulares de patentes.**

Inventores		Titulares	
País	Porcentaje	País	Porcentaje
México	39%	Estados Unidos	34%
Estados Unidos	25%	México	23%
Canadá	11%	China	14%
Japón	7%	Japón	7%
China	6%	Australia	5%
Chile	3%	Alemania	3%
Reino Unido	2%	Rusia	2%
Brasil	1%	Reino Unido	1%
Corea	1%	Brasil	1%
España	1%	Francia	1%
Otros	4%	Otros	9%

Fuente: elaboración propia con información obtenida de Valencia-Martínez, Pérez-Angón y Robles Belmont (2022).

Específicamente en el indicador de titular, se realizó un análisis para identificar cuál es la posición fiscal en la que se le otorgó la concesión de la patente. Encontramos dos tipos: 1. personas físicas, en donde regularmente el inventor (o algunos de ellos en caso de tener más de uno) es el que registra la patente y donde éste tiene el papel de inventor y solicitante; y 2. personas morales, que son las instituciones u organismos que representan y a los que se encuentra adscrito el (los) inventor (es) o por los que es financiado. En la Figura 11 se muestra el porcentaje de personas físicas y personas morales identificadas como titulares de las patentes.



**Figura 11. Tipos de titulares.**

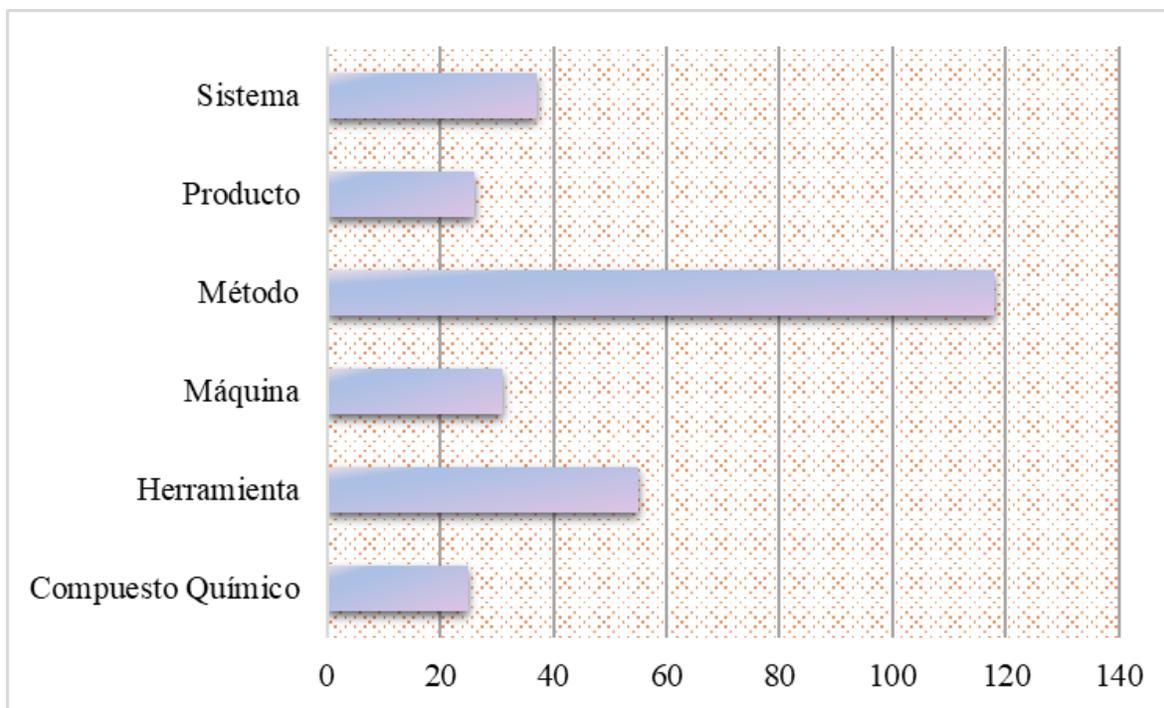
Fuente: elaboración propia con información obtenida de Valencia-Martínez, Pérez-Angón y Robles Belmont (2022).

Los dos indicadores analizados anteriormente resaltan la necesidad de generar un instrumento de evaluación (política pública) que impacte en las principales brechas de la actividad de patentamiento no solo en la minería, sino en distintas áreas del conocimiento que puedan servir de peldaño para trazar un esquema de desarrollo tecnológico traducido en patentes.

### *Tipos de patentes*

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) cuenta con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP), la cual se les asigna a todos los elementos a los que se les concede el derecho de propiedad industrial en cualquiera de las oficinas de patentes en todo el mundo. Para efectos de este trabajo, se generó un esquema de clasificación más específico para determinar qué tipo de elementos se someten al proceso de patentamiento en el IMPI. En la Figura 12, se muestra la gráfica con las principales seis categorías asignadas.

La primera categoría se denomina “Sistema”, incluye todos los aparatos que tienen un funcionamiento computarizado; la segunda, “Producto”, donde aparecen los objetos producidos o fabricados de materiales metálicos o minerales de consumo o utilidad específica; la tercera corresponde a “Métodos” que, como su nombre lo dice, son aquellos procedimientos utilizados para el manejo o manipulación de minerales, dentro de esta clase también se incluyen algunas patentes que tienen que ver con mejoras o modificaciones a métodos ya patentados; la cuarta categoría se refiere a “Máquinas”, que engloba todos aquellos objetos compuestos por un conjunto de piezas que facilitan el trabajo minero y que su principal manejo es de forma mecánica; la quinta se titula “Herramienta”, aquí se ubican los instrumentos que ayudan al desempeño del trabajo en minas, a diferencia de las máquinas, estos tienen dimensiones más pequeñas y su uso se realiza de manera manual; finalmente, se tiene la categoría de “Compuesto químico”, en donde se agrupan los elementos que contienen una fórmula química derivada de sustancias minerales.



**Figura 12. Categorización de los tipos de patentes en la minería mexicana.**

Fuente: Valencia-Martínez, Pérez-Angón y Robles Belmont (2022).

Las tres clases de patentes que se encuentran actualmente según García-Córdoba, Flores-Rosete y Medina-Camacho (2006), son: 1. de utilidad, las máquinas, aparatos, métodos, procesos y productos; 2. de diseño, las líneas exteriores, la ornamentación, la textura y la estética; y 3. de plantas, incluye la clonación y los organismos genéticamente modificados (genetically modified organisms o GMO). De acuerdo con lo anterior, y según las seis categorías que se encontraron en este análisis, las patentes de la minería mexicana se encuentran entre las patentes de utilidad.

## 2.2 Estructura geográfica

Por estructura geográfica nos referimos a la identificación espacial (lugares) en el desarrollo de la actividad minera de México y cómo ésta influye en el desempeño registrado en este sector a nivel nacional. Según Saade-Hazin (2013), los espacios mineros constituyen una parte importante del patrimonio social, económico y cultural de un país. Es por eso que resulta importante detallar el panorama geográfico de la minería de México, el cual se desarrollará en dos vertientes: 1. las regiones mineras en el país y los principales elementos que se encuentran en cada una de éstas y 2. las principales zonas exploradas y explotadas por periodo.

Para realizar este análisis, se realizó una investigación documental apoyada de los documentos elaborados por el Servicio Geológico Mexicano, en donde se detalla el panorama minero de los 32 estados de la República Mexicana.

### 2.2.1 Regiones mineras

México es un país que cuenta con una amplia diversidad de yacimientos minerales a lo largo de su territorio, debido a la estructura geológica con la que cuenta. Los yacimientos (también conocidos como depósitos minerales) son parte de la corteza terrestre, en la cual, debido a procesos geológicos, ha habido una acumulación de materia prima mineral que por sus características de cantidad, calidad y condiciones de depósito su explotación es redituable. Las materias primas minerales son entonces las sustancias que se extraen de la corteza terrestre para aprovechar sus propiedades físicas o químicas. Esta definición comprende todos los minerales y rocas utilizados por el hombre y los elementos y compuestos que se extraen de ellos (Servicio Geológico Mexicano, 2017; Canet y Camprubí-Cano, 2006).

Para identificar la distribución de los yacimientos minerales en México se realizó el mapa de la Figura 13. Se observa que la mayor concentración se encuentra en todo el norte (noreste y noroeste), así como en el centro occidente, mientras que la región sur-sureste presenta un escaso número de yacimientos, debido principalmente a las características geológico-tectónicas de esta superficie (Casado-Izquierdo y Sánchez -Salazar, 2019).



**Figura 13. Distribución de los yacimientos mineros y/o metálicos en territorio mexicano.**

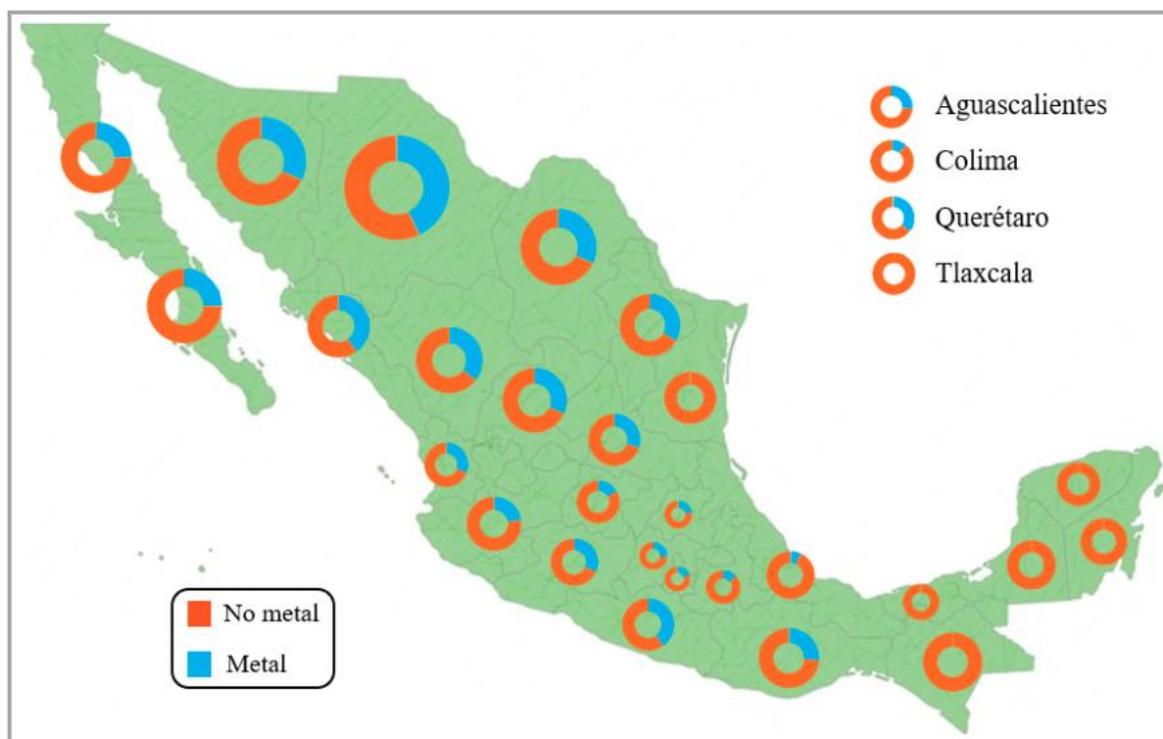
Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la información presentada por el Servicio Geológico Mexicano (2017), en territorio nacional se encuentran al menos 12 tipos de depósitos minerales: epitermal, skarn, pórfido, sulfuro masivo vulcanogenético, sedimentario-exhalativo, IOCG, Mississippi Valley, red-beds, pegmatitas, asociados a vetas estanníferas y domos riolíticos; sin embargo, es importante mencionar que el potencial minero del país no se ha descubierto por completo.

Estos tipos de depósitos se clasifican de acuerdo con las materias primas (minerales) que se obtienen a partir de estos y se agrupan en dos categorías:

- No metálicos (industriales) y combustibles o energéticos. Incluye a las rocas y minerales en las que el propio compuesto derivado de él tiene una aplicación industrial y/o se emplea como fuente de combustible.
- Metálicos. Incluye todos los minerales de los que se extraen metales.

En la Figura 14 se muestra la representación geográfica por tipo de yacimiento (metálico o no metálico) que se encuentra en cada región. De los 32 estados de la República, 24 cuentan con yacimientos de tipo metálico, pero ninguno sobrepasa el 40% en comparación con la cantidad de yacimientos no metálicos. Es decir que, aproximadamente el 22.5 % del territorio cuenta con producción de metales y la mayor parte de estos se concentran en la región norte, mientras que en la región sur solo existe producción de minerales no metálicos, los metales en esta zona son casi escasos.



**Figura 14. Geolocalización de yacimientos metálicos y no metálicos por estado.**

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4, se encuentra la relación de yacimientos metálicos y no metálicos por elemento específico, desglosados por estado de la República. Se observa que Coahuila, Nuevo León y Sonora son los estados que más elementos metálicos producen, mientras que Guanajuato, Hidalgo y Puebla son los que cuentan con más elementos no metálicos.

**Tabla 4. Elementos de los yacimientos metálicos por estado.**

Estado	Metales	No metales
Aguascalientes	Oro; Plata; Cobre; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Basalto; Caliza; Cantera; Grava; Piedras preciosas y semipreciosas; Puzolana; Riolita; Rocas dimensionables; Tepetate; Yeso
Baja California	Oro; Plata; Fierro; Litio	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Caliza; Grava; Sal; Sílice; Talco; Yeso
Baja California Sur	Cobre; Fierro; Zinc	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Fosforita; Grava; Riolita; Sal; Yeso
Campeche	-	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Caliza; Grava; Yeso
Chiapas	Oro	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Azufre; Caliza; Grava; Tepetate
Chihuahua	Oro; Plata; Plomo; Zinc; Cobre; Fierro	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Caliza; Caolín; Dolomita; Grava; Yeso
Ciudad de México	-	-
Coahuila	Oro; Plata; Bismuto; Cadmio; Cobre; Cromo; Fierro; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Antimonio; Arcilla; Arena; Barita; Calcita; Caliza; Caolín; Carbón; Celestita; Dolomita; Fluorita; Grava; Rocas dimensionables; Sílice; Sulfato de magnesio; Sulfato de sodio; Yeso
Colima	Fierro	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Caliza; Grava; Sal; Sulfato de sodio; Yeso
Durango	Oro; Plata; Cobre; Fierro; Manganeso; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Arena; Basalto; Calcita; Caliza; Carbonato de calcio; Dolomita; Mármol; Perlita; Riolita; Rocas dimensionables; Yeso
Estado de México	Oro; Plata; Cobre; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Basalto; Calcita; Caliza; Cantera; Grava; Riolita; Rocas dimensionables; Tepetate; Tepojal; Tezontle; Yeso
Guanajuato	Oro; Plata; Cobre; Plomo	Agregados de petróleo; Andesita; Antimonio; Arcilla; Arena; Azufre; Basalto; Calcita; Caliza; Cantera; Caolín; Fluorita; Grava; Riolita; Sílice;

		Talco; Tepetate; Tezontle; Tierras Fuller; Toba; Zeolita
Guerrero	Oro; Plata; Cobre; Fierro; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Caliza; Grava; Rocas dimensionables; Sal; Talco; Yeso
Hidalgo	Oro; Plata; Cobre; Manganeseo; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Azufre; Basalto; Calcita; Caliza; Cantera; Caolín; Dolomita; Fosforita; Grava; Piedras preciosas y semipreciosas; Puzolana; Riolita; Rocas dimensionables; Tepetate; Tezontle; Yeso; Zeolita
Jalisco	Oro; Plata; Cobre; Fierro; Plomo; Telurio	Arcilla; Arena; Barita; Calcita; Caliza; Cantera; Caolín; Diatomita; Dolomita; Feldespato; Grava; Mármol; Mica; Sal; Sílice; Talco; Yeso
Michoacán	Oro; Plata; Cobre; Fierro; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Basalto; Caliza; Cantera; Caolín; Diatomita; Grava; Riolita; Tezontle; Yeso
Morelos	Oro; Plata; Cobre	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Basalto; Caliza; Grava; Tezontle; Yeso
Nayarit	Oro; Plata; Cobre; Plomo	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Basalto; Caolín; Grava; Talco; Tepetate; Tezontle
Nuevo León	Oro; Plata; Antimonio; Bismuto; Cadmio; Cobre; Plomo; Zinc	Arcilla; Arena; Azufre; Barita; Bentonita; Calcita; Caolín; Dolomita; Fosforita; Grava; Mármol; Sal; Sílice; Talco; Yeso
Oaxaca	Oro; Plata; Cobre; Fierro; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Azufre; Barita; Caliza; Grafito; Grava; Mica; Pizarra; Riolita; Rocas dimensionables; Sal; Tepetate; Toba; Vermiculita; Yeso
Puebla	Oro; Plata; Fierro; Plomo	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Barita; Basalto; Bentonita; Calcita; Caliza; Caolín; Dolomita; Feldespato; Fosforita; Grava; Olivino; Perlita; Pizarra; Riolita; Rocas dimensionables; Sílice; Talco; Tepetate; Tezontle; Tierras; Fuller; Yeso; Zeolita
Querétaro	Oro; Plata; Cobre; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Antimonio; Arena; Basalto; Calcita; Caliza; Caolín; Grava; Rocas dimensionables; Tepetate
Quintana Roo	-	Agregados de petróleo; Arena; Caliza; Grava
San Luis Potosí	Oro; Plata; Cadmio; Cobre; Litio; Plomo; Potasio; Zinc	Agregados de petróleo; Antimonio; Arcilla; Arena; Bentonita; Boro;

		Calcita; Caliza; Cantera; Caolín; Fluorita; Grava; Sílice; Tepetate; Tezontle; Yeso
Sinaloa	Oro; Plata; Cobre; Fierro; Molibdeno; Plomo; Zinc	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Basalto; Calcita; Caliza; Grava; Riolita; Sal; Talco
Sonora	Oro; Plata; Aluminio; Cobalto; Cobre; Fierro; Litio; Molibdeno; Plomo; Potasio; Selenio; Tungsteno; Uranio	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Barita; Boro; Calcita; Caliza; Carbón; Dolomita; Grafito; Grava; Perlita; Riolita; Sal; Sílice; Sulfato de sodio; Wollastonita; Yeso
Tabasco	-	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Azufre; Caliza; Grava; Yeso
Tamaulipas	Oro; Plata	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Azufre; Basalto; Caliza; Cantera; Carbón; Fosforita; Grava; Olivino; Rocas dimensionables; Sal; Talco
Tlaxcala	-	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Basalto; Feldespato; Grava; Riolita; Rocas dimensionables; Tezontle; Tierras Fuller
Veracruz	Oro; Plata; Cobre; Fierro; Manganeso	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Azufre; Basalto; Caliza; Caolín; Grava; Sal; Sílice; Tezontle; Yeso
Yucatán	-	Agregados de petróleo; Arcilla; Arena; Caliza; Grava; Rocas dimensionables; Sal; Sulfato de sodio; Yeso
Zacatecas	Oro; Plata; Cobre; Estaño; Fierro; Litio; Manganeso; Plomo; Potasio; Zinc	Agregados de petróleo; Andesita; Arcilla; Arena; Boro; Caliza; Cantera; Caolín; Fluorita; Grava; Riolita; Rocas dimensionables; Talco; Tepetate; Toba; Zeolita

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, se generó la gráfica de la Figura 15, donde se observa que, actualmente en México se encuentran 21 yacimientos de elementos metálicos y 48 de no metálicos. Además, el elemento que más se produce en la corteza terrestre del territorio mexicano es la grava (no metal), que, aunque no es considerado como un mineral, sí es material geológico que han explotado varias empresas mineras debido a los diferentes usos industriales en los que es empleada, principalmente enfocados a la construcción (Balcázar-García, 2019). En el caso de los metales, en el territorio nacional se encuentran más vetas de oro; sin embargo, su producción es menor que la de otros metales debido al desarrollo tecnológico y fuerza de trabajo que su extracción implica (Garzón-Carrillo, 2014). Aunque, como ya se mencionó, el potencial de los recursos minerales en México todavía no

se encuentra totalmente explotado y desde la Conquista española hasta nuestros días, se han ido identificando nuevas vetas de diferentes minerales.

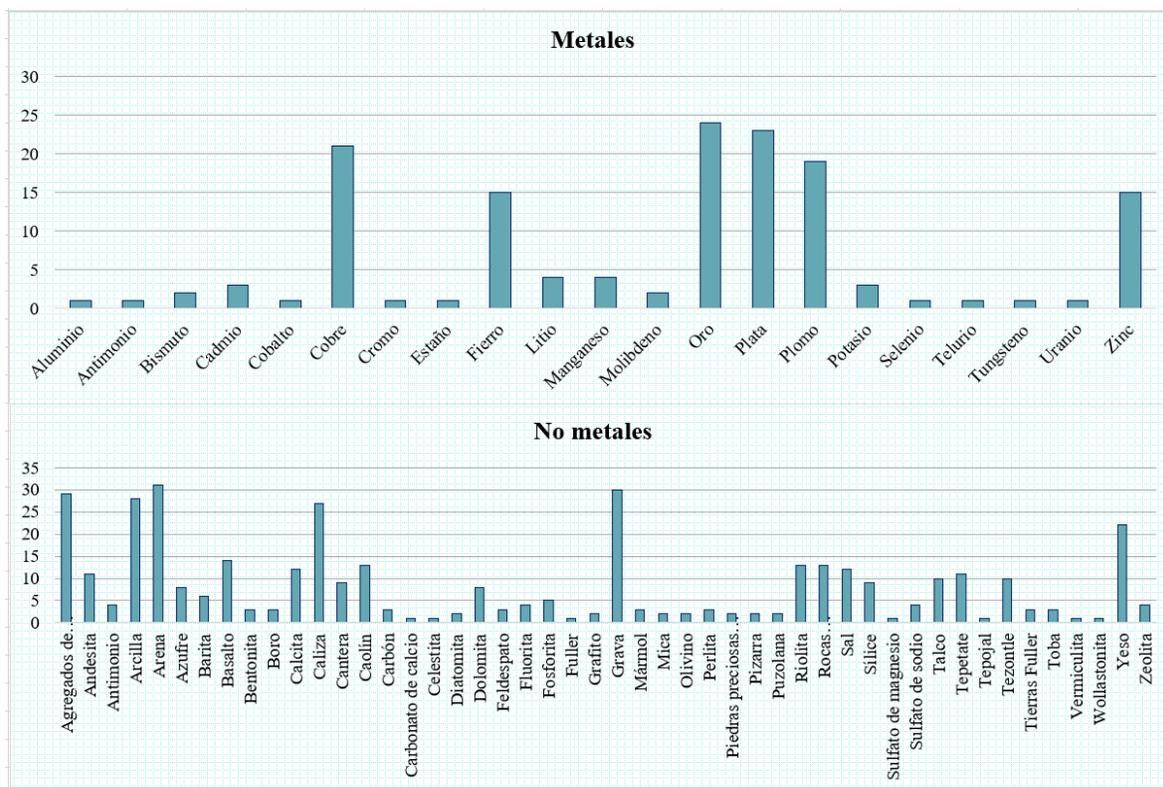


Figura 15. Cantidad de yacimientos minerales por elemento en el territorio mexicano.

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.2 Regiones mineras explotadas por periodo

En las Figuras 16-19, se encuentran los mapas en donde se representan las regiones mineras que se fueron descubriendo en cada periodo.

Durante la época colonial, el descubrimiento de los yacimientos mineros se inició por el centro del territorio novohispano, que era el lugar de inicio de gran parte de las expediciones que se hacían en la Nueva España para la búsqueda de riquezas (Puig-Samper, 2011) y poco a poco se fue extendiendo; primero por el occidente entre Hidalgo, Michoacán y Guanajuato; después llegaron a regiones del norte, aunque exploraron algunas regiones de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, en éstas no se trabajaron durante esa época, solo se registraron labores importantes en yacimientos del noreste en los estados de Durango y Zacatecas; finalmente, se iniciaron labores de exploración y explotación en regiones del sureste del país, llegando hasta el estado de Guerrero (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002). Las exploraciones durante la Colonia se enfocaron en la búsqueda de oro y plata.



**Figura 16. Regiones mineras descubiertas en la época colonial.**

Fuente: elaboración propia.

En el México independiente, debido a las consecuencias de la guerra, las empresas dedicadas al trabajo de minería se vieron obligadas a iniciar nuevas exploraciones por otras partes del territorio, que estuvieran alejadas de los principales escenarios de los enfrentamientos de la lucha de independencia, por lo que las nuevas regiones que se explotaron fueron en la parte norte, especialmente en las costas del estado de Sonora y Sinaloa; además se extendió hacia casi la mitad del territorio de los estados de Coahuila y Nuevo León, casi todo San Luis Potosí y algunas partes de Puebla y de Guerrero (Herrera y Parra, 2018). Aunque hubo muchas afectaciones en regiones mineras que se explotaron durante la Colonia, no toda la producción paró, es decir que, aunque se descubrieron nuevas regiones mineras, las explotadas durante la época anterior continuaron teniendo una producción importante durante todo el siglo XIX (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).



**Figura 17. Regiones mineras descubiertas en la época independiente.**

Fuente: elaboración propia.

En el siglo XX, después de la Revolución Mexicana y en gran medida por influencia de la políticas de entrada del capital extranjero que años antes había establecido Porfirio Díaz (Gil y Manuel, 2003), las exploraciones y explotaciones mineras en México se extendieron por más de la mitad del norte del país, en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, dando paso a las economías de Estados Unidos y Canadá para que realizaran una fuerte inversión en el sector minero de México (Hall y Coerver, 1983). Durante las épocas anteriores, la búsqueda de nuevas regiones mineras se enfocó en encontrar yacimientos de oro y plata; a partir de los últimos años del Porfiriato, la búsqueda de nuevos minerales, más allá de los metales preciosos, empezó a tener auge debido al crecimiento de las distintas industrias en las que se utilizaban los diferentes minerales.



**Figura 18. Regiones mineras descubiertas en la época posrevolución.**

Fuente: elaboración propia.

En la actualidad, la distribución de las regiones mineras se encuentra prácticamente extendida por todo el territorio nacional, a excepción de la Ciudad de México, pues debido al grado de urbanización que hay en la capital del país (Garza, 2007), es casi imposible realizar operaciones de exploración. La cantidad de elementos que se producen en todo el territorio es de aproximadamente 58 minerales (metales y no metales). En las zonas sur y sureste los elementos metálicos son escasos; sin embargo, el petróleo es un material geológico abundante en esta zona y que además es muy valioso (Cantú-Chapa, 2013).



**Figura 19. Regiones mineras descubiertas en la época actual.**

Fuente: elaboración propia.

A partir de los mapas mostrados anteriormente, es posible decir que el potencial minero de México es uno de los más importantes en todo el mundo, pues tiene una diversidad geológica vasta y que seguramente, con el paso de los años seguirá develando sus múltiples yacimientos de minerales. Tal es el caso del litio, un metal blando, de color blanco plata, con diversos usos industriales como la manufactura de baterías, cerámica y vidrio, grasas lubricantes, polvos fundentes de fundición en continuo y producción de polímeros y tratamiento del aire (Secretaría de Economía, 2018). El potencial de este mineral fue descubierto a mediados de la segunda década del siglo XXI; sin embargo, las políticas que establecen las pautas del tratamiento de este mineral en el territorio nacional, así como su propiedad y dominio se empezaron a trabajar entre el 2020 y 2022 (Secretaría de Servicios Parlamentarios. (2022), por lo que sobrepasa el límite del periodo de esta investigación.

### 2.3 Industria minera

México es uno de los principales productores de minerales metálicos y no metálicos a nivel mundial. El potencial minero que tiene el subsuelo mexicano lo convierte en una de las principales atracciones para el desarrollo de la economía de otros países, desde hace varios siglos (Sánchez-Rangel, 2018).

En este sentido, es importante realizar un análisis del desarrollo de la industria minera, a través de las empresas nacionales e internacionales que han trabajado en labores de exploración y extracción de minerales dentro del territorio mexicano.

En este apartado se realiza un estudio sobre los antecedentes de las empresas mineras desde la época colonial hasta la actualidad, un análisis de las concesiones mineras, el mapeo de la industria por estado de la República, y un estudio sobre los procedimientos y herramientas que se utilizan en el trabajo minero.

Para este análisis, también se desarrolló una investigación documental, utilizando como fuente de información el Directorio de la Minería Mexicana (2020), creado por el Servicio Geológico Mexicano y a partir del cual se creó una matriz de análisis con los elementos de la Tabla 5.

**Tabla 5. Matriz de análisis de las empresas mineras.**

Clave	Empresa	Proyecto(s)	Produce	Lugar	País
Clave de identificación de la empresa	Nombre de la(s) empresa(s) con concesiones mineras	Proyectos en desarrollo dentro del territorio nacional	Mineral (metálico o no metálico) que produce	Lugar donde se encuentra desarrollando el proyecto	País al que pertenece.

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.1 Antecedentes

A partir de la consolidación de la Conquista del territorio mexicano por parte de los españoles, la minería se inició como una industria organizada, pues los españoles empezaron a apoderarse, poco a poco, de los lugares donde se localizaban los yacimientos de minerales.

Al inicio, la organización y distribución de los trabajadores mineros y las formas de producción de minerales estuvieron a cargo de la Corona Española. Ésta, a través de un grupo de especialistas en el tema y de acuerdo con los informes de las exploraciones realizadas en el territorio mexicano registradas desde antes de la Conquista (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002), designaban a un número determinado de trabajadores nativos, criollos y/o mestizos (explotados con poco salario) para las labores dentro de las minas, pero por situaciones de pérdida de trabajadores a causa de las precarias condiciones, quejas y otros asuntos que tenía que atender la Corona Española (Commons, 1989), las autoridades españolas que servían a la Corona, decidieron permitir la entrada de empresas extranjeras a la Nueva España, provenientes de Estados Unidos, Inglaterra y Alemania, con técnicas, equipo y maquinaria mucho más sofisticadas que las que se usaban anteriormente, lo que permitió extender el negocio de la minería y posicionarla como una actividad generadora de empleos y riqueza (Parra y Riguzzi, 2008). Aunque las primeras compañías se establecieron

durante la Colonia, no fue hasta la consolidación del México independiente cuando se estableció la industria minera en el país, con 12 empresas (Tabla 6).

**Tabla 6. Empresas mineras en los siglos XVIII y XIX.**

Empresa	Periodo
Real del Monte Company	1,2
Tlalpujahuá	1,2
Catorce Company	1,2
Anglo Mexican Mining Company	2
United Mexican Mining Association	2
Bolaños Company	2
Mexican Company	2
Mexican Mine Company	2
Santa Rosalía del Carmen Copper	2
La Bufa Mining	2
Lyonnaise Mexican	2
Malacate Mining	2

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, a finales del siglo XIX, con las políticas de puertas abiertas al capital extranjero puestas en marcha en la administración de Porfirio Díaz (Gil y Manuel, 2003), el establecimiento de empresas tanto extranjeras como nacionales, ha ido en aumento.

En la Revolución Mexicana, con la devastadora guerra, el desarrollo del país y por lo tanto de la minería se detuvieron. Cuando sube al poder el presidente Lázaro Cárdenas, se inicia un periodo estatizante de la economía y de expulsión de la inversión extranjera; sin embargo, aunque sí disminuyó la entrada de capital extranjero, estas acciones no frenaron totalmente el establecimiento de empresas mineras extranjeras en el país (Herrera-Izaguirre, Vázquez-Rangel y Escobedo-Carreón, 2014).

Durante la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos tuvo un gran interés en la minería de México debido a los insumos que utilizaba para generar sus armas y herramientas que le servirían en la guerra. Esta situación originó que las principales operaciones minero-metalúrgicas pasaran a manos norteamericanas, de la mano de algunas empresas como American Metals, Asarco, Anaconda, National Lead, Phelps Dodge y Hearst.

Según Miranda (2009), para la década de los años 50, la minería de México estaba en manos de compañías americanas, inglesas, francesas y especialmente canadienses, tanto en su propiedad como en su administración y tecnología, con el fin de producir minerales para ser exportados e industrializados fuera de México y en gran parte, fundidos y refinados también en el exterior.

Las condiciones que tenían que cumplir las empresas mineras para trabajar en el territorio mexicano, según Miranda (2009) eran:

1. Invitar a mexicanos a participar en la administración y propiedad de las empresas mineras.
2. Desarrollar verticalmente la producción minera, al fundir, refinar e industrializar los minerales en México.

Pese a que se dictaminaron dichas condiciones, los dueños extranjeros hicieron caso omiso de las sugerencias del gobierno mexicano, respaldadas por muchos mexicanos. Ante esa actitud negativa, las autoridades mexicanas continuaron insistiendo hacia la inversión extranjera en minería, en que tenían que tomar en cuenta los objetivos económicos y sociales de México.

Por esta situación, los gobiernos del país entre las décadas de los años cincuenta y sesenta, realizaron gestiones encaminadas a mexicanizar la minería. Así, en 1961 se promulgó la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera, y para principios de los setenta, la minería mexicana había pasado a ser propiedad de mexicanos, era dirigida por ellos y su producción contribuyó considerablemente al desarrollo económico que el país requería (Secretaría de Economía, 2020b).

La aplicación de esta ley mostró algunos cambios en beneficio de la nacionalización del sector minero; sin embargo, en 1994 con la firma del TLCAN, Canadá tomó mayor poder de este sector y actualmente tiene la participación mayoritaria en la minería de México (Witker, 2018).

De acuerdo con lo anterior, es posible decir que, a pesar de las diferentes estrategias que han tomado los distintos gobiernos de México, desde inicios del siglo XX hasta la actualidad, la minería nacional ha estado en gran medida en manos de capital extranjero.

En la Tabla 7, se muestra una relación de algunas de las compañías mineras más sobresalientes, que han trabajado el suelo mexicano desde el siglo XX hasta la actualidad, el año en que se establecieron en México y el país al que pertenecen.

**Tabla 7. Empresas mineras establecidas después del porfiriato y hasta la actualidad.**

Empresa	Establecimiento	País
Industrias Peñoles	1887	México
Grupo México	1890	México
Fresnillo PLC	1901	México
Dyna Resources	1937	Estados Unidos
Dowa Mining	1940	Japón
Altos Hornos de México	1942	México
Minera del Norte (Minerales Monclova)	1942	México
Mexichem	1953	México
Compañía Minera Autlán	1953	México
Agnico Eagle	1953	Canadá

Grupo Materias Primas	1955	México
Baramin	1957	México
Great Panther Silver	1965	Canadá
United States Antimony	1968	Estados Unidos
Avino Silver	1968	Canadá
Endeavour Silver	1981	Canadá
Fischer Watt Gold	1986	Estados Unidos
Impact Silver	1987	Canadá
Excellon Resources	1987	Canadá
Panamerican Silver	1994	Canadá
Sierra Metals	1996	Canadá
American Silver	1998	Canadá
Gold Mines	1998	Canadá
Alamos Gold	2003	Canadá
Cotton & Western Mining	2005	Estados Unidos
Arcelor Mittal	2006	Luxemburgo
Argonaut Gold	2007	Estados Unidos

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar a partir de la información anterior, la industria minera en México ha presentado inestabilidades en cuanto a su estructura, ya que no existe un organismo único que regule los aspectos de este sector y que determine las condiciones que las empresas nacionales y extranjeras deben cumplir para beneficiar al Estado mexicano a partir de esta actividad.

### 2.3.2 Concesiones

Actualmente, con la entrada de la inversión transnacional al país desde el siglo pasado (Sariego-Rodríguez, 2009), las empresas extranjeras se han hecho presentes en la minería mexicana, especialmente las canadienses. Además, Guevara-González (2016), menciona que, a partir de la década de los noventa, se ha modificado la estructura legal de la minería en tanto que ha aumentado la participación del sector privado y ha disminuido la participación del Estado como inversionista y rector de esta actividad económica. Estos problemas se le adjudican a la falta de políticas públicas que rijan la actividad minera a nivel nacional (Cárdenas, 2013).

En la Figura 20, se observa el porcentaje de participación de las empresas mineras a nivel de país, de acuerdo con el territorio cedido para el desarrollo de proyectos mineros en México. Se observa que, el país con mayor número de empresas mineras es Canadá, con el 32% de concesiones en el territorio nacional; luego, con el 25% se encuentra Estados Unidos; México ocupa el tercer lugar con 16% de concesiones, es decir que, pese a que el país es rico en recursos minerales, la privatización de gran parte de este sector ha influido en la disminución de la participación de capital de empresas nacionales (Cámara Minera de México, 2020b);

después se encuentra China, con el 7%; Australia con el 6%; Inglaterra con el 3%; Perú con el 2%; Corea con 1.7%; Japón con 1.6%; Italia con 1.2%; y, finalmente Argentina, India, España, Francia, Chile, Suiza y Luxemburgo, en conjunto suman el 4.5%.

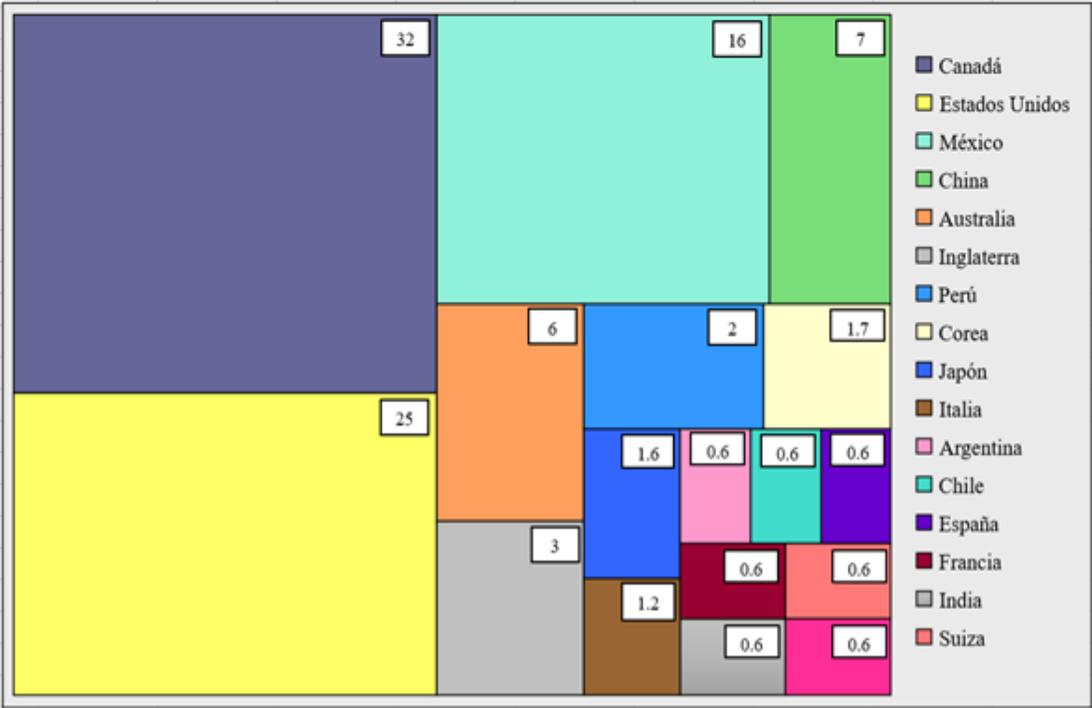
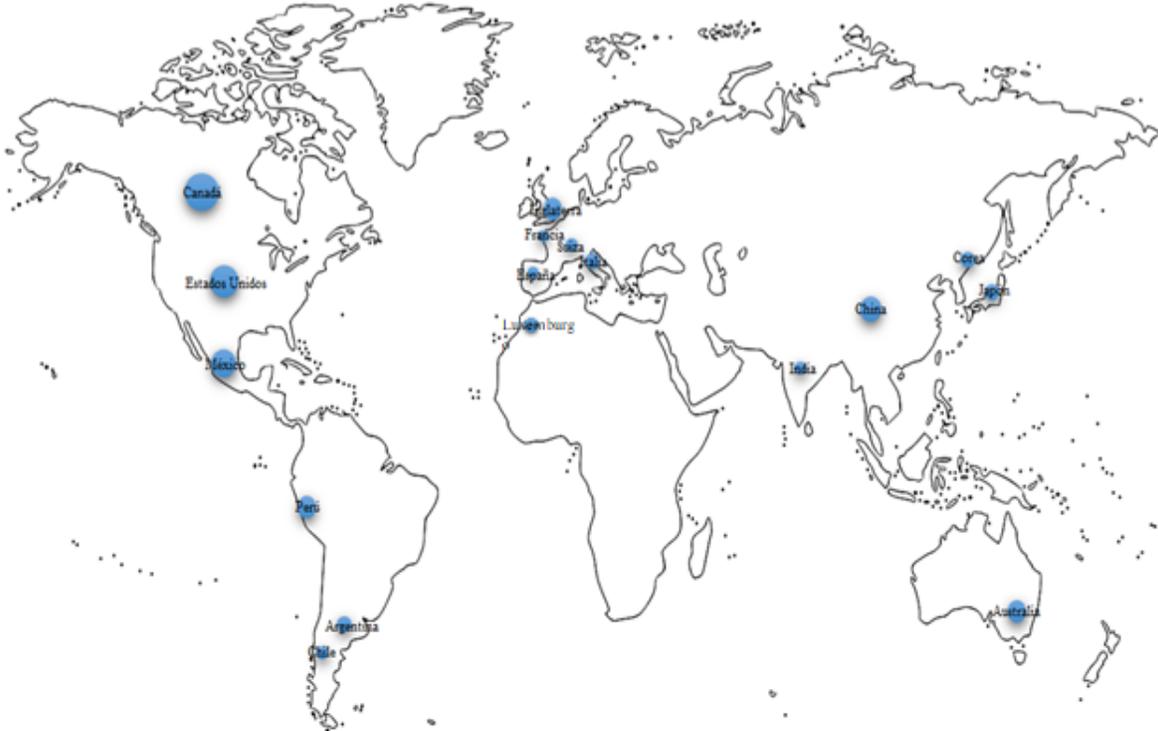
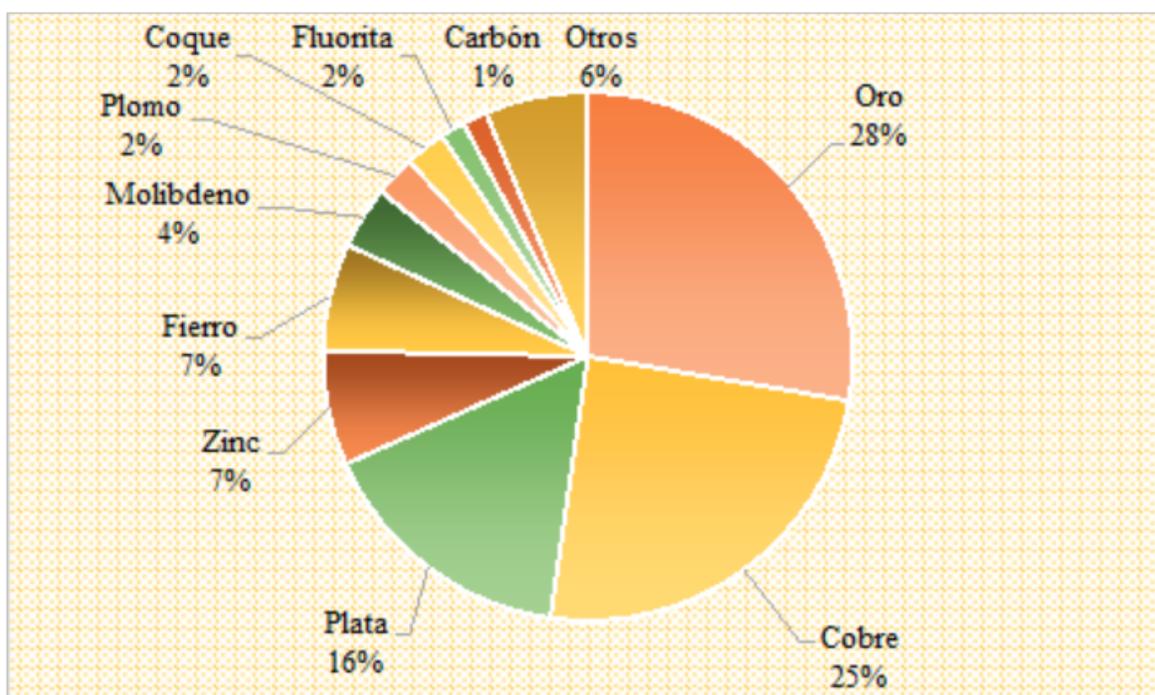


Figura 20. Porcentaje de concesiones mineras en México por país.

Fuente: elaboración propia.

Es evidente la alta participación del capital externo, sin embargo, aunque la mayor parte del territorio esté en manos extranjeras, la producción conjunta de todas las empresas que se encuentran trabajando en el país se vuelve muy importante, pues México se encuentra entre los 10 principales productores de 17 minerales a nivel mundial: 1. plata, 2. fluorita, 3. celestina, 3. sulfato de sodio, 3. wollastonita, 5. cadmio, 5. molibdeno, 5. plomo, 5. bismuto, 6. sulfato de magnesio, 6. zinc, 7. yeso, 7. barita, 7. diatomita, 7. sal, 8. cobre y 9. oro (Cámara Minera de México, 2020a), su valor de producción es de aproximadamente 281,515.9 millones de pesos mexicanos. Los minerales que tienen mayor participación son el cobre, la plata, el zinc, el oro, el molibdeno y el carbón (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2018), en la Figura 21 se muestra el porcentaje del valor de producción de cada uno.



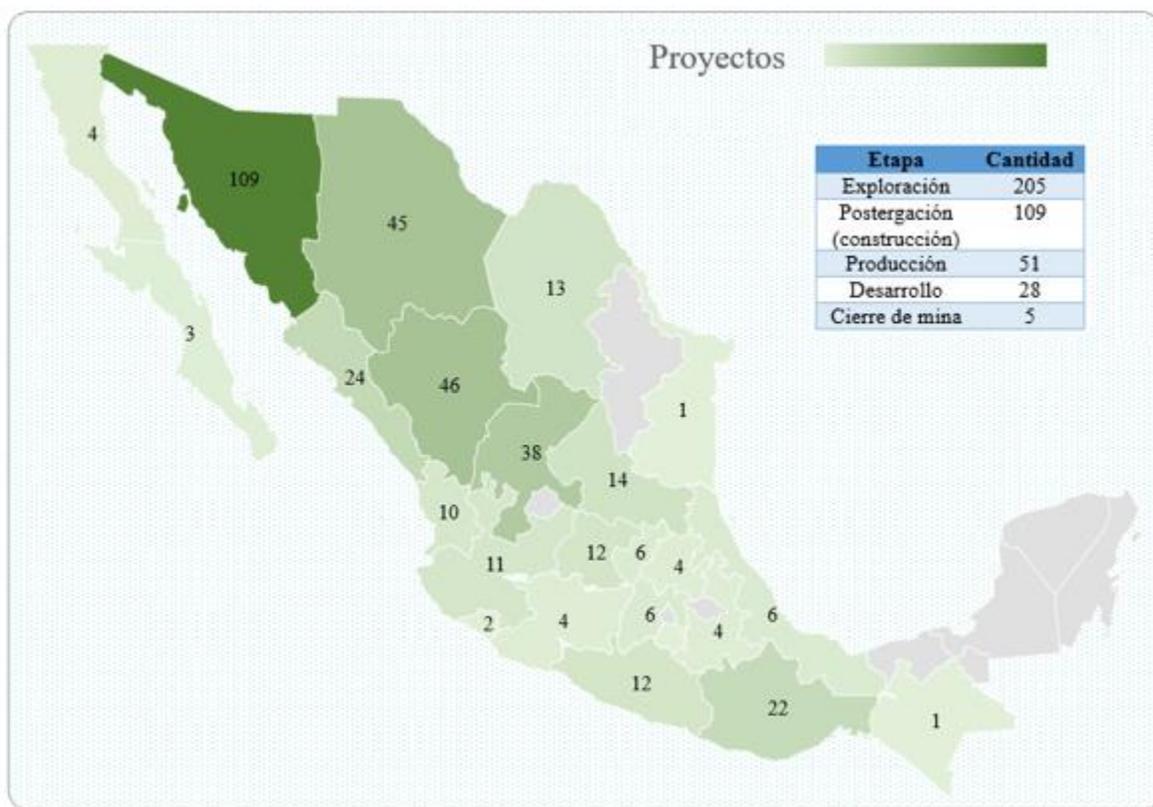
**Figura 21. Participación de minerales en el valor de la producción.**

Fuente: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2018).

Los estados que contribuyen en mayor medida al valor de la producción son: Zacatecas, el principal productor de plata del país, ha sido el pilar de la minería y en el desarrollo económico de México, cuenta con una gran diversidad de yacimientos de distintos minerales como oro, cobre y zinc; Coahuila, el principal productor de coque, además, carbón, oro, cobre y zinc son otros de los minerales que más se extraen en esta zona; y Sonora, el principal productor de cobre, sus niveles de producción en otros minerales metálicos, como el oro, cobre y molibdeno y minerales no metálicos como grafito y wollastonita lo colocan entre los tres estados productores más importantes a nivel nacional (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020).

### 2.3.3 Mapeo de la industria por estado

De acuerdo con el Directorio del Servicio Geológico Mexicano (2020), actualmente en México se encuentran operando 180 empresas mineras (Anexo 1), sin considerar a las empresas petroleras, con 398 proyectos: 205 en etapa de exploración, este proceso se realiza antes de crear una mina para determinar si la zona es apta para la construcción; 109 en postergación, si todas las dependencias que participan en aprobar los permisos de mina lo hacen y si todos los fondos necesarios están seguros, entonces la construcción de la mina procede en acuerdo con el plan de operación; 51 en producción, después de la construcción el equipo de administración de la mina toma control de la operación y será el que controle las actividades de producción; 28 en desarrollo, es la etapa donde se realiza la extracción hasta el agotamiento de las reservas mineras; y 5 en cierre de mina, es el término de operaciones en el cual se incluye el desarme y desmantelamiento de la infraestructura, la rehabilitación ambiental y la administración del cierre. Los proyectos se encuentran distribuidos principalmente en el centro y en el norte del país, tienen presencia en 696 comunidades de 212 municipios en 24 (75%) de los 32 estados de la República (Figura 22).



**Figura 22. Regionalización de los proyectos mineros en México.**

Fuente: elaboración propia.

Dentro de cada estado de la República se encuentra una dinámica de producción de las empresas mineras, la cual se expresa en la Tabla 8. El estado que tiene mayor producción es

Sonora, con un total de 109 proyectos de 58 empresas; después se encuentra Durango, con 45 proyectos de 32 empresas; luego está Chihuahua, con 45 proyectos de 29 empresas. Los casos de Zacatecas, Coahuila, Guanajuato y Guerrero son singulares ya que, pese a que las empresas establecidas y proyectos en operación de esas regiones es bajo, la producción de minerales, especialmente de oro y plata es extensa (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020). Por otra parte, Aguascalientes, Campeche, Ciudad de México, Nuevo León, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala y Yucatán son estados que actualmente no registran ningún proyecto minero, se destaca el caso de Nuevo León, ya que es una región con un inmenso potencial geológico en términos de minerales (Servicio Geológico Mexicano, 2021) que no está siendo explotado.

**Tabla 8. Dinámica de producción por Estado.**

Estado	No. Proyectos	No. Empresas	Minerales que produce
Aguascalientes	-	-	-
Baja California	4	4	Oro, Plata, Litio
Baja California Sur	3	3	Oro, Plata, Cobre, Cobalto, Zinc, Cloruro de Sodio, Óxido de Fósforo
Campeche	-	-	-
Chiapas	1	1	Oro
Chihuahua	45	29	Oro, Plata, Zinc, Plomo, Cobre
Ciudad de México	-	-	-
Coahuila	13	7	Plata, Cromo, Cobre, Zinc, Arena Silica, Antimonio
Colima	2	2	Fierro
Durango	46	32	Oro, Plata, Plomo, Zinc, Fierro, Manganeso, Mármol, Carbonato de Calcio
Estado de México	6	5	Zinc, Plomo, Plata, Oro, Caliza
Guanajuato	12	7	Oro, Plata, Arena Silica, Plomo, Zinc, Antimonio
Guerrero	12	9	Oro, Plata, Cobre, Zinc, Plomo
Hidalgo	4	4	Arena Silica, Plata, Oro, Zinc, Cobre
Jalisco	11	11	Oro, Plata, Plomo, Telurio, Fierro
Michoacán	4	4	Fierro, Cobre, Oro, Plata
Morelos	1	1	Oro, Plata, Cobre
Nayarit	10	7	Oro, Plata
Nuevo León	-	-	-
Oaxaca	22	9	Grafito, Oro, Plata, Cobre
Puebla	4	3	Oro, Plata, Feldespato, Fierro
Querétaro	6	5	Oro, Plata, Plomo, Zinc, Antimonio
Quintana Roo	-	-	-
San Luis Potosí	14	9	Litio, Potasio, Boro, Yeso, Oro, Plata, Plomo, Zinc, Antimonio
Sinaloa	24	17	Oro, Plata, Cobre, Zinc, Plomo, Molibdeno

Sonora	109	58	Oro, Cobre, Molibdeno, Plata, Zinc, Cobalto, Plomo, Litio, Potasio, Boratos, Uranio
Tabasco	-	-	-
Tamaulipas	1	1	Oro, Plata
Tlaxcala	-	-	-
Veracruz	6	5	Cobre, Oro, Plata, Fierro, Arena Silica
Yucatán	-	-	-
Zacatecas	38	21	Plata, Litio, Potasio, Boro, Oro, Plomo, Zinc, Cobre, Antimonio, Mercurio, Estaño

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.4 Procedimientos y herramientas

Existen distintos tipos de minería que realizan diferentes procedimientos según el mineral que se requiere extraer, ya sea minerales metálicos y no metálicos o industriales. Estos tipos de minería han ido mejorando con el desarrollo de la tecnología y actualmente se cuenta con cinco tipos, los cuales se expresan a continuación:

1. Subterránea - Es la explotación de recursos mineros que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno. Para la selección de este método se deben considerar varios factores como resistencia del mineral y de la roca encajonante; tamaño, forma, profundidad, ángulo de buzamiento y posición del depósito; continuidad de la mineralización, etc.
2. A cielo abierto - Consiste en extraer el material o mineral de interés usando una excavación de gran tamaño en la superficie, haciendo uso de bancos horizontales. Es empleada para la extracción de minerales metálicos y no metálicos de cuerpos minerales localizados a profundidades menores de 160 metros.
3. Submarina - Es aquella donde los procesos mineros se llevan a cabo en el fondo del mar, es decir en piso oceánico. Su principal objetivo son los minerales metálicos que se han formado gracias al hidrotermalismo de montes submarinos y las dorsales oceánicas.
4. Pozos de perforación - Se refiere a cualquier perforación del suelo diseñada con el objetivo de hallar y extraer fluido combustible, ya sea petróleo o hidrocarburos gaseosos, tales como el gas y el petróleo.
5. Aluvial o de placeres - Comprende actividades y operaciones mineras realizadas en riberas o cauces de los ríos; también se emplean métodos de minería aluvial para la extracción de minerales y materiales en terrazas aluviales, que constituyen pequeñas plataformas sedimentarias o mesetas construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del río (Maldonado, 2021; Servicio Geológico Mexicano, 2023).

Las herramientas y materiales que se utilizan para el trabajo en minas dependen del tipo de extracción (procedimiento) que se vaya a realizar, del mineral a extraer y del tamaño de la operación; sin embargo, las más comunes y que se utilizan en la mayoría de los procesos son las siguientes:

- Taladros - Se colocan en puntos estratégicos para crear aberturas para descender muchos pies por debajo del suelo. Las perforaciones se utilizan a menudo primero para probar el contenido de minerales en el suelo, luego sirven como portales para trabajos de minería posteriores.
- Desintegradores - Son herramientas que pueden hacer que sea mucho más fácil penetrar en la tierra de contacto y pueden mover las rocas duras que no permiten el paso del taladro. Las voladuras a menudo implican explosivos y el proceso no suele ser muy preciso. Sin embargo, puede abrir un área y aflojar la tierra, lo que puede hacer que sea más fácil continuar abriendo una mina.
- Excavadoras - Se utiliza para transportar tierra suelta, suelo y otras partículas de un punto a otro lugar designado. Otra aplicación de la excavadora sería limpiar áreas que puedan estar cubiertas de plantas o arbustos utilizando las aberturas en forma de cubo ubicadas en la parte delantera de dicho equipo.
- Herramientas manuales - Pueden ser picos y palas, faros y linternas, además de herramientas dedicadas a la seguridad de los mineros, incluidos los ventiladores para mitigar los humos y permitir la circulación regular de oxígeno (Spiegato, 2023).

## **2.4 Legislación Minera**

La legislación hace referencia a todo el conjunto de leyes, decretos, reglamentos, resoluciones y demás instrumentos normativos, constituye el medio más importante por conducto del cual el derecho cumple sus fines o, mejor aún, se orienta al logro del bien común (Simon, 2009). Además, permiten regular y controlar las buenas prácticas de cualquier actividad, sobre todo cuando se trata de una que representa un pilar importante para el desarrollo económico de un país, como es el caso de la minería mexicana.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, en este trabajo se realizó un análisis de los instrumentos normativos que forman parte de la legislación aplicada al sector minero desde el siglo XVIII en la época de la Colonia, hasta la que se encuentra actualmente vigente.

Para realizarlo, se utilizó una metodología cualitativa que implica una investigación documental, en donde se localizaron, analizaron y recopilaron datos de las leyes en materia de minería, siguiendo la estructura metodológica establecida por Mujica-Zapata (2020), en su documento *Metodología de la Investigación Legislativa*.

En la Tabla 9, se encuentran los instrumentos legales que se han utilizado desde la Colonia hasta la actualidad para regular el trabajo de minería en el territorio nacional, en donde se expresa además el año de expedición, los periodos que abarca(n) su aplicación, el tipo, una síntesis de cada uno, los temas que abarcan, si es que tienen alguna relación con las disciplinas de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), el estado o condición y algunas notas que permiten precisar algunos aspectos de las mismas leyes pero específicamente enfocados en la minería.

Como se puede observar, hay 34 instrumentos legales en un lapso de más de tres siglos. Tres de ellos son externos y de corte internacional, es decir que, se generaron en otro país y después se aplicaron en el territorio mexicano; 23 son nacionales, esto quiere decir que se generaron, se aprobaron y se aplicaron de manera local; los ocho instrumentos restantes son normas de carácter internacionales en donde las autoridades mexicanas establecen los derechos y obligaciones que las entidades públicas y privadas, nacionales e internacionales del trabajo minero deben cumplir en determinados rubros. Solo seis de estos instrumentos ya no se encuentran vigentes: los que se generaron durante la Colonia, por la nueva estructura como nación independiente que adoptó el país, dejaron de aplicarse (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002); los que surgieron durante el siglo XIX, debido al cambio de régimen político derivado de los gobiernos de Benito Juárez y Porfirio Díaz y fortalecidos después de la Revolución Mexicana, también perdieron vigencia (Velasco-Avila et al., 1998); a partir de la promulgación de la Constitución de 1917 y las leyes y reformas de ésta misma que han surgido, continúan vigentes (Secretaría de Economía, 2020).

Las Reformas Borbónicas y las Ordenanzas de Minería de Aranjuez son los instrumentos internacionales externos provenientes de España que fueron aplicadas a todas las colonias españolas (Navarro-García, 1997). En las Reformas Borbónicas se abordaban todos los temas de interés para la Corona española, especialmente en economía, política y administración, es decir que, a pesar de que no fueron creadas específicamente para el ramo minero, sí tuvieron un papel importante en el desarrollo de esta actividad (García-Ayluardo, 2010). Por otra parte, las Ordenanzas de Minería de Aranjuez, fueron el siguiente instrumento creado por las autoridades españolas y enfocado en esta actividad. A diferencia de las Reformas, éstas sí fueron creadas y aplicadas solo para los temas relacionados con la minería (Ministerio de Cultura y Deporte, s.f.). Ambos instrumentos sirvieron como modelo para la creación del primer instrumento totalmente nacional para los aspectos mineros durante el siglo XVIII, las Reales Ordenanzas de Minería de la Nueva España.

Las Ordenanzas de Minería fueron entonces las primeras leyes que se establecieron en la Nueva España para la regulación de las actividades extractivas, se expidieron para fungir como eje normativo y orgánico de tres instituciones: 1. el Tribunal, 2. el Banco de Avío y 3. el Colegio de Minas. Éstas tenían el objetivo de resolver los problemas más graves de la

minería mexicana, que eran la organización, la justicia, el crédito y la técnica (Universidad Nacional Autónoma de México, 2023).

La Constitución de Cádiz es la primera de España, se creó en 1812 y, aunque en México ya se había iniciado la lucha para ser una nación independiente, no fue hasta la tercera década de ese siglo cuando se suprimió por completo el régimen español (Cartes-Montory, 2017), por lo que la aplicación de los reglamentos establecidos en esta Constitución, todavía se introdujeron en el país.

El Código de Minas de los Estados Unidos Mexicanos, creado en 1884, es el primer reglamento especializado en minería que se aplicó en México después de la Independencia y los principales asuntos que abordaba estaban relacionados con la exploración y explotación de los recursos del subsuelo en el territorio nacional (Carmona-Dávila, 2023). Al mismo tiempo, se creó un reglamento estatal que solo aplicaba para ciertas regiones del país, el Código Civil del Distrito Federal y territorios de Tepic y Baja California, éste en su Libro Segundo, regulaba las concesiones sobre los bienes y propiedades de las regiones mineras (Lozano, 1902).

Después surgió la Constitución de 1917 y de ésta se desprenden diversas leyes que continúan vigentes y de las que solo se han generado reformas (modificaciones) según los proyectos de cada administración política.

De acuerdo con información de la Secretaría de Economía (2020):

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 es la Ley Suprema del Estado Jurídico mexicano que contiene los principios y objetivos que la nación debe cumplir. Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos. Contiene 136 artículos y 19 transitorios, distribuidos en nueve títulos (Sistema de Información Legislativa, 2023). A partir de su promulgación, se han generado otros instrumentos legales en el ramo minero que se desprenden por lo regular de los artículos 27, 28 y 123, tal es el caso de la Ley de Reforma Agraria, la Ley Minera, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley de Inversión extranjera, la Ley Orgánica de la Administración Pública, el Manual de Servicios al Público en Materia Minera, la Ley Federal de Derechos, la Ley Federal del Trabajo, el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo y la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, que abordan diversos temas que atacan o intentan atacar los problemas derivados de la actividad minera como; exploración, explotación y beneficio; uso del agua, adquisición de bienes y concesiones; aprovechamiento de recursos minerales del subsuelo; responsabilidades de las instancias públicas y privadas; derechos y obligaciones; seguridad y salud; y, uso de explosivos.

También existen leyes que abordan temas sobre sustentabilidad y protección al medio ambiente. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente es la

principal ley que incluye esos temas (también es derivada de la Constitución de 1917) y de ésta se desprenden cinco reglamentos sobre Ordenamiento Ecológico, Impacto Ambiental, Áreas Naturales Protegidas, Autorregulación y Auditorías Ambientales y Prevención y Control de Contaminación Atmosférica. Además, existen dos leyes relacionadas con el Desarrollo Forestal y Desarrollo Rural Sustentable.

Como complemento de las leyes anteriores, existen diversas normas establecidas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en donde se especifican los términos a cumplir en las actividades mineras por parte de los diversos organismos que contribuyen al desarrollo de estas actividades en los diferentes campos del sector.

Finalmente, en el país se cuenta con cuatro convenios internacionales de colaboración con China, Corea y Cuba, en donde se establecen los acuerdos para la cooperación económica y de comercio de los recursos minerales entre esos países.

**Tabla 9. Instrumentos legales utilizados desde la época colonial hasta la época actual en el ramo minero.**

No.	Instrumento Legal	Año	Periodo (s)	Tipo	Síntesis	Temas	Relación CTS	Estado/ Condición	Notas
1	Reformas borbónicas	[1713]-1780	1	Internacional	Las reformas borbónicas consistieron en una serie de cambios que fueron introducidos por los monarcas de la dinastía borbónica de la Corona Española durante el siglo XVIII, y que se enfocaban en materias económicas, políticas y administrativas, las cuales eran aplicadas en el territorio peninsular y en sus posesiones ultramarinas tanto para la metrópoli como para todas sus colonias.	Jerarquización del ejército; Renovación de la burocracia; Recaudación tributaria; Recaudación fiscal; Reactivación de sectores (minería); La iglesia bajo el poder de la Corona; Expulsión de los jesuitas	No aplica	No vigente	Las Reformas Borbónicas surgieron como consecuencia de la Guerra de Sucesión y buscaban el fortalecimiento del poder de la Corona Española a través del aumento de la producción, el comercio y los ingresos Reales.
2	Ordenanzas de Minería de Aranjuez	1783	1	Internacional	Las ordenanzas de minería de Aranjuez establecían que el monarca tenía la propiedad y el dominio eminente sobre las minas de oro y plata, las piedras preciosas, el cobre, el estaño, el plomo, el mercurio, el cadmio, el bismuto, la sal gema, las sustancias bituminosas y los jugos de la tierra. Los propietarios del suelo no eran propietarios del subsuelo y requerían la autorización de la corona para explotar las riquezas minerales y los jugos de la tierra. La corona, por	Dominio de las minas de todas las colonias españolas	No aplica	No vigente	Las Ordenanzas de Minería de Aranjuez se crearon para las necesidades de la monarquía española y sirvieron como modelo para la generación de otros instrumentos políticos en las distintas colonias de España.

					otro lado, podía cancelar las autorizaciones de concesión.				
3	Reales Ordenanzas de Minería de la Nueva España formadas y propuestas por su Real Tribunal	1786	1; 2	Nacional	Las Reales Ordenanzas de Minería establecen la organización, regularizaran la conducta de sus miembros y administraran sus privilegios en el trabajo de minería, así como la administración de la actividad extractiva en el territorio novohispano-mexicano. A través de éstas se buscaba fomentar la minería, extirpar los abusos, establecer las costumbres que merecieran recomendación e instaurar las condiciones cabales para su laborío.	Órgano responsable del quehacer minero; Empleo (condiciones, beneficios, todas las consideraciones); Dominio de minas; Modos de adquisición de minas; Formas de trabajar (explotar) las minas; Compañías; Operarios de minas; Haciendas de Beneficio; Agua y provisiones; Maquileros y compradores; Aviadores y Mercaderes; Peritos en laboreo y beneficio; Educación y enseñanza; Privilegios.	Creación del Real Seminario de Minería, una institución dedicada a la enseñanza de las ciencias y las técnicas sobre minería.	No vigente	Las Reales Ordenanzas de Minería fueron el primer instrumento legal generado para el trabajo de minería en la Nueva España. Los temas que aborda son tan completos como los que se generan actualmente y por lo tanto, avanzados para su época.
4	Constitución de Cádiz	1812	2	Nacional	La Constitución de Cádiz fue una carta magna del Reino de España promulgada por las Cortes Generales reunidas en Cádiz el 19 de marzo de 1812. Fue la primera Constitución de	Poder de la monarquía; abolición del feudalismo; igualdad entre peninsulares y americanos; fin de la inquisición.	No aplica	No vigente	Aunque la Constitución de Cádiz no abordó temas específicos de minería, los reglamentos que se establecieron en ella y las consecuencias de éstos, se vieron reflejados en el

					la historia española y una de las más liberales de su época y consistía en un preámbulo y diez títulos con 384 artículos que estuvo en vigencia hasta 1814. En ella se expresan los valores de dignidad, libertad y seguridad humanas en oposición al absolutismo.				desarrollo de la producción minera.
5	Código de Minas de los Estados Unidos Mexicanos	1884	2	Nacional	Establecía que los productos minerales extraídos en territorio nacional eran de la exclusiva propiedad del dueño de la superficie del terreno y quitó la base de toda acción fiscal; estableció que toda persona capaz de adquirir legalmente bienes raíces en la República mexicana, podría adquirir las minas, placeres, haciendas de beneficio y aguas extraídas de las minas; que los extranjeros podían adquirir la propiedad minera, ya que la misma se transfería libremente como cualquiera otra propiedad raíz; y que la posesión y propiedad que se adquirían en las minas se entendía solo para lo que hubiere en el interior del terreno, no en la	Exploración y explotación del subsuelo	No aplica	No vigente	Esta ley decretó que los dueños de los terrenos o regiones mineras eran dueños también de los productos extraídos del subsuelo y aunque éstos debían pagar una especie de impuesto, la ganancia del Estado era muy baja.

					superficie del mismo, la cual seguía siendo de su propietario.				
6	Código Civil del Distrito Federal y territorios de Tepic y Baja California (libro segundo, capítulo 4)	1884	2	Nacional	Es el cuerpo legal que regula sustancialmente las materias jurídicas civiles a nivel federal en México. Específicamente para el Distrito Federal, Tepic y Baja California.	Bienes, propiedad y diferentes modificaciones	No aplica	No vigente	Actualmente existe un Código Civil para algunas regiones de la República, y aunque esta versión ya no está vigente, si es considerada como el antecedente de los códigos civiles actuales.
7	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 (art. 27)	1917	3; 4	Nacional	Es la carta magna y norma fundamental, establecida para regir jurídicamente al país, la cual fija los límites y define las relaciones entre los poderes de la federación (poder legislativo, ejecutivo y judicial), entre los tres órdenes diferenciados del gobierno (federal, estatal y municipal) y entre todos aquellos y los ciudadanos. Así mismo, fija las bases para el gobierno y para la organización de las instituciones en que el poder se asienta y establece, en tanto que pacto social supremo de la sociedad mexicana, los derechos y los deberes del pueblo mexicano.	La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual, ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.	No aplica	Vigente	La Constitución Política establece las normas y reglamentos por los que se debe regir toda la Nación y en todos los tópicos. El que nos interesa para este análisis es específicamente el artículo 27.
8	Ley de Reforma Agraria	1917	3	Nacional	Ley que regula la distribución de tierras públicas. La explotación	Tierras privadas; pastos comunes; tierras públicas o	No aplica	Vigente	Libro tercero, organización económica del ejido. Capítulo 1,

					<p>industrial y comercial de los recursos no agrícolas, ni pastales, ni forestales de los ejidos comunidades, especialmente aquellos que puedan aprovecharse para el turismo, la pesca o la minería, solo podrá efectuarse por la administración del ejido en beneficio de sus miembros, directamente o en asociación en participación con terceros, mediante contratos sujetos a lo dispuesto por esta Ley y a las autorizaciones que en cada caso acuerden la Asamblea General de ejidatarios y la Secretaría de la Reforma Agraria.</p>	de dominio público			<p>régimen de explotación de los bienes de ejidos y comunidades. Apartado 144. --- La versión vigente es la de 1992, pero solo presenta pocos cambios respecto a la de 1917.</p>
9	Ley Minera 1992	1992	4	Nacional	<p>Se desprende del artículo 27 constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional.</p>	<p>Exploración; Explotación; Beneficio; Minerales (tipos); Organismos reguladores del trabajo minero; Aprovechamiento de recursos naturales; Concesiones; Asignaciones; Reservas mineras; Derechos; Obligaciones; Nulidad, cancelación,</p>	<p>Aplicación de nuevas tecnologías para el trabajo de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de los recursos</p>	Vigente	<p>Esta ley surgió en 1992 y aunque ha experimentado algunas modificaciones / adiciones establecidas en el Diario Oficial de la Federación (DOF), continúa vigente.</p>

						suspensión e insubsistencia de derechos; Registro Público de minería; Cartografía minera; Inspecciones, sanciones y recursos.	minerale s.		
10	Ley de Aguas Nacionales	1992	4	Nacional	Se desprende del artículo 27 constitucional, en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.	Uso industrial del agua en la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales	No aplica	Vigente	Capítulo único, artículo 3, para efectos del uso del agua en diferentes sectores. En este caso, se utiliza el apartado LVIII (68).
11	Ley de Inversión extranjera 1993	1993	4	Nacional	Persigue complementar la actividad del comercio internacional a través de la flexibilización en las políticas de control y aceptación de la inversión extranjera productiva en las empresas mexicanas, con la intención de incrementar el	Adquisición de bienes inmuebles; Explotación de minas y aguas; Fideicomisos; Sociedades (Razón Social); Inversión extranjera; Inversión Neutra; Sanciones	Aplicación de desarrollos tecnológicos adquiridos o implementados a través de la	Vigente	Última reforma en 2018.

					intercambio comercial en el exterior.		inversión extranjera.		
12	Constitución 1917 (art. 28)	1998	4	Nacional	Prohibición de los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes. El mismo tratamiento se dará a las prohibiciones a título de protección a la industria.	Monopolios en la industria minera	No aplica	Vigente	Este artículo no hace referencia específicamente al sector minero, pero aplica en el sentido de las prácticas monopólicas por parte de algunas empresas en la extracción de ciertos minerales que se encuentran dentro del territorio nacional.
13	Ley Orgánica de la Administración Pública	1976	4	Nacional	Establece las bases de organización de la Administración Pública.	Aprovechamiento sustentable de los recursos minerales; derechos de la Nación en minerales; contratos de exploración y explotación de minerales radioactivos; política de industrialización, distribución y consumo; política en las zonas de construcción minera; aprovechamiento de recursos minerales;	No aplica	Vigente	Esta ley aplica para los organismos públicos centralizados, así como para los organismos descentralizados que componen la administración pública paraestatal.

						contratos, concesiones, asignaciones, permisos, autorizaciones y asignaciones en materia minera.			
14	Manual de Servicios al Público en Materia Minera	1999	4	Nacional	Es un manual que establece las pautas en todos los rubros de los servicios al público en materia minera.	Cartografía minera; coordenadas; delegaciones; perito minero; Secretaría y Subdirecciones de minería; delegaciones y agencias en los estados; concesiones; dimensiones; materiales; superficie.	No aplica	Vigente	Este manual se basa en el Reglamento de la Ley Minera.
15	Ley Federal de Derechos	1981	4	Nacional	Establece los derechos por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público.	Concesión o asignación minera.	No aplica	Vigente	Capítulo II, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial - sección segunda; Capítulo XVIII Minería
16	Ley Federal del Trabajo	1970	4	Nacional	Es una Ley de observancia general en toda la República y rige las relaciones de trabajo comprendidas en el artículo 123, Apartado A, de la Constitución. Establece las pautas para	Derechos y obligaciones del trabajo minero.	No aplica	Vigente	Esta Ley se desprende del artículo 123 constitucional.

					las empresas, trabajadores y organismos intermediarios para el trabajo (minería).				
17	Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo	2014	4	Nacional	Establece las disposiciones en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo que deberán observarse en los Centros de Trabajo, a efecto de contar con las condiciones que permitan prevenir Riesgos y, de esta manera, garantizar a los trabajadores el derecho a desempeñar sus actividades en entornos que aseguren su vida y salud, con base en lo que señala la Ley Federal del Trabajo.	Seguridad y salud en actividades productivas de las industrias gasera, del cemento, minera, del hierro y el acero, petrolera, nuclear y eléctrica.	Aplicación de tecnología en instalaciones, procesos, maquinaria, equipo, herramientas y materiales para la seguridad de los trabajadores.	Vigente	Reglamento derivado de la Ley Federal del Trabajo.
18	Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos	1972	4	Nacional	Establece el uso de armas de fuego y explosivos en los sectores industriales y otros sectores del país.	Cantidades y tipos de explosivos.	Tipo de explosivo según la forma de extracción minera (subterránea o a cielo abierto).	Vigente	Solo menciona las cantidades y los tipos de explosivos que los mineros pueden adquirir para la extracción.
19	Ley General de Equilibrio y la Protección al Ambiente	1988	4	Nacional	Se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio	Regulación de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento	No aplica	Vigente	Garantiza el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar.

					nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.	de sustancias minerales.			
20	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico	2003	4	Nacional	Tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de ordenamiento ecológico de competencia Federal, así como establecer las bases que deberán regir la actuación del Gobierno Federal en materia ecológica.	Ordenamiento ecológico	No aplica	Vigente	Derivado de la LGEEPA
21	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental	2000	4	Nacional	Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.	Impacto ambiental	No aplica	Vigente	Derivado de la LGEEPA
22	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas	2000	4	Nacional	Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.	Áreas naturales protegidas	No aplica	Vigente	Derivado de la LGEEPA

23	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales	2010	4	Nacional	Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Capítulo IV, Sección VII, en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales y es de observancia general en todo el territorio nacional.	Autorregulación y auditorías ambientales	No aplica	Vigente	Derivado de la LGEEPA
24	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de Contaminación de la Atmósfera	2004	4	Nacional	Tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.	Prevención y control de la contaminación atmosférica	No aplica	Vigente	Derivado de la LGEEPA
25	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	2018	4	Nacional	Tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad	Suelo forestal y corteza terrestre compuestos por material mineral y orgánico.	No aplica	Vigente	Desprende del artículo 27 constitucional.

					de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.				
26	Ley General de Desarrollo Rural Sustentable	2001	4	Nacional	Está dirigida a promover el desarrollo rural sustentable del país, propiciar un medio ambiente adecuado, en los términos del párrafo 4o. del artículo 4o.; y garantizar la rectoría del Estado y su papel en la promoción de la equidad, en los términos del artículo 25 de la Constitución.	Aprovechamiento de los bienes naturales renovables y no renovables.	No aplica	Vigente	Se aplica solo para ciertos recursos que pertenecen al sector minero.
27	NOM-023 STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud	2012	4	Nacional	Establecer los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir riesgos a los trabajadores que desarrollan actividades en las minas subterráneas y a cielo abierto.	Seguridad y salud en el trabajo de extracción subterránea y a cielo abierto.	Tecnología en los equipos de protección.	Vigente	Norma de la SEMARNAT para el cuidado del medio ambiente
28	NOM-032 STPS-2008, Seguridad para minas subterráneas de carbón	2008	4	Nacional	Establecer condiciones y requisitos de seguridad en las instalaciones y funcionamiento de las minas subterráneas de carbón para prevenir riesgos a los trabajadores que laboren en ellas.	Seguridad y salud en el trabajo de extracción específicamente en las minas de carbón.	No aplica	Vigente	Norma de la SEMARNAT para el cuidado del medio ambiente

29	NOM-120 SEMARNAT 2011, Protección ambiental en exploración minera directa	2011	4	Nacional	Establece las especificaciones de protección ambiental para realizar actividades de exploración minera directa, exceptuando la exploración por minerales radiactivos y las que pretendan ubicarse en áreas naturales protegidas y en sitios bajo alguna categoría de conservación, derivados de instrumentos internacionales de los cuales México forma parte.	Mantos acuíferos; barrenación; capa superficial de suelo; clima; caminos; pozos; reforestación; socavones; vegetación.	No aplica	Vigente	Norma de la SEMARNAT para el cuidado del medio ambiente
30	NOM-141-SEMARNAT-2003, Especificaciones y criterios depósitos de jales	2003	4	Nacional	Establece las especificaciones para la caracterización del jal y la caracterización del sitio, así como los criterios para la mitigación de los impactos ambientales por la remoción de la vegetación para el cambio de uso del suelo.	Jales provenientes del beneficio de minerales metálicos y no metálicos, exceptuando a los minerales radiactivos.	No aplica	Vigente	Norma de la SEMARNAT para el cuidado del medio ambiente
31	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Concentraciones de remediación de suelos	2004	4	Nacional	Establece criterios para la caracterización y determinación de concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio, vanadio y	Contaminación de un suelo con materiales o residuos que contengan arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo,	No aplica	Vigente	Norma de la SEMARNAT para el cuidado del medio ambiente

					sus compuestos inorgánicos; así como los criterios de remediación.	selenio, talio, vanadio y sus compuestos inorgánicos.			
32	NOM-155-SEMARNA T-2007, Protección ambiental para lixiviación de oro y plata	2007	4	Nacional	Establece las especificaciones para la caracterización del mineral lixiviado o gastado y del sitio, así como los requisitos de protección ambiental para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, cierre y monitoreo de los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.	Sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.	No aplica	Vigente	Norma de la SEMARNAT para el cuidado del medio ambiente
33	NOM-157-SEMARNA T-2009, Planes de manejo de residuos mineros	2009	4	Nacional	Establece los elementos y procedimientos que se deben considerar al formular y aplicar los planes de manejo de residuos mineros, con el propósito de promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos, métodos y tecnologías que sean económica, técnica y ambientalmente factibles.	Residuos mineros	No aplica	Vigente	Norma de la SEMARNAT para el cuidado del medio ambiente
34	NOM-159-SEMARNA T-2011, Protección	2011	4	Nacional	Establece las especificaciones para identificar la peligrosidad del residuo,	Sistemas de lixiviación de minerales de	No aplica	Vigente	Norma de la SEMARNAT para el cuidado del medio ambiente

	ambiental para lixiviación de cobre				así como los requisitos de protección ambiental para las etapas de caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación, cierre y monitoreo de los sistemas de lixiviación de minerales de cobre.	cobre en patios o en terreros			
35	México-China, Convenio de colaboración	2004	4	Internacional	Su objetivo es aumentar el desarrollo de las relaciones económicas entre México y China	Cooperación en materia minera	No aplica	Vigente	Acuerdo internacional
36	México-China, Protocolo de prórroga	2005	4	Internacional	Es un acuerdo derivado del convenio de colaboración entre México y China, busca prorrogar por un periodo de tres años el entendimiento de cooperación entre ambos países.	Prórroga de cooperación en materia minera	No aplica	Vigente	Se desprende del Convenio de colaboración México-China
37	México-Corea, Convenio de colaboración	2011	4	Internacional	Protocolo sobre cooperación en el campo de los recursos minerales entre la Secretaría de Economía (México) y el Ministerio del Conocimiento y Economía (Corea)	Cooperación en materia minera	No aplica	Vigente	Acuerdo internacional, tiene una versión en inglés
38	México-Cuba, Convenio de colaboración	1999	4	Internacional	Acuerdo para fortalecer la cooperación en materia minera y propiciar nuevos mecanismos que permitan un mejor entendimiento y promoción de intereses.	Cooperación en materia minera	No aplica	Vigente	Acuerdo internacional

Fuente: elaboración propia con información obtenida de Secretaría de Economía (2020a).

### **CAPÍTULO 3. LOS SISTEMAS COMO FORMA DE ORGANIZACIÓN DEL SECTOR MINERO**

En este capítulo se hace una representación de las formas de organización de la minería mexicana vista como un sistema, a través de los indicadores de este sector.

Para realizar esta representación, se tomó como punto de partida la Teoría General de Sistemas (TGS). De acuerdo con Arnold y Osorio (1998), es una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica estimulante para formas de trabajo transdisciplinarias.

Cuenta con dos enfoques:

- Paradigma científico - se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen.
- Práctica - ofrece un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación fecunda entre especialistas y especialidades.

De acuerdo con lo anterior, en esta representación se entiende que el sector minero de México puede ser visto, estudiado y analizado en forma de un sistema. Según Bertalanffy (1976), un sistema es un conjunto organizado de cosas o partes interactuantes e interdependientes, que se relacionan formando un todo unitario y complejo. Las cosas o partes que lo componen no se refieren al campo físico (objetos), sino al campo funcional, es decir, aquello que lo hace existir y andar.

Según la TGS y lo mencionado por Sarabia (1995), los sistemas se agrupan en:

- Cerrados - este tipo de sistemas parecen sometidos a leyes de evolución intrínsecas y aislados de su entorno, del que están perfectamente diferenciados y con el que no intercambian absolutamente nada a través de la interfase de separación, es decir que un sistema cerrado es aquel que no hace nada en ninguna parte y carece de finalidad. Desde la perspectiva de un observador externo el sistema cerrado, al no intercambiar flujos con su entorno, es un sistema inactivo, aunque en su interior puedan ocurrir una serie de sucesos.
- Abiertos - estos sistemas intercambian con su entorno flujos de materia, energía e información y estos flujos marcan diferencias esenciales con los sistemas cerrados. En términos generales, hace referencia a que un sistema de este tipo requiere de elementos externos para poder funcionar.

Entonces, el sector minero de México puede considerarse como un sistema abierto, ya que, la gran importancia que tiene en el progreso del país le exige tener interacción con otros elementos, de otros sistemas, ajenos al propio sector, que le permiten desarrollarse.

Estos elementos externos se identifican a través de los indicadores del sector expresados en los siguientes apartados.

### **3.1 Indicadores de sustentabilidad**

La minería es una de las cadenas de producción más importantes a nivel mundial, se ha convertido en la base fundamental de la industria e insumo del desarrollo de otras actividades económicas como transporte, construcción, electrónica, automotriz, aeronáutica, marítima, química, energética, medicina, militar, uso doméstico, y en la innovación tecnológica e innovación financiera, en su figura de *commodity*<sup>3</sup> en los mercados financieros internacionales (Concha, 2017).

Para México, la minería representa una de las actividades más importantes y de mayor tradición, practicada desde la época prehispánica y en expansión durante la Colonia. Desde entonces ha sido fuente de modernización y desarrollo del país, suministrando insumos a prácticamente todas las industrias nacionales, entre las que destacan la de la construcción, metalúrgica, siderúrgica, química y electrónica (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2019).

De acuerdo con lo anterior, se realizó un estudio de los indicadores de sustentabilidad del sector minero en México. Estos hacen referencia a todos aquellos datos registrados en fuentes de información oficiales, en donde se muestra la información de este sector a nivel nacional en tres rubros: economía, sociedad y medio ambiente.

Para este estudio se realizó una investigación documental, con el fin de identificar la situación de este sector en la actualidad, a través de los siguientes sitios:

- Secretaría de economía (SE)
- Secretaría del trabajo (ST)
- Banco Mundial (BM)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Cámara Minera de México (CAMIMEX)

#### **3.1.1 Económicos**

Los indicadores económicos del sector son, como su nombre lo dice, aquellos que tienen un beneficio monetario. De acuerdo con Coll-Morales (2020), este tipo de datos son mediante los cuales podemos extraer un análisis y, en consonancia con otros, analizar la evolución

---

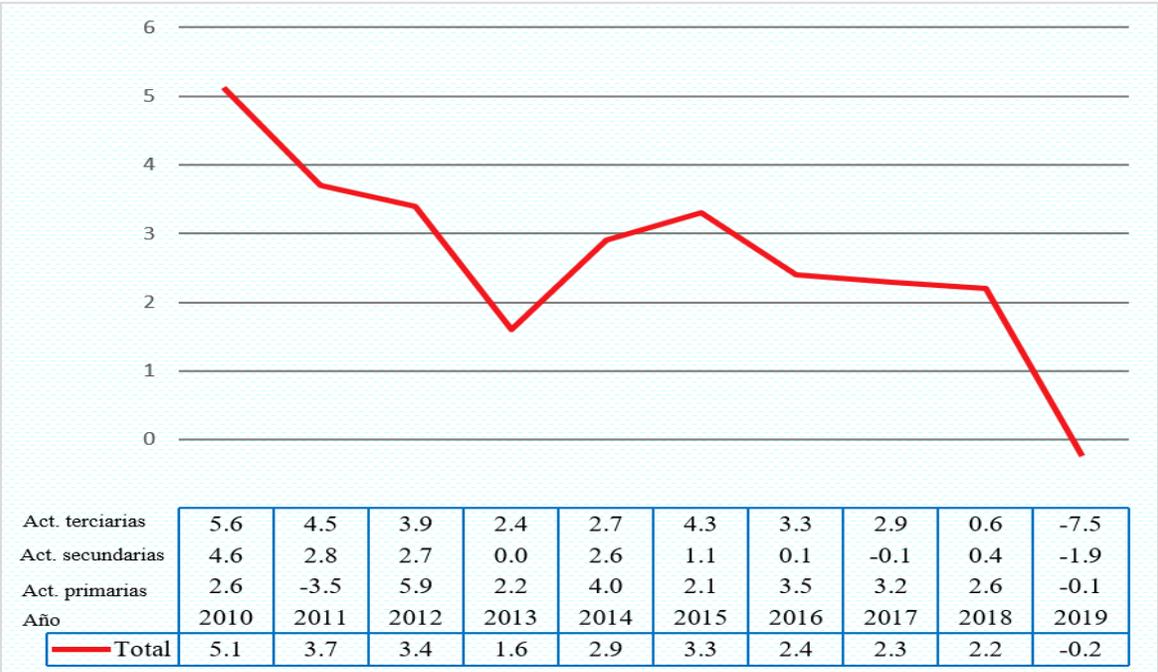
<sup>3</sup> Producto objeto de comercialización

económica de una situación. Gracias a los indicadores económicos, es posible controlar la evolución de la economía y el ciclo económico, así como realizar predicciones sobre los posibles movimientos que prevé experimentar la economía. Su carácter estadístico permite su manejo a lo largo de la serie histórica.

Los indicadores económicos del sector minero de México se agrupan a continuación:

*Economía nacional*

Para comprender los indicadores económicos del sector minero, es importante dar un panorama general de la economía a nivel nacional. En la Figura 23, se muestra la variación del valor monetario de los bienes y servicios que inciden en la economía de México en los últimos 10 años. Se observa que para 2019 (último año de este estudio), la variación de las tres actividades económicas (primarias, secundarias y terciarias) disminuyó, provocando un total de -0.2% en comparación con el año anterior. Esto se debe, de acuerdo con el informe de la Cámara Minera de México (2020), a que el 2019 fue complejo para la economía mexicana, ya que enfrentó un entorno internacional incierto, caracterizado por una desaceleración global, una contracción del comercio internacional, los efectos de un aletargado proceso de ratificación del tratado comercial entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), así como los impactos causados por la guerra comercial entre China y los Estados Unidos. Además del cambio de administración gubernamental durante ese año, lo que ocasionó diversos cambios en las políticas públicas.



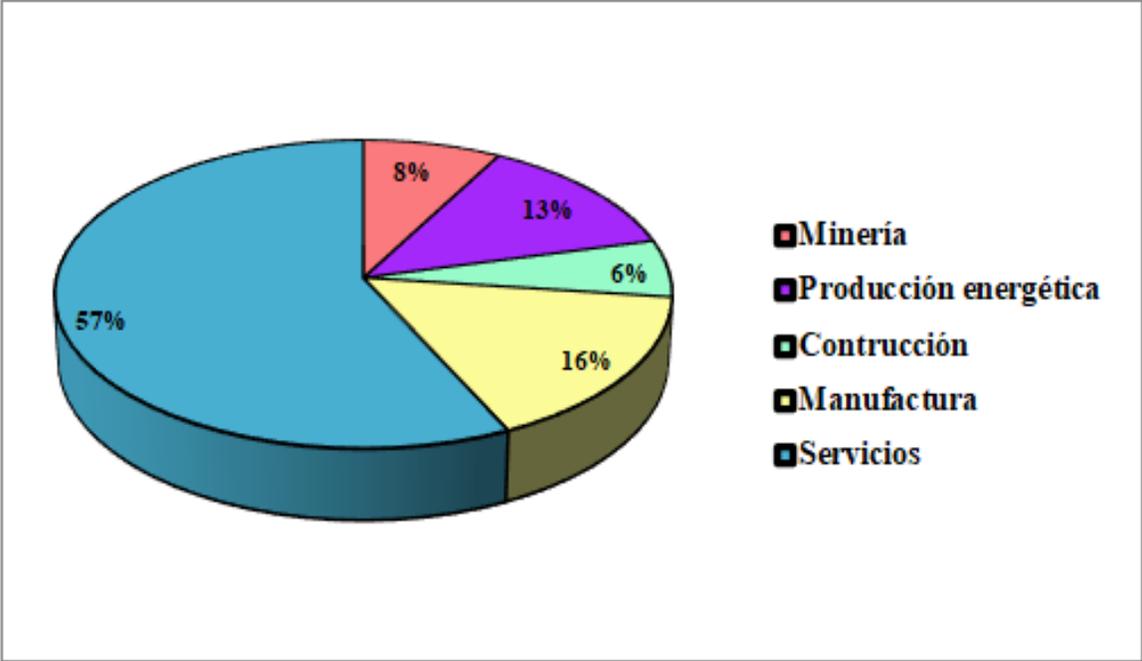
**Figura 23. Variación del valor monetario de bienes y servicios (PIB) por actividades económicas.**

Fuente: elaboración propia.

Aunque la economía nacional ha presentado inestabilidades, especialmente en los últimos años, la participación de las actividades económicas se vuelve indispensable para mejorarla; tal es el caso de la minería.

*Producto Interno Bruto (PIB)*

De acuerdo con datos del INEGI (2019), el sector minero-metalúrgico contribuye al 2.3% del PIB nacional y con el 8.1% del PIB industrial (Figura 24); este porcentaje se basa principalmente en la obtención de metales preciosos, ferrosos y no metales. Produce un total de 69 minerales, 21 metálicos y 48 que no lo son (como se menciona en el capítulo 2), y su riqueza geológica cuenta con un mayor número de sustancias que pueden ser aprovechadas. Además, ocupa el primer lugar en producción de plata a nivel internacional (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

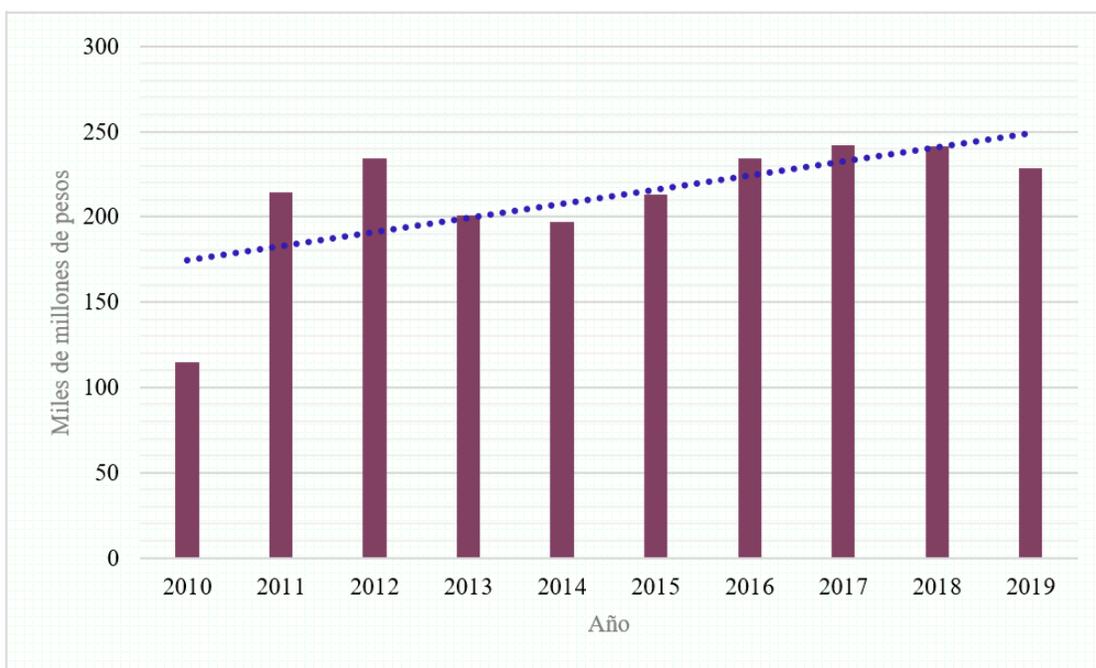


**Figura 24. Porcentajes del PIB industrial.**

Fuente: elaboración propia con información obtenida de INEGI (2020).

*Valor de la producción minero-metalúrgica*

De acuerdo con las cifras presentadas por la Cámara Minera de México (2020), el valor de la producción del sector minero en 2019 cayó 5.5% respecto a la cifra de 2018; es decir que, de 242 mil 600 millones de pesos, el valor de la producción disminuyó a 228 mil 296 millones de pesos. Este decremento es debido a la caída en el precio de los metales base principalmente y por menores volúmenes de producción en los metales preciosos.



**Figura 25. Valor de la producción minera de 2010 a 2019.**

Fuente: elaboración propia con información obtenida de Cámara Minera de México (2020).

### *Inversión extranjera directa (IED)*

En el periodo de enero a diciembre de 2019, la IED de minería fue de 2,024 millones de dólares, distribuidos de la siguiente manera:

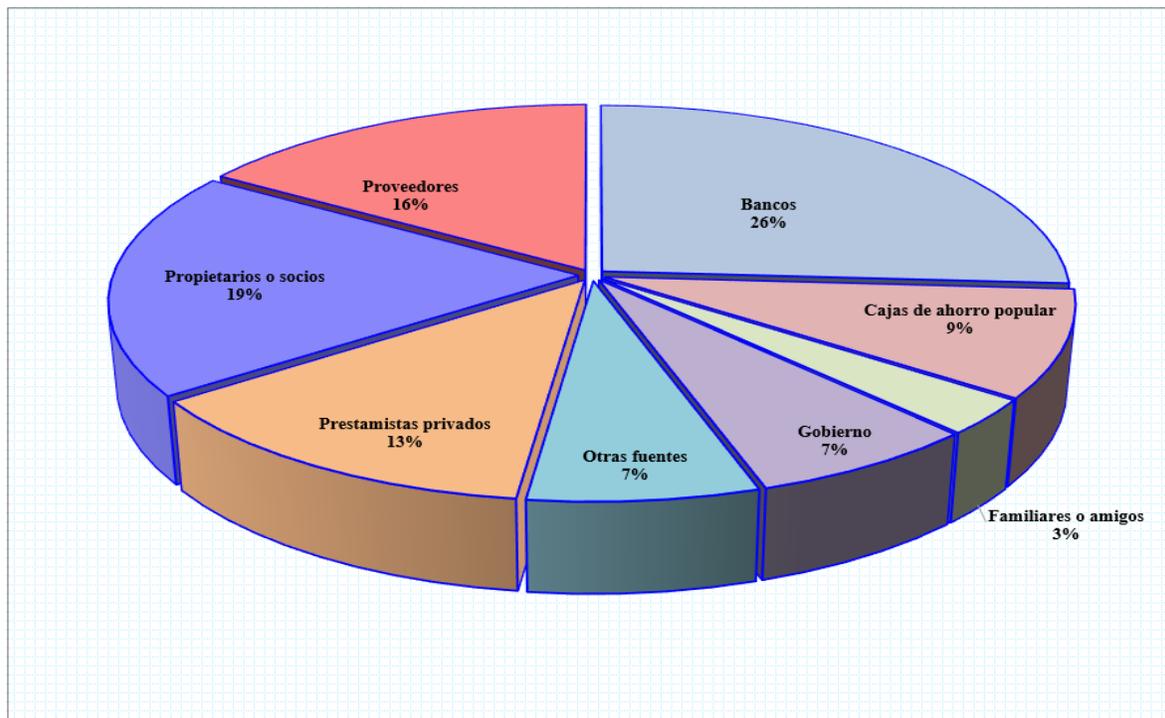
- Nuevas inversiones (US\$1,588M)
- Reinversión de utilidades (US\$627M)
- Cuentas entre compañías (-US\$193M) (Secretaría de Economía, 2020).

Este indicador se mide en dólares, debido a que es calculado en casi todo el mundo, por lo que la cifra se unifica en este tipo de moneda para todos los países, sin importar la moneda de cada uno.

### *Fuentes de financiamiento*

En la Figura 26, se expresa la gráfica de las fuentes de financiamiento. Se observa que los bancos son el mayor colaborador económico de la industria minera nacional ya que proveen el capital necesario a empresas (en su mayoría de carácter privado) para construir infraestructura, extraer materias primas o crear y distribuir bienes materiales, lo cual les otorga rendimientos altos basados en los intereses (Pedroza, 2020). El financiamiento por parte de los propietarios o socios de las empresas mineras también tiene un porcentaje considerable; mientras que el que proviene de familiares o amigos es el más bajo. El caso del financiamiento por parte del gobierno, aunque no es el menor, considerando el poder

económico de este sector, es bastante bajo, lo que indica la casi nula participación del Estado en materia minera (Cárdenas, 2013).



**Figura 26. Fuentes de financiamiento de la minería en México.**

Fuente: elaboración propia con información obtenida de Cárdenas (2013).

### 3.1.2 Sociales

De acuerdo con Mondragón-Pérez (2002), los indicadores sociales son medidas de resumen (datos estadísticos) referentes a la cantidad o magnitud de un conjunto de parámetros o atributos de una sociedad. Permiten ubicar o clasificar las unidades de análisis (personas, naciones, sociedades, bienes, etc.) con respecto al concepto o conjunto de variables que se están analizando.

Los indicadores sociales de la minería mexicana son:

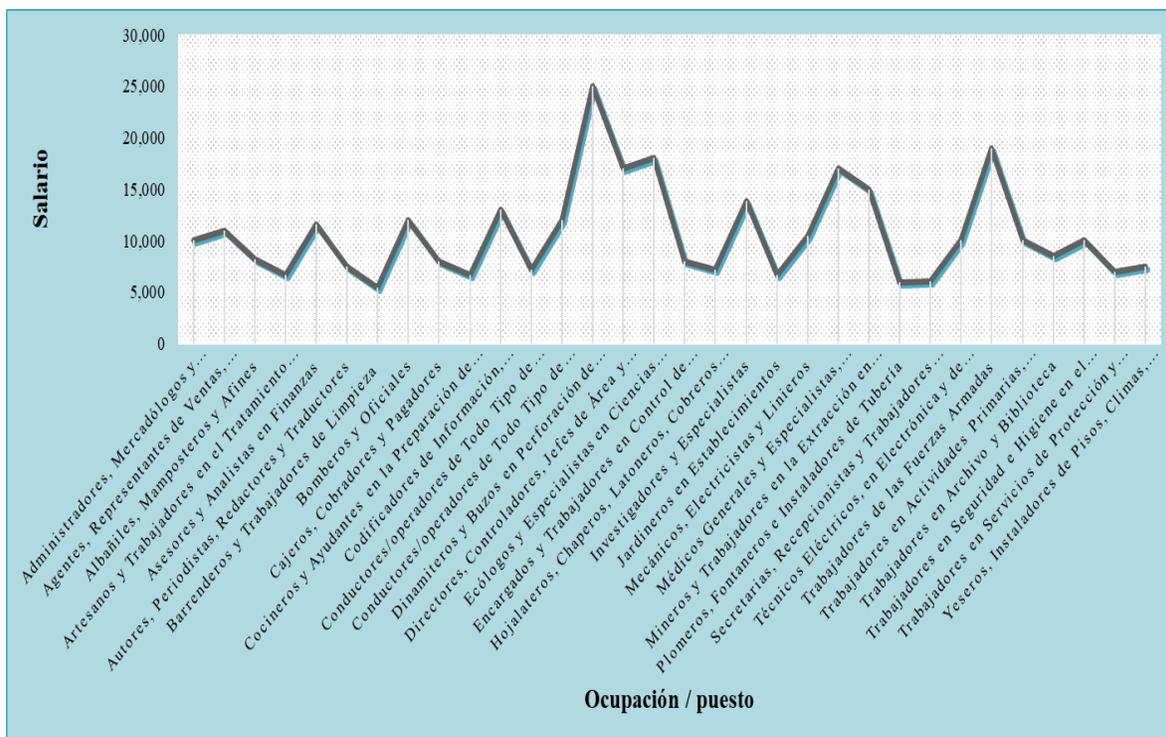
#### *Empleo*

En los últimos diez años, se ha registrado un número considerable de empleos que sobrepasa los 260,000 (Secretaría de Economía, 2022). Parte del compromiso de la industria minera es dejar resultados tangibles en las comunidades donde se desarrolla, ofreciendo empleos de calidad y bien remunerados. De acuerdo con cifras del IMSS, al cierre de 2019 se registraron 379,000 trabajadores, generando tan solo 73 nuevos puestos de trabajo (Cámara Minera de México, 2020b).

El ingreso promedio mensual de los profesionistas en México es de aproximadamente \$11,815, mientras que en el sector minero el ingreso promedio es de poco más de \$15,000, lo que significa que es 34.8% superior al promedio nacional.

En la Figura 27, se encuentra la gráfica con el promedio salarial de los distintos puestos que se requieren dentro del sector minero. Como primer aspecto, es importante destacar que existe una amplia gama de ocupaciones dentro de la minería, no solo las que están asociadas a la parte de exploración, extracción y beneficio, como se cree comúnmente. Existen puestos relacionados con la parte administrativa, trabajadores de limpieza, trabajadores de seguridad, especialistas en geología y medio ambiente, investigadores, personal de la salud, técnicos para las distintas áreas operativas, entre otros.

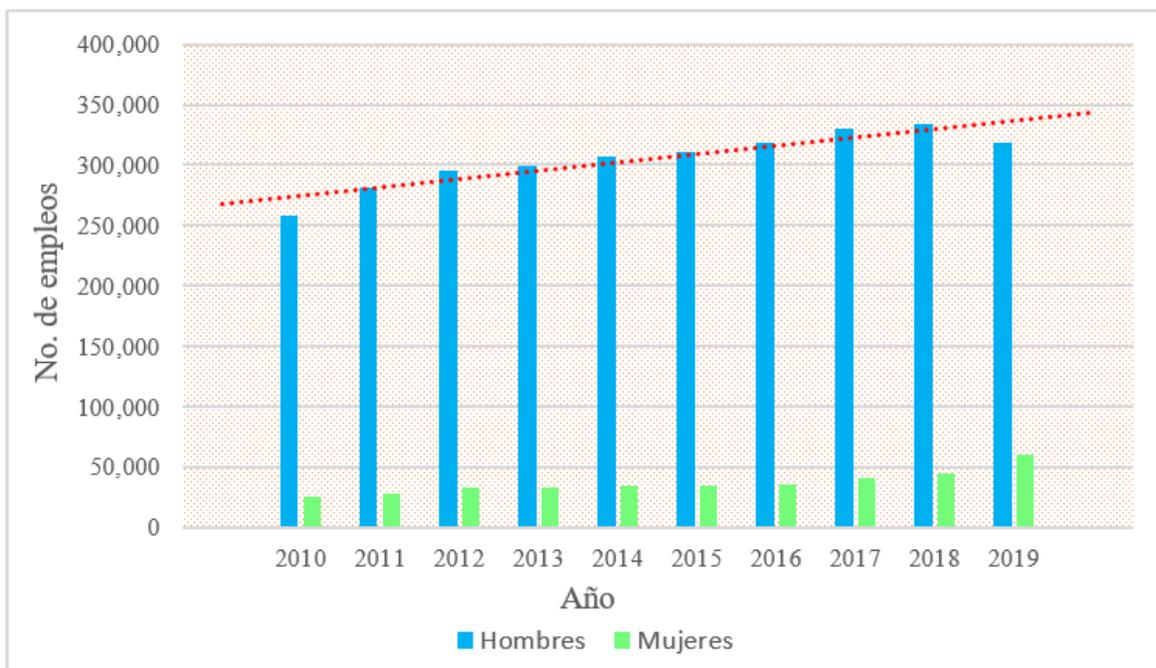
El indicador salarial, de acuerdo con la gráfica, resulta peculiar ya que, lo natural sería que el ingreso mensual fuera proporcional al nivel de estudios de los trabajadores; sin embargo, existen diversos puestos de nivel técnico que cuentan con salarios mayores a los de algunos profesionistas, tal es el caso de los bomberos y oficiales, mecánicos y electricistas, conductores de todo tipo de vehículos y, trabajadores de actividades primarias, secundarias y terciarias, los cuales en conjunto tienen un salario promedio de \$11,000 mensuales; mientras que los administradores, contadores, mercadólogos y en general empleados de la parte administrativa, especialistas e investigadores y, desarrolladores de software, registran en promedio un ingreso de \$12,000 mensuales; es decir, que el monto salarial depende más del tipo de puesto que del grado académico. En el caso de los trabajadores de la salud, los directores y supervisores y, desde luego, trabajadores que desempeñan labores dentro de las minas, tienen un sueldo considerable, por el tipo de responsabilidades que tienen a su cargo. Finalmente, los dinamiteros y buzos en perforación de pozos y, los ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas, son los que registran los salarios más altos, lo que significa que las áreas emergentes relacionadas con las ciencias de la tierra y la seguridad ambiental tienen mucho campo laboral y bien remunerado.



**Figura 27. Salario mensual por ocupación en el sector minero.**

Fuente: elaboración propia con información obtenida de Cámara Minera de México (2023).

Por otra parte, la participación de las mujeres en esta actividad es de aproximadamente el 15.7% del total de trabajadores, es decir que, de los más de 350,000 empleos que ofrece este sector, 59,619 son mujeres (Cámara Minera de México, 2020). La baja participación femenina se debe en gran medida al trabajo pesado que se realiza en muchas de las áreas operativas (Valencia-Martínez, 2022); sin embargo, aunque el porcentaje de hombres es casi seis veces mayor, la presencia de mujeres en este sector ha ido aumentando con el paso de los años (Figura 28).

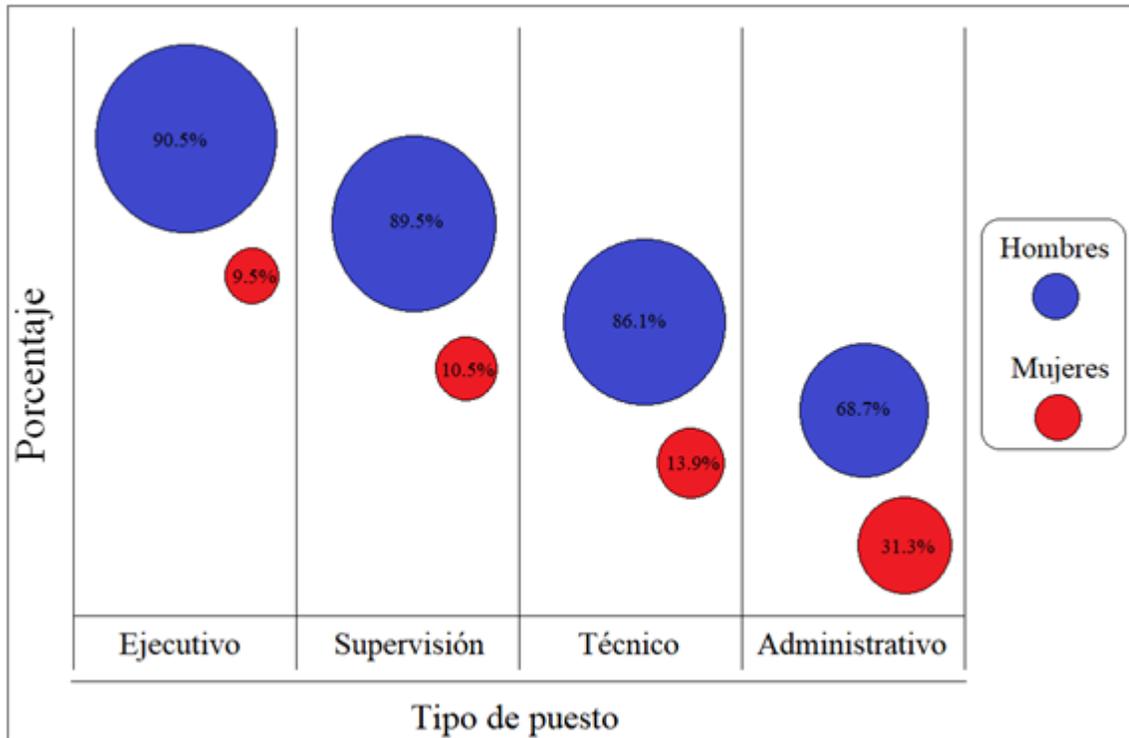


**Figura 28. Empleos generados en la industria minero-metalúrgica en México, 2010-2019.**

Fuente: elaboración propia con información obtenida de Secretaría de Economía (2022); Cámara Minera de México (2020b).

Aunado a lo anterior, en la Figura 29 se observa la distribución por género de los tipos de puestos que hay en el sector minero de México. De acuerdo con la Secretaría de Economía (2022), existen alrededor de 213 tipos de empleos, clasificados en cuatro categorías: ejecutivo; supervisión; técnico; y administrativo.

En las áreas ejecutivas y de supervisión, el porcentaje de empleados por género es de aproximadamente el 90% para hombres y el 10% para mujeres, es decir que, en los empleos de éstas áreas, las mujeres tienen un nivel de participación muy bajo; en el caso de los puestos técnicos, el porcentaje de mujeres presenta un crecimiento continuo que tiene que ver con la automatización de los procesos en los trabajos dentro de las minas (Robles-Berumen y Foladori, 2018); finalmente, en los puestos referentes a la administración, el porcentaje de trabajadores es más equitativo en ambos géneros debido a la formación y especialización académica en el ámbito administrativo, la cual, presenta un nivel cada vez más extenso de aspirantes, estudiantes y egresados del género femenino (Marrugo-Salas, 2016). Es importante resaltar que el trabajo de la mujer en la minería no solo se refiere a las áreas operativas, sino que también tiene presencia en espacios de responsabilidad y toma de decisiones, lo que representa un avance que permite cerrar la brecha de igualdad de oportunidades y que se ha dado en un corto plazo (Cámara Minera de México, 2021).



**Figura 29. Distribución por género de los tipos de puestos en trabajos mineros.**

Fuente: Valencia Martínez (2023).

### *Educación*

Existe un número importante de Instituciones de Educación Superior (IES) que forman profesionales altamente calificados en Ciencias de la Tierra. De acuerdo con datos de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, en México existen alrededor de 53 instituciones públicas que ofrecen carreras en Ciencias de la Tierra con una matrícula de 20,438 estudiantes, 1,708 egresados y cerca de 1,616 titulados por año (datos al 2019). La oferta educativa de carreras en Ciencias de la Tierra comprende 4 áreas de estudio: Geología, Geofísica, Minas y Metalurgia, de las cuales derivan 21 disciplinas a nivel profesional: Cartografía, Geoquímica, Geomorfología, Hidrogeología, Mineralogía, Paleontología, Petrología, Sismología, Vulcanología, Geomecánica, Evaluación de Yacimientos, Geotecnia, Tecnología Minera, Procesamiento de Minerales, Pirometalurgia, Medio Ambiente en Minería, Gestión y Economía Minera, Caracterización de Minerales, Electrometalurgia, Hidrometalurgia y Mecánica de Rocas (Secretaría de Economía, 2020).

Algunas de las escuelas más importantes a nivel nacional que contribuyen a las cifras en la matrícula de profesionistas en Ciencias de la Tierra, están representadas en la Tabla 10.

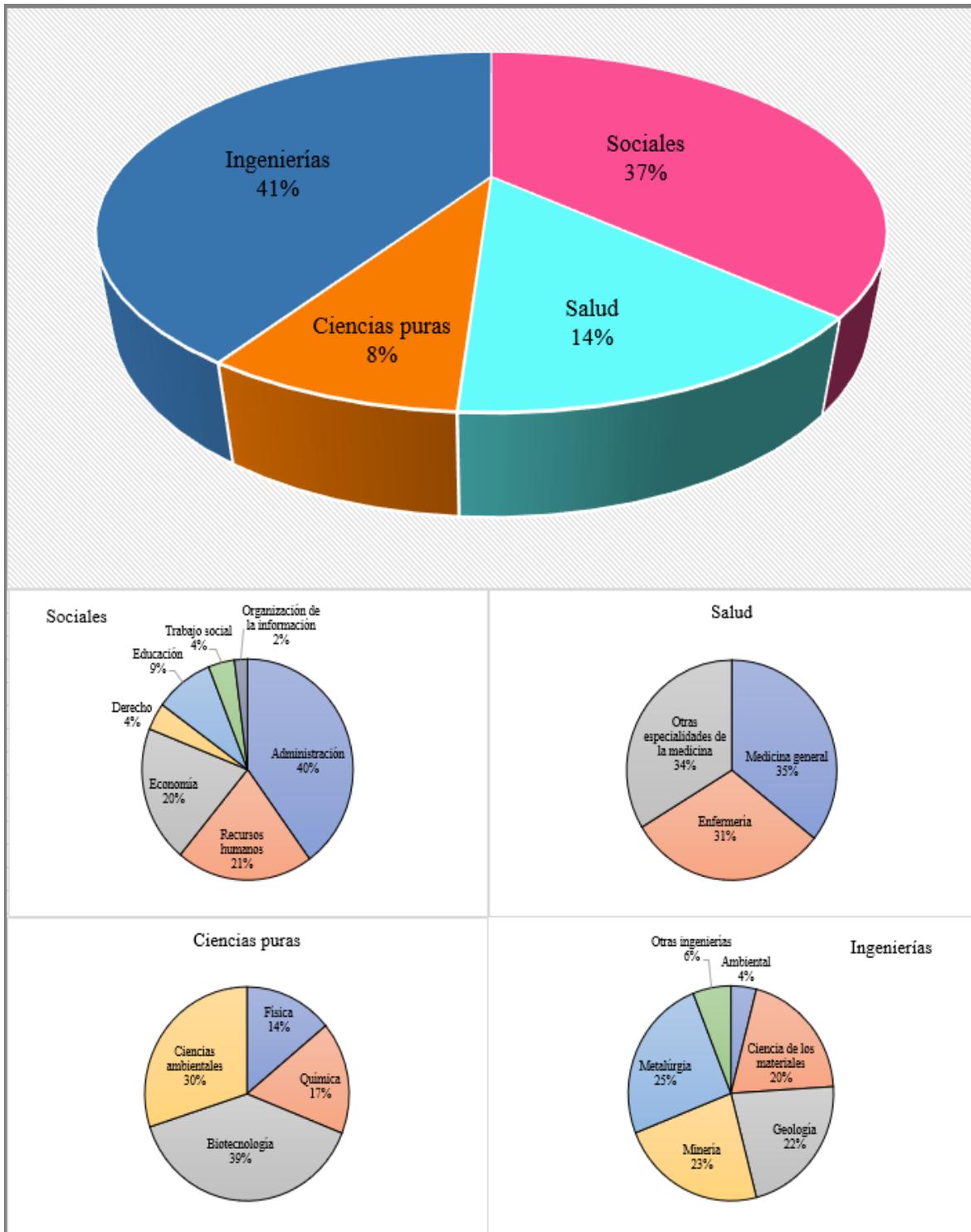
**Tabla 10. Escuelas de nivel superior con carreras en Ciencias de la Tierra.**

Estado	Escuelas
Campeche	Universidad Autónoma del Carmen
Chihuahua	Universidad Autónoma de Chihuahua
Ciudad de México	Instituto Politécnico Nacional; Universidad Nacional Autónoma de México
Durango	Universidad La Salle
Guanajuato	Universidad de Guanajuato
Hidalgo	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Nuevo León	Universidad Autónoma de Nuevo León
Oaxaca	Universidad del Istmo
Sonora	Universidad de Sonora
Tabasco	Universidad Autónoma de Guadalajara (campus Tabasco); Universidad Olmeca
Tamaulipas	Instituto Tecnológico de Ciudad Madero; Universidad Autónoma de Tamaulipas; Universidad del Noreste
Veracruz	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos; Universidad Veracruzana
Zacatecas	Universidad Autónoma de Zacatecas

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Universidades de México (2018).

Las carreras que tienen que ver con ciencias de la tierra no son las únicas que se requieren para la circulación del trabajo de minería, de acuerdo con el portal Data México (Gobierno de México, 2020), existen distintas disciplinas que conforman esta actividad y de las cuales es necesario que existan profesionistas para que se pueden desempeñar en todas las áreas que se requieren. En este trabajo, se dividieron esas disciplinas en cuatro grupos, los cuales están expresados en la Figura 30.

De acuerdo con la gráfica, se observa que los profesionales de las ingenierías son indispensables para el desarrollo del trabajo minero, especialmente en los campos disciplinares de ciencia de los materiales, geología, minería y metalurgia, ya que ellos son los que poseen los conocimientos principales que van a apoyar a las actividades de exploración, extracción y beneficio. El área de sociales también es muy importante para que se lleve a cabo la minería, pues los recursos humanos que se requieren en la parte administrativa y de gestión surgen de este tipo de carreras. Para la parte del desarrollo científico, tecnológico y de innovación, se requieren profesionistas de las ciencias duras, pues a través de sus investigaciones es posible generar nuevos métodos y herramientas de trabajo, o incluso crear vínculos (a través de la investigación) con otros países e instituciones, para que se apliquen en México nuevas tecnologías surgidas en diferentes zonas geográficas. Finalmente, los profesionistas del área de la salud representan una parte esencial en este trabajo, pues existen actividades riesgosas que, aunque se apliquen los métodos de seguridad necesarios, pueden llegar a afectar la salud de los trabajadores, por eso se vuelve necesario contar con médicos generales, enfermeros y otro tipo de profesionales la medicina.



**Figura 30. Grupos de disciplinas que conforman la minería.**  
 Fuente: elaboración propia con información obtenida de Gobierno de México (2020).

### 3.1.3 Ambientales

Los indicadores ambientales, de acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2013), son aquellos que permiten describir y analizar un aspecto significativo del estado del ambiente, la sustentabilidad de los recursos naturales y su relación con las actividades humanas; presentan información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales.

Por otra parte, Ropero-Potrillo (2020) menciona que son medidas que pueden ser de origen físico, químico, biológico, social o económico, que permiten evaluar toda aquella información ambiental disponible, con el fin de reflejar las condiciones en las que se encuentra el medio ambiente o un factor ambiental particular, en un tiempo y en un lugar determinados. Pueden ser cuantitativos o cualitativos dependiendo de cómo son medidos y apreciados. Los indicadores ambientales cuantitativos se basan en parámetros con los que proporciona información sobre un fenómeno; y, los indicadores ambientales cualitativos se centran más en las observaciones y percepciones.

De acuerdo con lo anterior, los indicadores ambientales del sector minero son:

#### *Desechos mineros*

Los desechos mineros, según Piña y Silva (2016), son aquellos residuos sólidos, acuosos o en pastas, que quedan tras las actividades de exploración, explotación y de investigación.

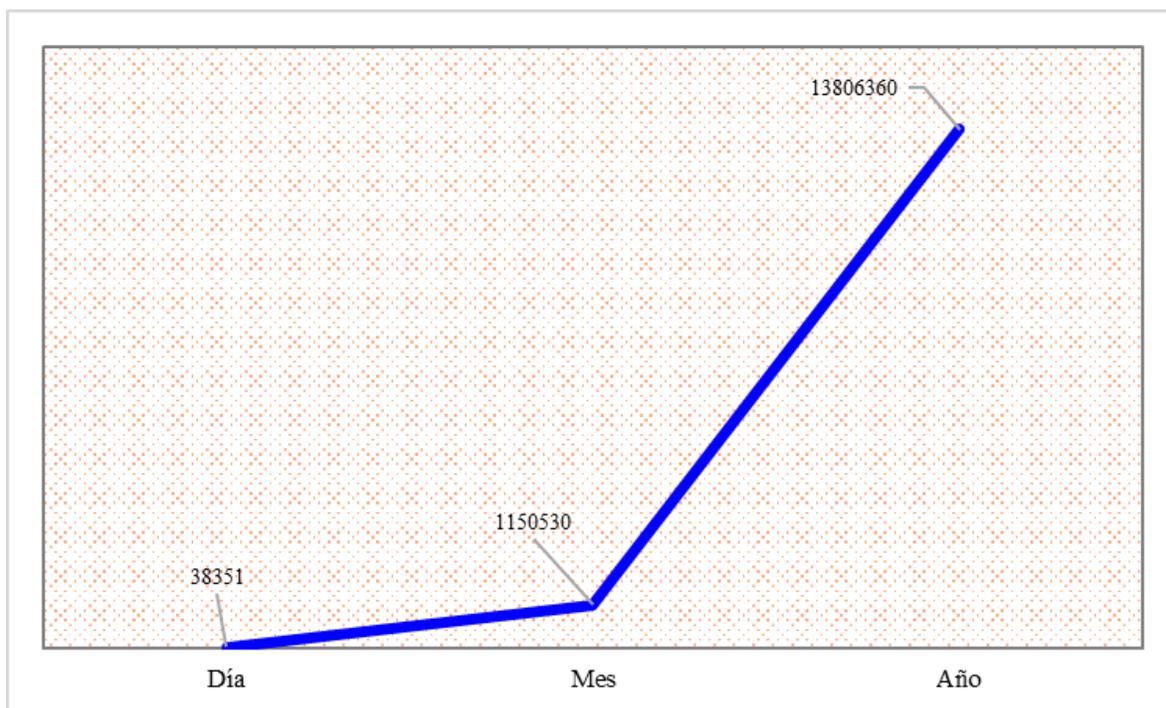
Éstos se pueden clasificar, de acuerdo con las mismas autoras, de la siguiente manera:

- Secos
  - Escombros
  - Material no conforme / calidad inferior
  - Capa Vegetal
- Húmedos
  - Lagunas de cantera
  - Almacén de lodos
  - Laguna de sedimentación

En 2019, se registró una cantidad de aproximadamente 20 millones de toneladas de desechos materiales que afectaron al medio ambiente y la minería es una de las actividades que más contribuyó al crecimiento de esta cifra.

De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020), el promedio de desechos generados en las minas de México es de más de 38,000 toneladas por día, es decir, 456,000 toneladas por mes y casi 14 millones de toneladas al año (Figura 31).

Los principales contaminantes que generan residuos nocivos para el medio ambiente son metales o metaloides como: mercurio, arsénico, plomo y cromo (Covarrubias y Peña-Cabriales, 2017). Aunado a lo anterior, los tipos de minería, especialmente la de cielo abierto (Guzmán-López, 2016), también son factores que determinan la cantidad de residuos mineros.



**Figura 31. Cantidad de desechos mineros generados en 2019.**

Fuente: elaboración propia con información obtenida de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020).

### *Impacto ambiental*

El impacto ambiental se refiere a las marcas en el ecosistema que deja una actividad desde el momento en que comienza, cuando se desarrolla y hasta que finaliza. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018), lo define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales; sin embargo, el concepto está más orientado a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), o sea que no han sido iniciadas.

De acuerdo con información presentada por el Servicio Geológico Mexicano (2017), la minería es una de las actividades que tienen mayor impacto sobre el medio ambiente, siendo el agua, el aire y especialmente el suelo, los más afectados. Para enfrentar este problema, es

necesario que, al igual que en otros países, dentro de la legislación nacional se aborden los siguientes temas:

- Mitigación. Se refiere a la aplicación de medidas para proteger el medio ambiente.
  - Evitar impactos modificando una operación minera propuesta o existente para poder prevenirlos o limitarlos. Algunas de las acciones que se pueden aplicar son:
    - Minimizar los impactos implementando decisiones o actividades para reducir las consecuencias indeseadas proponiendo acciones para ello.
    - Rectificar los impactos rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
    - Compensar los impactos reemplazando o proporcionando recursos o ambientes sustitutos.
- Rehabilitación. Tomar las medidas necesarias después del cierre de una mina, para entregar el terreno en las mejores condiciones y asegurarse de que solo fue utilizado para las actividades acordadas.
  - Establecer un plan de rehabilitación que incluya:
    - Manejo del suelo y material de destape.
    - Procedimiento de manejo de la capa superficial del suelo.
    - Técnicas de mejora del suelo para crear condiciones favorables para el crecimiento.
    - Técnicas para conservar y reutilizar la vegetación.
    - Técnicas para introducir vegetación.
    - Medidas de control de malezas antes y después de la rehabilitación.
    - Aplicación de fertilizantes.
    - Plantación y programas de mantenimiento.
- Mejora. Se refiere a medidas que se adoptan para mejorar la biodiversidad. En tanto que las medidas de mitigación y rehabilitación son respuestas a los impactos o amenazas contra la biodiversidad, las medidas de mejora se toman en respuesta a amenazas externas como fallas institucionales en el manejo o la protección (falta de aplicación) o, la falta de conocimiento científico respecto de la biodiversidad.
  - En términos generales, las oportunidades de mejora podemos agruparlas en las siguientes categorías:
    - Manejo del hábitat natural para mejorar su valor.
    - Incremento del conocimiento científico sobre los ecosistemas o las especies a través de estudios a nivel ecosistema, hábitat o especie.
    - Conexión con iniciativas existentes en torno a la conservación.
    - Respaldo al manejo o la creación ambiental y socialmente sustentable de zonas protegidas.
    - Respaldo al desarrollo de capacidades de las organizaciones de conservación, agencias o comunidades.
    - Tratamiento de algunas amenazas subyacentes a la biodiversidad.

- Fomento de iniciativas integradas de desarrollo y conservación.

### *Seguridad ambiental*

Para contrarrestar el impacto ambiental, se deben tomar medidas de seguridad que garanticen el enfoque sustentable en el trabajo de minería.

La seguridad ambiental, es el mecanismo que provee instrumentos para evaluar, controlar y revertir el nivel de amenazas de los ecosistemas en términos de bienes y servicios para la población del planeta. Tiene que ver con los riesgos y la vulnerabilidad de perder bienes y servicios que el planeta provee a sus habitantes y especies con todas las consecuencias catastróficas que eso conlleva. Es decir que, la seguridad ambiental busca la adecuada interacción entre los seres vivos y su entorno natural (Lucatello, 2021).

Algunas de las medidas que se deben tomar para asegurar las buenas prácticas ambientales en el trabajo de minería, de acuerdo con Torres y García-Bernal (2021), son:

- Reducir el consumo de agua y energía
- Cuidar la alteración de los suelos
- Prevenir la contaminación de agua, aire y suelo en las minas
- Elegir procesos mineros que no afecten al medio ambiente
- Implementar tecnologías de minería verde
- Desarrollar y utilizar estrategias y técnicas de gestión ambiental en minería para reducir los impactos ambientales.

### *Áreas Naturales Protegidas en México*

En México existen alrededor de 181 áreas naturales protegidas en nueve regiones y que representan más de 90 millones 638 mil hectáreas del territorio nacional (CONANP, 2015) y que se encuentran incluidas en la Tabla 11.

**Tabla 11. Áreas naturales protegidas.**

Región	Área
Península de Baja California y Pacífico Norte	Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en Baja California
	Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en Baja California Sur
	Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios
	Parque Nacional Archipiélago de San Lorenzo
	Parque Nacional Bahía de Loreto
	Reserva de la Biósfera Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y Salsipuedes
	Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo
	Parque Nacional Cabo Pulmo
	Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe
Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas	

	Reserva de la Biosfera El Vizcaíno	
	Área de Protección de Flora y Fauna Balandra	
	Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo	
Noroeste y Alto Golfo de California	Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar	
	Reserva de la Biosfera Isla San Pedro Mártir	
	Santuario Playa Ceuta	
	Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla	
	Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	
	Santuario Playa El Verde Camacho	
	Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en Sinaloa	
	Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en Sonora	
	Norte y Sierra Madre Occidental Norte y Sierra Madre Oriental	Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro ciénegas
		Parque Nacional Cumbres de Monterrey
Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena		
Occidente y Pacífico Centro	Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán	
	Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca	
	Parque Nacional Isla Isabel	
	Parque Nacional Islas Marietas	
	Reserva de la Biosfera Islas Mariás	
	Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales, Nayarit	
Centro y Eje Neovolcánico	Área de protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin	
	Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa	
	Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl	
	Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca	
	Reserva de la Biosfera Sierra Gorda	
Reserva de la Biosfera Tehuacán Cuicatlán		
Planicie Costera y Golfo de México	Áreas Protegidas del Golfo de México	
Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	Reserva de la Biosfera El Triunfo	
Península de Yucatán y Caribe Mexicano	Parque Nacional Arrecife Alacranes	
	Parque Nacional Arrecifes de Cozumel	
	Parque Nacional Tulum	
	Proyecto Dominó	
	Reserva de la Biosfera Calakmul	

Fuente: elaboración propia con información de CONANP (2015).

Éstas representan una herramienta para la conservación de la biósfera dentro de cada región de nuestro país. Cumplen con algunos objetivos como:

- Mantener fauna y flora silvestres
- Mantener paisajes naturales
- Mantener procesos ecológicos (carbón, agua, suelo)
- Servir de testigos del cambio
- Proporcionar oportunidades de recreación
- Representar posibilidades de educación
- Ser sitios de investigación científica (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 2023).

La minería, al representar una actividad con alto riesgo de inseguridad ambiental, puede tener consecuencias desfavorables para el ecosistema. De acuerdo con Armendariz-Villegas (2016), las regiones mineras en México abarcan el 15% de la Áreas Naturales Protegidas, con una cantidad significativa de proyectos mineros en esas zonas. Han existido algunas iniciativas a nivel nacional, por parte del gobierno, y a nivel internacional a través de grupos en defensa del medio ambiente, que establecen que las empresas mineras no deberían desarrollar proyectos en estas regiones; sin embargo, hay un número importante de proyectos en ellas, con el argumento de desarrollar minería sustentable.

### **3.2 Organización sistémica del sector minero**

Como se mencionó anteriormente, el sector minero de México puede ser visto como un sistema, ya que sus formas de organización y los elementos que intervienen en él conforman la estructura orgánica de esta actividad en México.

Este sistema se construye a través de un entorno con enfoque sustentable. Thomas-Muñoz (2021) define la sustentabilidad como “la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

Al respecto, Zarta-Ávila (2018) menciona que la sustentabilidad involucra diversos aspectos muy importantes, entre los cuales podemos contemplar:

- Lo finito y delimitado del planeta, así como con la escasez de los recursos de la tierra
- El crecimiento exponencial de su población
- La producción limpia de las actividades económicas
- La contaminación y el agotamiento de los recursos naturales
- Los intereses económicos de toda actividad.

De acuerdo con lo anterior, la sustentabilidad contempla las esferas económica (profil), social (people) y ambiental (planet) ((Feldman, 2017).

En la Figura 32, se expresa de manera gráfica la conformación del sistema minero con enfoque sustentable y con los elementos representados en los indicadores de la sección anterior.

La minería mexicana, como el fenómeno principal y objeto de este estudio, se encuentra en el centro del sistema, rodeada de las tres esferas de la sustentabilidad (economía, sociedad y ambiente).

Dentro de la esfera económica se encuentra en primera instancia, los diferentes países que intervienen en los diversos procesos que conlleva el trabajo de minería, el capital extranjero

que aportan a esta actividad, así como la inversión que se realiza para la generación de nuevas áreas de oportunidad (empleo, educación, ciencia y tecnología, industria, etc.) en este sector a nivel nacional. Después se encuentran las actividades económicas, divididas en actividades primarias donde se incluye la agricultura, la ganadería y la pesca; las actividades secundarias que abarcan las actividades industriales y artesanales; y, las actividades terciarias que incluyen comunicación, transporte, ventas, seguridad y salud; estas actividades se incluyen dentro del sistema debido a que la minería requiere y ofrece insumos para que todo este conjunto de acciones pueda desarrollarse. El último rubro de esta esfera es el financiamiento, donde se encuentran todos los tipos de agentes financiadores como proveedores, propietarios o socios, prestamistas, bancos y el gobierno federal, los cuales aportan el flujo de efectivo que marca las distintas cadenas productivas de este sector.

En la esfera social, primero se encuentra la población, este aspecto resulta muy importante, ya que la minería debe ejercer sus labores sin infringir los derechos de los pobladores de las regiones mineras, es decir que, debe respetar sus creencias y cultura, sobre todo cuando se trata de los derechos que éstos tienen sobre el terreno geológico de la zona a la que pertenecen (Cerami, 2021). Luego tenemos el indicador de empleo, donde el primer aspecto a considerar es la educación a través de las instituciones de carácter público y privado; en ese mismo eje, se encuentran las diferentes profesiones que se requieren para el trabajo de minería en las disciplinas derivadas de las ciencias puras, ciencias sociales, ciencias de la salud e ingenierías; de ese nivel de profesionalización se deriva el siguiente aspecto que está relacionado con los puestos de trabajo, divididos en ejecutivo, supervisión, técnico y administrativo; y , a partir de los puestos de trabajo se derivan los organismos públicos y privados que al ser las fuentes de empleo, representan una de las vertientes principales para este indicador. Este aspecto es muy importante dentro del contexto social no solo en minería, sino en todas las actividades, ya que es un componente principal para medir la calidad de vida en una sociedad.

La última esfera, que tiene que ver con el medio ambiente incluye cuatro aspectos: 1. los desechos mineros y sus tipos (secos y húmedos); 2. el impacto ambiental y sus objetivos de restauración del ecosistema (mitigación, rehabilitación y mejora); 3. la seguridad ambiental y las estrategias de control para el desarrollo de actividades con menor impacto en la huella de carbono; y 4. las áreas naturales protegidas dentro del territorio mexicano y donde se realizan proyectos de empresas mineras. Es fundamental considerar el medio ambiente en este sistema, ya que, por la naturaleza de las actividades que se realizan en la minería, si no se lleva un control de los efectos que éstas tienen sobre el entorno natural, la situación de nuestro ecosistema sería más grave y afectaría a las otras dos esferas del sistema sustentable. Esto quiere decir que, debe existir un equilibrio entre la sociedad, la economía y el medio ambiente.

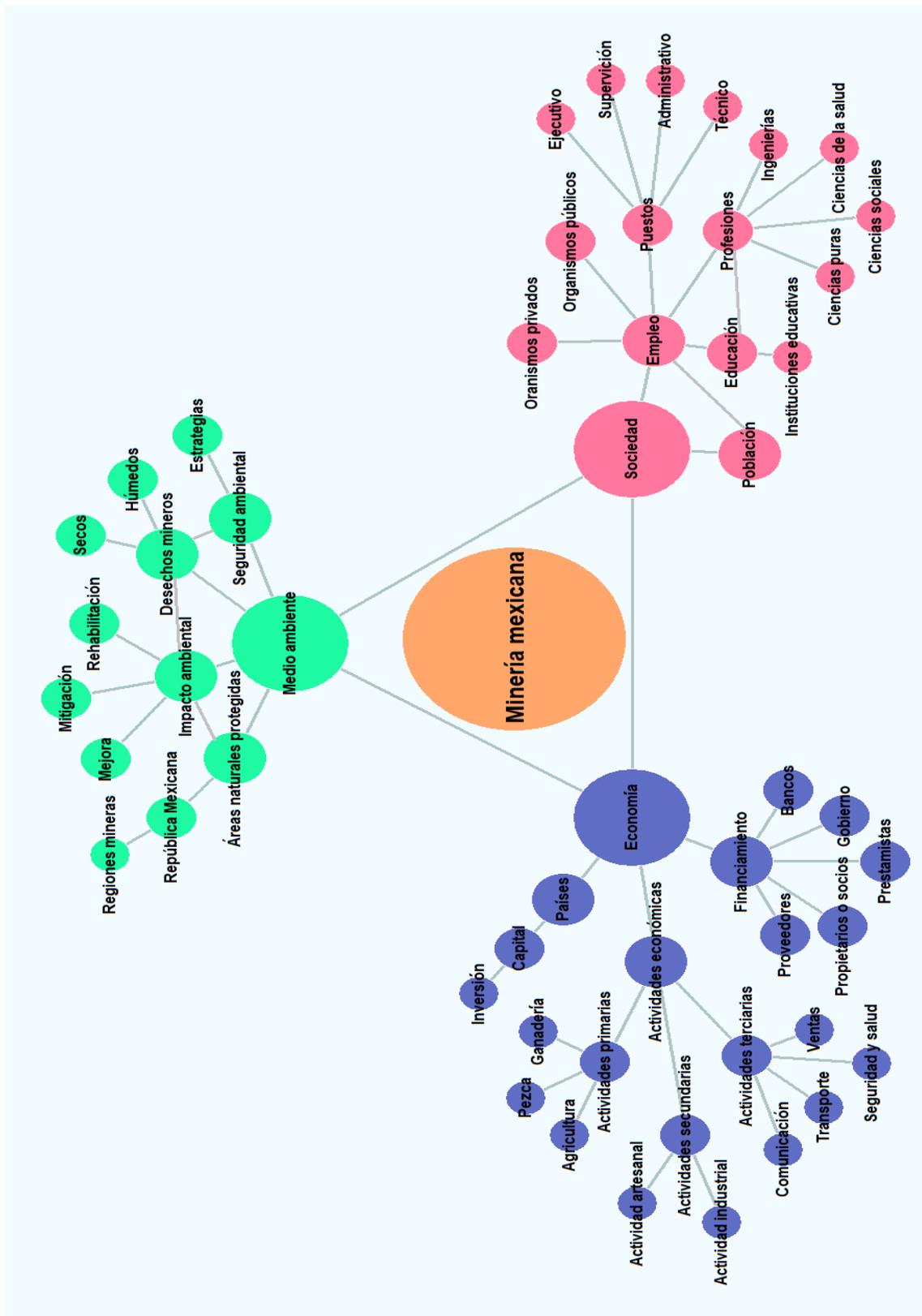


Figura 32. Representación del sistema minero con enfoque sustentable.

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados presentados en los tres capítulos anteriores, es posible decir que la minería mexicana desde la época colonial, ha presentado un desarrollo basado en intereses especialmente económicos, lo cual la obliga a considerar distintos aspectos ajenos a la propia actividad minera; sin embargo, las funciones que se llevan a cabo en las diferentes aristas tienen objetivos encaminados a beneficios particulares de cada parte del sector y no construyen metas conjuntas para un beneficio común.

Para explicar de manera más detallada esta aseveración, a continuación, se desglosa por apartado o capítulo, los factores que determinan esta postura.

En el primer capítulo se realizó una narrativa del desarrollo de la minería en México desde finales de la Colonia hasta la época actual, descrita en los siguientes puntos:

- Como primer aspecto, es importante aclarar que esta actividad ha tenido presencia desde la época antigua, pues a lo largo de la historia, los minerales han aportado grandes beneficios en muchos aspectos que favorecen al desarrollo humano en casi todo el mundo ya que con ellos es posible crear utensilios, sustancias químicas, productos, entre otros elementos, que mejoran la calidad de vida, apoyan algunos procesos que benefician la salud, ayudan a la economía y en general, aportan aspectos importantes para distintos sectores productivos. Incluso, algunas etapas importantes en la historia mundial (conocidas como edades humanas), han sido marcadas por el tipo de mineral que utilizan en sus utensilios (neolítico, paleolítico, edad de bronce, etc.), ya que su influencia no es solo práctica sino también cultural (Valle-González, s.f.); sin embargo, pese a la riqueza histórico-social de esta actividad durante la edad antigua, para los efectos de la presente investigación y considerando los elementos que se analizaron para identificar la situación de la minería en México, este trabajo se enfocó en el periodo de 1792 a 2019, considerando la creación de la primera escuela de minas en México, el Real Seminario de Minería y el año de inicio de este estudio, como las fechas que justifican el periodo abarcado en esta investigación.
- Durante la Colonia, entre mediados y finales del siglo XVII, surgieron métodos sofisticados para la época, a partir de los cuales fue posible entender y mejorar la producción minera en ese tiempo; y, aunque surgieron antes del periodo estudiado en esta investigación, es importante citarlos ya que fueron la base de todas las acciones que se generaron durante los cuatro siglos posteriores.
- En los últimos años del siglo XVIII y la primera década del siglo XIX, con la adopción e implementación de la política borbónica en la Nueva España, se establecieron las primeras instituciones educativas en el país (Flores-Clair, 2003; el

Colegio de México, 2021), las cuales permitieron un nivel de profesionalización más especializado para el trabajo de minería, basado en los conocimientos adquiridos por medio de los especialistas alemanes principalmente, que fueron enviados por la Corona española para instruir a los novohispanos para mejorar las condiciones de este trabajo (Lang, 2004). Aunque las acciones generadas a raíz de la política borbónica trajeron muchos beneficios a la minería, las condiciones de desigualdad que se generaron a partir de las mismas, ocasionaron grandes descontentos ante la población, siendo este uno de los factores que desencadenaron la guerra de Independencia.

- Iniciada la guerra se presentó una merma en la minería, derivada de la misma lucha de Independencia, la cual se extendería hasta la segunda mitad del siglo XIX debido al cambio de régimen y nueva estructura del país como nación independiente, además de los conflictos que la misma situación originó, principalmente la guerra de reforma (Hernández-López, 2008).
- La llegada de Porfirio Díaz al poder propició la entrada de capital extranjero, impulsando nuevamente todos los sectores económicos del país, especialmente la minería; sin embargo, las condiciones de desigualdad que se propiciaron por este fenómeno produjeron nuevos y más marcados conflictos entre las comunidades de este sector (Sánchez-Rangel, 2018).
- Con las inconformidades por la desigualdad social, aunadas a otras problemáticas socio-económicas durante el Porfiriato, se desató la Revolución mexicana. La minería continuó teniendo presencia importante en la economía del país, aun cuando el movimiento revolucionario se extendía a diversas regiones; sin embargo, por cuestiones relacionadas con la generación de nuevas herramientas tecnológicas para esta actividad en todo el mundo, la minería mexicana se veía limitada, siendo el capital extranjero el pilar que ayudaría a disminuir esa brecha (Coll-Hurtado, Sánchez-Salazar y Morales, 2002).
- Concluida la lucha revolucionaria, se inició un movimiento de expulsión de capital extranjero en todos los sectores nacionales, ya que, pese a los múltiples beneficios que su inyección de capital le otorgaba a varias industrias, las principales ganancias no se veían reflejadas en el Estado mexicano, sino en las economías de otros países; por lo que se establecieron leyes para la mexicanización de la minería en donde se declaraba que el Estado debía tener una participación mayoritaria en todos los proyectos de empresas con concesiones en el territorio mexicano (Miranda, 2019).
- Durante la Segunda Guerra Mundial la minería mexicana tomó fuerza, principalmente porque fue la actividad que abasteció a Estados Unidos para la generación de sus armas; sin embargo, las consecuencias globales derivadas de esta guerra ocasionaron una disminución importante en el precio de varios minerales a nivel mundial, afectando especialmente a los países potencialmente mineros como México y desatando la decadencia de la minería en la segunda mitad del siglo XX.
- En las últimas dos décadas del siglo XX, ya en el contexto actual, con el nuevo cambio de régimen en donde se decretan las nuevas políticas de corte neoliberal, la entrada

de capital extranjero, específicamente el de carácter transnacional se volvieron a hacer presentes y casi inamovibles en el sector minero de México (Ortiz, 1995). Además, en este mismo periodo, la minería ha tratado de atender otras problemáticas derivadas de este sector y no solo la parte económica.

A partir del contexto anterior, es posible decir que, durante los siglos XVIII, XIX y XX, el principal objetivo de la minería era la explotación de recursos minerales con fines económicos; y, pese a que ya se abordaban otros asuntos de interés social, la atención estuvo dirigida hacia la parte económica. Ya en el contexto actual, específicamente en la segunda década del siglo XXI, por la relevancia que han tomado los estudios sociales sobre la ciencia (Kreimer, 2007), se ha tratado de analizar la minería como fenómeno social desde sus distintos enfoques.

Entonces, este desarrollo histórico aportó el marco referencial que permitió entender el comportamiento de los datos presentados en los capítulos 2 y 3; además, a partir de éste se respondió la primera interrogante planteada al inicio de esta investigación, sobre cómo se ha desarrollado el sector minero en México desde la época colonial hasta la actualidad.

Luego, en el capítulo 2, se presentó un análisis de los actores que tienen y han tenido históricamente un rol de participación dentro de la actividad minera de México, dentro de los cuatro periodos desarrollados en esta investigación e interpretado a través de los conceptos de la teoría del Actor-Red (ANT). Estos actores se encontraron en cuatro rubros: ciencia y tecnología; estructura geográfica; industria; y legislación, los cuales se expresan a continuación:

En el desarrollo científico y tecnológico, se realizó un análisis de los artículos de investigación disponibles en bases de datos de corriente principal (AHCM, Web of Sciences y Scopus); y un análisis de las patentes concedidas por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), disponibles en la base de datos Lens.

Los artículos científicos se analizaron a través de cinco dominios de información:

1. Autores. Este análisis consistió en determinar el número de autores por publicación, donde se determinó que la mayoría de las publicaciones científicas generados durante los siglos XVIII, XIX y la primera mitad del siglo XX, se caracterizan por ser de autores únicos, mientras que las más recientes tienen entre uno y 26 autores; esto quiere decir que el fenómeno de colaboración se hizo presente hasta el periodo actual (Vessuri, 2019). También se analizó el nivel de profesionalización de los autores que se dedican a escribir trabajos de investigación en este tema, donde se concluyó que durante los primeros años del periodo estudiado existían autores con una diversidad de profesiones ajenas al tema de minería, y con el paso de los años, la especialización de estos profesionistas se fue encaminado hacia disciplinas relacionadas con las

- ciencias geológicas o ciencias de la tierra. Además, durante el segundo y el tercer periodo, se presentó un fenómeno que consistió en publicar obras anónimas, en donde se cree que las causas principales de que esto sucediera fueron problemas socio-políticos y de seguridad personal para los propios autores, o el interés de resaltar la publicación por su contenido y no por el prestigio del autor (Serrano-Gómez, 2014).
2. Colaboraciones por país. El fenómeno de colaboración por país se realizó a través de la adscripción de cada autor, donde se concluyó que los eventos socio-históricos de México y su vínculo con otros países, determinaron las colaboraciones que se dieron en este tema. Es decir, que la actividad académica y de investigación en la minería de México ha sido marcada por movimientos y acontecimientos sociales, los cuales han influido su desarrollo (Aguilar-García, 2017). Se trata de hechos tanto nacionales como internacionales.
  3. Fuentes de publicación. Este indicador se obtuvo para determinar dos elementos principales: 1. Tipo de fuentes en donde se publica y se ha publicado la información sobre minería y 2. Países con el mayor número de fuentes con publicaciones sobre ese tema. En el primer elemento que es el tipo de fuente se encontraron: revistas, que son publicaciones periódicas que cuentan con información científica-técnica; boletines, los cuales también son impresos periódicos, pero su información está más enfocada a la divulgación y tienen información más local; imprentas, que son impresos con una extensión muy corta distribuidos por medios locales a público específico; y libros, donde se publicaba información que servía como base teórica para esta actividad. Las revistas han sido desde la época Colonial, la fuente de información más destacada para la publicación de documentos científicos, mientras que las imprentas solo aparecen en un pequeño lapso entre el segundo y tercer periodo y pese a su rápida circulación fueron muy poco utilizadas. En cuanto a los países de origen de las revistas, Estados Unidos es el país predominante, seguido de México, Rusia, Inglaterra, China, Chile, etc., y aunque México ocupa la segunda posición, el total de fuentes extranjeras sobrepasa a las nacionales, por lo cual se concluye que los autores prefieren publicar fuera de México y este fenómeno se ha dado en todo el periodo de estudio (Santos-Rego y Fernández-Ríos, 2016).
  4. Tipos de documento. Son los que determinan la estructura con la que se presenta la información y fue importante analizarlos ya que a partir de éstos se marcó la evolución de la publicación científica en la minería mexicana. A pesar de que todos tienen información de carácter científico, el objetivo principal (que en este trabajo se denominó aplicación) para el que eran escritos, además del nivel de conocimiento de quien los escribía y el público al que estaban dirigidos, determinaban el tipo de documento ideal para cada situación. Al respecto también es importante mencionar que estas estructuras también se pueden encontrar en publicaciones de otras disciplinas como botánica, medicina, astronomía, etc. (Vallejo-Ríos, 2023). Tal es el caso de los artículos, los cuales cuentan con un reporte experimental derivado de una relación de hechos entre los objetos, métodos e instrumentos de investigación y

ajustados desde la cuarta década del siglo XX a la estructura IMRyD, antes de que se estableciera de manera formal en Estados Unidos por el Instituto Americano de Estándares Nacionales (ANSI) en 1972 (Campos, 2007).

5. Análisis del discurso. Este análisis se realizó para determinar las principales temáticas de las publicaciones en este campo. Va más allá de la descripción por medio de las palabras clave o los descriptores que asignan los propios autores de la publicación, ya que, a través del contenido del documento y con ayuda de herramientas basadas en inteligencia artificial (Mieles-Barrera, Tonon y Alvarado-Salgado, 2012; Valencia-Martínez, Mondragón-Colín, Collazo-Reyes y Pérez-Angón), se obtuvieron los ejes temáticos abordados en los trabajos de las diferentes disciplinas que publican sobre minería en México. El análisis arrojó tres grupos que son: discurso, todo lo relacionado con el argumento y estructura de los propios trabajos; economía, donde se describen las formas de explotación de recursos minerales; y sustentabilidad, que tiene que ver con narrativas sobre el medio ambiente y los conflictos sociales.

A partir de estos cinco dominios de información, fue posible mostrar las prácticas de publicación a nivel nacional, ya que, aunque este estudio se basa solo en temas de minería, el comportamiento es similar al de otras áreas del conocimiento, por lo que sirve como una primera aproximación para desarrollar análisis bibliométricos más detallados en otros campos, ya sea por disciplina, por institución, por país o a nivel global (meso y microanálisis).

Luego, las patentes se analizaron a partir de tres indicadores: tamaño de la producción por año (temporalidad), inventores y titulares (autoridad) y tipo de patente (clasificación).

1. Temporalidad. Este estudio se realizó a partir del año 1970, que es donde se ubica la primera patente registrada en la Dirección General de Desarrollo Tecnológico (DGDGT), dependiente de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y antecesor inmediato del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). Antes de ese tiempo ya se generaban patentes, las cuales eran publicadas en la prensa nacional en las secciones de *Avisos Oficiales*, *Aviso Interesante*, *Noticias Oficiales* y *Solicitudes de Privilegio ante el Ministerio de Foemnto* (Vega-y-Ortega-Báez, 2018) y a partir de las cuales el Estado mexicano y con apoyo de la legislación sobre propiedad industrial en México desde finales del siglo XIX, incentivó a la creación de elementos para protección autoral-industrial en el país (Labariega-Villanueva, 2003). Para acceder algunas de las patentes surgidas antes de la creación de la DGDGT, se encuentran el Catálogo de patentes de invención mexicanas del siglo XVIII (Mendoza-Solís, 2014) y el Catálogo de patentes de invención en México durante el siglo XIX (Soberanis-Carrillo, 1989), donde se localizan algunas invenciones relacionadas con minas y metalurgia, explotación de minas, canteras y perforación de pozos, hierro y acero, metales distintos del hierro, etc.; sin embargo, para efectos de

este estudio, solo se consideraron las patentes ya concedidas por una institución formal (DGDT o IMPI), que como ya se mencionó, fue a partir del año 1970. A partir de ese año y hasta 2019, pese a que la tendencia de producción de patentes se ha mostrado inestable, se registró al menos una producción mínima que se ha visto afectada principalmente por los cambios políticos del Estado y que en los últimos años ha aumentado, aunque sea en poca proporción.

2. **Autoridad.** Las patentes cuentan con tres tipos de indicadores de autoridad: inventores, solicitantes y titulares. En el caso de esta investigación, debido a que solo se enfocan en las patentes ya concedidas, se analizaron únicamente a inventores y titulares. En el caso de los inventores, menos de la mitad del porcentaje tienen nacionalidad mexicana, debido a la escasa relación que existe entre los agentes académicos y los industriales; ello tiene como consecuencia que no se generen comunidades entre estudiantes, profesores, investigadores y empresarios que contribuyan con recursos, conocimientos y capacidades para lograr una mayor fuerza de trabajo que responda a las demandas de la industria y genere un ecosistema que fomente la creación de nuevos proyectos de innovación. Los titulares por otra parte, se analizaron según el tipo de situación fiscal que tienen, determinando que las instituciones (personas morales) son las que tienen un mayor poder adquisitivo de la propiedad de las patentes, ya que por una parte, son las que otorgan los apoyos económicos para sustentar todo el proceso de patentamiento y además, al ser las instituciones de adscripción de los inventores de las patentes, tienen el derecho sobre todas las actividades que éstos realicen; mientras que las personas físicas, aunque cuentan con un nivel bajo de concesiones de patentes en comparación con las instituciones, sí se hacen presentes dentro de esta práctica, sobre todo porque éstos tienen ambos roles (inventor y titular). Además, se realizó un análisis que permitió identificar la nacionalidad de los inventores y titulares, donde se concluye que la nacionalidad de los inventores que más predomina sobre patentes de minería registradas en el IMPI es la mexicana; sin embargo, en el caso de la nacionalidad de los titulares que más predomina es la estadounidense, lo que significa que pese a que las invenciones son generadas de manera local, el principal apoyo que reciben para someterlas a protección proviene del extranjero (Valencia-Martínez, Pérez-Angón y Robles-Belmont, 2022).
3. **Clasificación.** Todas las patentes de cualquier área cuentan con una clasificación general otorgada por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) una vez que son concedidas. Esta fue una de las limitantes que se presentaron durante el trabajo, al momento de analizar las patentes desde el periodo colonial, ya que las clasificaciones asignadas por la OMPI y las establecidas durante los siglos XVIII y XIX, en los catálogos antes mencionados, no tienen correspondencia. Aunado a lo anterior y a las críticas a las clasificaciones de los documentos científicos y tecnológicos derivadas de la ambigüedad de las instituciones de donde emanan estas clasificaciones (Campa, 2018), además de que éstas se establecen por tipo de

invención y no por división temática, en este trabajo se realizó una clasificación mucho más específica para elementos únicamente del ramo de minería, en donde se determinaron las categorías de: sistema, producto, método, máquina, herramienta y compuesto químico. Se considera que es posible hacer un análisis más específico que establezca una clasificación más estructurada, por lo cual se recomienda hacer un estudio concreto donde se realice un análisis de contenido de las patentes (títulos, resúmenes, palabras clave), con un enfoque basado en el análisis de redes de co-palabras y de coocurrencia.

A partir de este análisis se mostró el nivel de desarrollo tecnológico de la minería mexicana reflejado en el número de patentes concedidas por la DGDT o el IMPI. Con estos resultados se concluye que el desarrollo tecnológico de esta actividad a nivel nacional es bajo, ya que a pesar de que el país es uno de los más importantes en cuanto a riquezas minerales, la mayor parte de los desarrollos que se someten a proceso de patentamiento son influidos por otros países. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de realizar un estudio desde la perspectiva normativa y de evaluación de la minería como sector industrial, para poder insertar las patentes mexicanas dentro de la cadena de valor (Záyago-Lau y Foladori, 2010), considerando que se requiere de desarrollos científicos y tecnológicos que posicionen a la minería más como una industria innovadora que como una actividad extractivista. Además, se recomienda realizar un estudio de las solicitudes de patentes y modelos de utilidad en este tema, es decir que no se haga solo de las patentes concedidas, sino de todos los elementos que se someten a protección, de esta forma no se ve tan limitado el trabajo de realizar un análisis histórico en un periodo de tiempo tan amplio.

Después del desarrollo científico y tecnológico, se analizó la estructura geográfica, a partir de los espacios de desarrollo de esta actividad a nivel nacional. A grandes rasgos, en este análisis se corroboró lo mencionado anteriormente sobre la riqueza del suelo geológico de México, tanto en calidad y cantidad como en abundancia y diversidad de depósitos en todo el territorio (Valencia-Martínez, Pérez-Angón y Robles-Belmont, 2022). El país cuenta con 21 yacimientos minerales metálicos distribuidos en 24 estados y con 48 yacimientos minerales no metálicos en 31 estados, es decir que más del 96% del territorio mexicano tiene un alto potencial de recursos minerales.

Este potencial ha sido explorado y explotado desde la época precolombina; sin embargo, empezó a tomar fuerza a partir de la llegada de los conquistadores al nuevo continente (Commons, 1989), y a partir de ese momento hasta nuestros días, se han ido descubriendo cada vez más yacimientos en distintas regiones de México y que seguramente, con el paso de los años seguirán en aumento.

El siguiente aspecto analizado fue la industria, por medio de las empresas nacionales e internacionales que cuentan con proyectos mineros activos actualmente en México, además de un análisis histórico del establecimiento de las primeras empresas en el país.

Desde el siglo XVIII, en el territorio mexicano han trabajado alrededor de 498 empresas en distintas regiones del país. Actualmente (datos al 2019), se encuentran 180 empresas con casi 400 proyectos en distintas etapas de operación. A partir de estos resultados, se pueden concluir dos planteamientos:

1. Históricamente, desde la Colonia hasta la actualidad, la industria minera se ha visto sometida e influida por distintas naciones, al grado de que sus principales objetivos están orientados hacia el beneficio de otros países más que del propio Estado mexicano, lo cual se ve reflejado incluso en gran parte del marco normativo por el que está regido este sector.
2. El capital de origen transnacional que se invierte en minería ha sido de mucha utilidad para innovar esta industria en México; sin embargo, debe establecerse un instrumento (orgánico o legal) que defina el porcentaje de utilidad que debe tener el Estado y las propias empresas, por cada proyecto minero desarrollado en el país.

El cuarto y último aspecto analizado fue la legislación, donde se consideraron leyes, reglamentos, políticas y cualquier tipo de instrumento legal que aborde, aunque sea en alguno de sus apartados, cuestiones relacionadas con el desarrollo de la minería en México desde la Colonia.

Las primeras leyes aplicadas en México (Nueva España) en esta materia, no fueron creadas dentro del país ni con los criterios que aquí se establecían, por lo que ajustarlas a las necesidades nacionales resultó complicado, ya que estaban diseñadas para aplicarse en las diferentes colonias españolas de la época, pero no consideraban las diferencias tanto de la cantidad de recursos minerales, como de las condiciones sociales de cada colonia (Montano, 2021), por lo que fue necesario crear un instrumento basado en los anteriores, pero que respondiera a las necesidades de la actividad minera específicamente de México. Con el paso de los años fueron surgiendo más leyes que incluso abordaban problemáticas aún más específicas por regiones del país. Todas éstas abordaban temas en su mayoría sobre exploración, extracción y beneficio de minerales. Con la promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en 1917 (actualmente vigente), se generaron y se siguen generando nuevas leyes que derivan de artículos de esta Constitución que abordan distintas temáticas que influyen en la minería. También existen normas para la seguridad del medio ambiente y convenios internacionales de cooperación con países como China, Corea y Cuba, para aumentar el desarrollo de las relaciones económicas y comerciales entre países a través de la minería (Secretaría de Economía, 2020).

A partir del segundo capítulo, se respondieron cuatro interrogantes más de la investigación (2-5).

La segunda interrogante indica cuál ha sido y es el lugar de la ciencia y la tecnología en el desarrollo del sector minero y, como se observó en la parte de los artículos científicos, las patentes concedidas y las empresas mineras; la minería actualmente no es vista solo como una actividad de explotación de recursos, sino que, a través de la aplicación de métodos científicos, desarrollos tecnológicos y estrategias de innovación, esta actividad ha llegado a ser una de las industrias más importantes en el país; con ello lo han posicionado entre los primeros lugares de productores de minerales y generadores de productos de base mineral con un alto valor comercial en el mercado global, además de ser uno de los países con más atracción para la colaboración internacional en investigación reflejada en artículos científicos y en patentes.

Con la tercera interrogante se buscó dilucidar a los agentes histórico-contemporáneos vistos en forma de actores que están vinculados al sector minero en México y como ya se ha mencionado, éstos se encontraron en las figuras de ciencia y tecnología, patentes concedidas, regiones mineras, empresas nacionales y extranjeras con proyectos mineros en México e instrumentos legales.

Para resolver la cuarta interrogante, se describieron, a grandes rasgos, las compañías que han tenido participación en los proyectos mineros desde la Colonia, y a partir de esto, se dedujo que la producción de las empresas en los primeros tres periodos, pese a que se utilizaban distintos materiales para crear objetos de uso común, estuvo más enfocada a los metales preciosos como oro y plata principalmente; mientras que en el periodo más reciente, la utilidad que se le ha encontrado a los minerales en las distintas industrias y sectores, han llevado a producir alrededor de 69 de éstos.

La quinta pregunta hace referencia al desarrollo de la política minera expresada en los instrumentos legales, y como ya se explicó, ésta ha presentado cambios que se basan en los acontecimientos históricos del país, así como en las necesidades que surgen a partir del contexto nacional en el que se desenvuelve el país.

En el capítulo 3 se construyó, a partir de una investigación analítica-descriptiva, los ejes de la sustentabilidad del sector minero de México utilizando los indicadores económicos, sociales y ambientales y a través del enfoque de la Teoría General de Sistemas.

La primera parte del estudio de los indicadores de sustentabilidad, al ser ejecutada y sustentada por fuentes de información de sitios oficiales del Gobierno de México, es decir que no se realizó propiamente un tratamiento de los datos, sino que solo se realizó la recuperación de éstos, es más descriptivo que analítico.

Los indicadores recuperados fueron:

- Económicos - Economía nacional, Producto Interno Bruto, Valor de la producción y Fuentes de financiamiento.
- Sociales - Empleo (promedio salarial por ocupación, nivel de participación por género, tipo de puestos) y Educación (escuelas y áreas de estudio).
- Ambientales - Desechos mineros, Impacto ambiental, Seguridad ambiental y Áreas naturales protegidas en México.

Por medio de esos indicadores y con un enfoque analítico, en la segunda parte de este estudio se realizó un modelo de sistematización (Bertalanffy, 1976) que consta de tres niveles, en donde se sitúa a la minería mexicana en el centro (nivel 1), luego en el segundo nivel a los tres ejes de la sustentabilidad y finalmente en los extremos a todos los indicadores que conforman, construyen y alimentan cada eje (nivel 3). Este modelo se creó para mostrar la simetría que debe existir entre los ejes de la sustentabilidad de la minería, para que ésta pueda conformarse como un sistema.

Con el material presentado en este tercer capítulo, fue posible resolver la penúltima interrogante sobre el periodo de aparición de la minería sustentable. Aunque se considera que desde el periodo que abarca la estructura del país como nación independiente (época postindependencia), ya se hablaba de cuestiones sociales y ambientales de la minería, no es hasta el periodo actual cuando se empieza a hacer una articulación de los componentes económico, social y ambiental de la minería.

De acuerdo con todo lo planteado anteriormente y a partir del análisis sociohistórico de los actantes y la organización sistémica de la actividad minera de México, se corroboran la hipótesis planteada en esta investigación, la cual expresa que, pese a que el desarrollo de la minería mexicana se ha apoyado en los actores económicos, sociales, científicos, tecnológicos, políticos y ambientales, no existe un agente que regule las actividades realizadas por cada tipo de actor y que las articule en una sola orientación, pues como ya se expresó, todos los enfoques que se abordan en esta actividad a nivel nacional trabajan de manera independiente y generan sus propias aportaciones.

Para mejorar esta situación, a continuación, se muestra una propuesta de modelo pentahélice de desarrollo sustentable para la integración de las aportaciones hechas por cada tipo de actor en beneficio del sector minero nacional.

Orozco-Hernández (2019) menciona que este esquema fue creado para que el gobierno, la industria, la academia, la sociedad y el medio ambiente colaboren de manera conjunta para atender los asuntos urgentes del país. Tiene como propósito generar valor sustentable (bienestar social y cuidado del medio ambiente) para México a través de la gestión racional de recursos de ciencia, tecnología e innovación y la vinculación efectiva del ecosistema de

conocimiento en el país para contribuir de manera decisiva a la resolución de problemas nacionales.

Este esquema promueve el desarrollo sustentable a través del gobierno, brindando apoyos al sector productivo y a la academia, promoviendo así la creación, desarrollo y circulación del conocimiento para la generación de efectos positivos en la sociedad, con un enfoque al cuidado del medio ambiente.

Es de esta forma como el sector minero mexicano puede estimular las capacidades de la sociedad nacional, con el fin de crear nuevos recursos humanos y materiales que apoyen al desarrollo de la ciencia de frontera y tecnologías de vanguardia, las cuales amplíen la productividad de este sector en beneficio del país.

Este modelo pentahélice para el desarrollo sustentable de la minería mexicana (Figura 33) se constituye de los elementos siguientes:

- Academia. Instituciones académicas, artículos de investigación y patentes concedidas.
- Industria. Empresas mineras, métodos e instrumentos de trabajo, productos hechos a base de minerales, comercialización de los productos y cadenas de valor.
- Gobierno. Organismos gubernamentales, instrumentos legales nacionales, extranjeros y convenios internacionales.
- Sociedad. Economía nacional, fuentes de financiamiento, empleo y educación.
- Medio Ambiente. Seguridad ambiental, desechos mineros, impacto ambiental y áreas naturales protegidas.

A través de estos elementos es posible mejorar las condiciones de la minería en México y generar un plan de vinculación entre las diferentes aristas que la conforman.

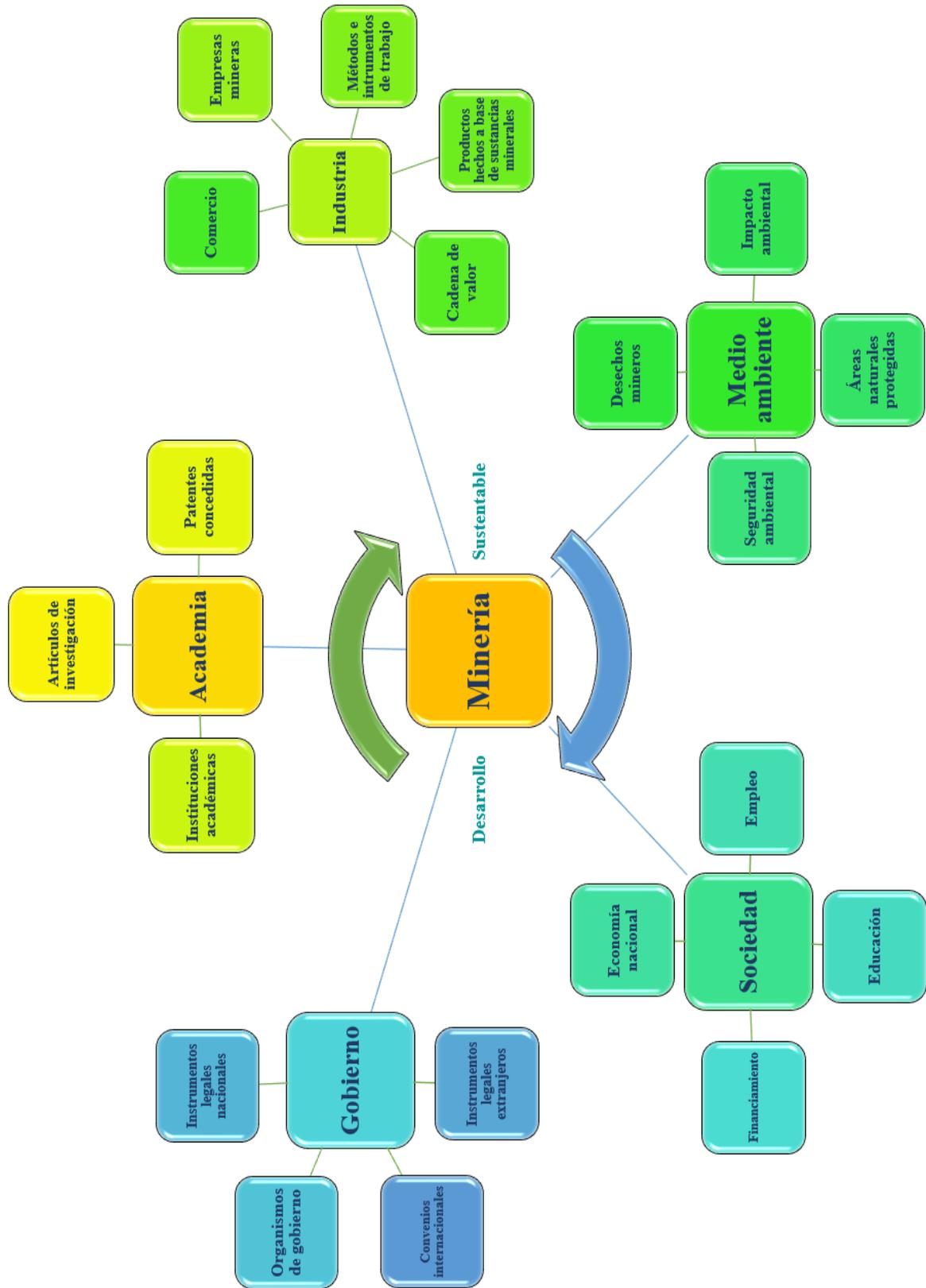


Figura 33. Modelo pentahélice para el desarrollo sustentable.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, con este modelo se responde la última interrogante sobre las acciones que se necesitan ejercer para mejorar las condiciones del sector minero en México. Es entonces a través del Estado como agente regulador de la actividad minera mexicana y aplicando el esquema de desarrollo sustentable, como se puede lograr que las múltiples acciones generadas para mejorar este sector se dirijan hacia una dirección y con un solo objetivo que complemente los objetivos particulares de cada uno de los actores que las generan.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Sol, E. (2006). Sistema urbano en la época colonial. *Revista Esencia y Espacio*, (24), 54-60. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/24872/1/10-SistemaUrbanoColonial.pdf>
- Alejandro-Aguilar, C. (2017). *Los conflictos socioambientales de la minería en México ante la política gubernamental extractivista: el caso de Zacatecas*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ciencia Política, Zacatecas, México.
- Angulo-Marcial, N. (2009). *La importancia de los congresos y reuniones académicas como fuente de información para la innovación y la generación del conocimiento*. Trabajo presentado en el IV Congreso Internacional de Innovación Educativa del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- Arbeláez-Gómez, M.C. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación: un instrumento para la investigación. *Investigación andina*, 16(29). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81462014000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81462014000200001)
- Armendariz-Villegas, E.J. (2016). *Áreas naturales protegidas y minería en México: perspectivas y recomendaciones*. (Tesis de doctorado). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, Baja California Sur. [http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/497/armendariz\\_e.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/497/armendariz_e.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arnold, M. y Osorio, F. (1998). Introducción a los Conceptos básicos de la teoría general de sistemas. *Revista Cinta de Moebio*, (3), 40-49. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10100306>
- Arriola-Vizcaino, A. (2021). El banco del Avío (1830-1842) y los orígenes de la Legislación Mexicana de Fomento Industrial. *Anuario del Departamento de Derecho de la Universidad Iberoamericana*, (19), 471-492.
- Azuela-Bernal, L.F. (2009). La geología en México en el siglo XIX: entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica. *Revista Geológica de América Central*, (41), 99-110. <https://www.redalyc.org/pdf/454/45437348008.pdf>
- Azuela-Bernal, L.F. (2016). Zoltan de Cserna y la historia de la geología: una interpretación historiográfica. *Boletín del Instituto de Geología*, 120, 71-80.
- Azuela-Bernal, L.F. y Vega y Ortega Báez, R.A. (2018). *Geógrafos, naturalistas e ingenieros en México, siglos XVIII-XX*. México: Instituto de Geografía, Dirección General de Asuntos del Personal Académico.
- Azuela-Bernal, L.F. y Vega y Ortega Báez, R.A. (2020). *Las investigaciones geográficas, naturalistas y geológicas en México, 1876-1946*. México: Instituto de Geografía, Dirección General de Asuntos del Personal Académico.

- Baena, D. (2000). La medición de la investigación científica y el desarrollo tecnológico (I+D): principales indicadores. *Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 69(34). <http://www.ub.edu/geocrit/sn-69-34.htm>
- Balcázar-García, S. (2019). *Bancos de materiales y sus características para su uso en la construcción*. (Tesis de ingeniería). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciudad de México. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/28045/Bancos%20de%20materiales%20y%20sus%20caracter%20C3%ADsticas%20para%20su%20uso%20en%20la%20construcci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baltazar-Jacinto, P. (2014). *Impacto ambiental como consecuencia de la Inversión Extranjera Directa (IED) por parte de empresas mineras canadienses en el sureste de México: estudio de caso de Fortuna Silver Mines Inc. (2006-2013)*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Aragón, Estado de México.
- Barbosa, F. (1988). La situación de la industria petrolera en 1938. *Anuario Xalapa, Universidad Veracruzana*, (5), 95-120.
- Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Braudel, F. (1979). *Larga duración: en la historia de las ciencias sociales*. 4ª ed. Madrid: Alianza Editorial.
- Cáceres-Castellanos, G. (2014). La importancia de publicar los resultados de investigación. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 23(37), 7-8. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413937008001>
- Callon, M. (1986). Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen. En J. Law (Coord.), *Power, action and belief: a new sociology of knowledge?* (pp.196-223). London: Routledge.
- Calvo, M. y Sevillano, E. (1998). *Alvaro Alfonso Barba y "el arte de los metales"*. Quibal. [https://www.researchgate.net/publication/335259386\\_Alvaro\\_Alonso\\_Barba\\_y\\_el\\_Arte\\_de\\_los\\_Metales](https://www.researchgate.net/publication/335259386_Alvaro_Alonso_Barba_y_el_Arte_de_los_Metales)
- Cámara Minera de México. (2020a). *Importancia de la minería en México*. México: Camimex. [http://www.geomin.com.mx/pdf/panel/litio/ImportanciaMineria\\_MX\\_ForoLitio.pdf](http://www.geomin.com.mx/pdf/panel/litio/ImportanciaMineria_MX_ForoLitio.pdf)
- Cámara Minera de México. (2020b). *Informe Anual 2019*. México: Camimex. [https://www.camimex.org.mx/application/files/5816/0204/8730/info\\_2020.pdf](https://www.camimex.org.mx/application/files/5816/0204/8730/info_2020.pdf)
- Cámara Minera de México. (2023). *Informe anual 2020*. México: Camimex. <https://www.camimex.org.mx/index.php/publicaciones/informe-anual>
- Camargo-Penteado, F.R. y Dias-Avila, A.F. (2010). Reflections on a scientometric analysis of EMBREPA Brazil from 1997 to 2006. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, 4(1), 9-20. <https://doi.org/10.1080/09737766.2010.10700880>
- Campa, J.I. (2018). Patentes y desenvolvimiento tecnológico en México: un estudio comparativo entre la época de industrialización proteccionista y el régimen de apertura. *América Latina en la Historia Económica*, 25(3), 223-257. <https://doi.org/10.18232/alhe.879>

- Campos, D. (2007). El artículo científico. *Archivos de medicina*, 3(5). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6587847>
- Candela, A., Naranjo, G., Riva, M., Moreno, J. y Rey, J. (2020). Teoría del Actor-Red y contextos escolares. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(86). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662020000300689](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662020000300689)
- Canet, M.A y Cambrubi-Cano, A. (2006). *Yacimientos minerales: los tesoros de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Cano-Borrogo, P.D. (2021). *La revolución de la producción de plata con el Beneficio del patio de Bartolomé de Medina*. Madrid: Oro información. <https://oroinformacion.com/la-revolucion-de-la-produccion-de-plata-con-el-beneficio-del-patio-de-bartolome-de-medina/>
- Cantú-Chapa, A. (2013). *La exploración petrolera en México*. México Social. <https://www.mexicosocial.org/la-exploracion-petrolera-en-mexico/#:~:text=Dos%20regiones%20se%20disputan%20la,que%20se%20ha%20realizado%20alrededor>
- Cárdenas, J. (2013). La minería en México: despojo a la nación. *Cuestiones constitucionales*, (28), 35-74. [https://doi.org/10.1016/S1405-9193\(13\)71275-7](https://doi.org/10.1016/S1405-9193(13)71275-7)
- Carmona-Dávila, D. (2023). *Es expedida la primera Ley del Petróleo*. México: Perenne. <https://memoriapoliticademexico.org/Efemerides/12/24121901.html#:~:text=El%2022%20de%20noviembre%20de%201884%2C%20fue%20expedido,mismo%2C%20la%20cual%20segu%C3%ADa%20siendo%20de%20su%20propietario.>
- Cartes-Montory, A. (2017). La Constitución de Cádiz de 1812: derroteros americanos, transferencias y perspectivas. *Cuadernos de Historia*, (47), 39-58. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-12432017000200039>
- Casado-Izquierdo, J.M. y Sánchez-Salazar, M.T. (2019). Los mineros en el México neoliberal. *Investigaciones Geográficas*, (98). <https://doi.org/10.14350/rig.59787>
- Cáseres-Castellanos, G. (2014). La Importancia de publicar los resultados de investigación. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 23(37), 7-8. <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413937008001.pdf>
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2018). *El sector minero y su importancia en las finanzas públicas de México, 2007-2017*. México: Poder Legislativo Federal, Cámara de Diputados.
- Cerami, A. (2021). *Derechos a las Tierras, Territorios y Recursos Naturales de los pueblos indígenas*. México: Naciones Unidas, Oficina de Alto Comisionado.
- Clausell-Arroyo, M.A. (s.f.). *Historia de la plata mexicana*. México: UNAM. <https://www.medigraphic.com/pdfs/aapaunam/pa-2010/pa101f.pdf>
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2017a). *La minería en la Nueva España*. México: UNAM. <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/historiademexico1/unidad3/economianovohispana/mineria>

- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2017b). *La minería en el México independiente 1821-1854*. México: UNAM. <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/historiademexico1/unidad4/economia/mexicana/mineria>
- Coll-Hurtado, A., Sánchez-Salazar, M.T. y Morales, J. (2002). *La minería en México: geografía, historia, economía y medio ambiente*. México: UNAM, Instituto de Geografía.
- Collazo-Reyes, F. et al. (2017). Emergence of the modern scientific discourse in the American continent: knowledge claims in the discovery of Erythronium/Vanadium in Mexico (1802-1832). *Scientometrics* 110(3), 1505-1521. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2220-y>
- Colocho-Rodríguez, M.A. (2021). *Minería metálica: las disputas por la prohibición en San Sebastián, El Salvador*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Antropología, Ciudad de México.
- Commons, A. (1989). El trabajo en las minas de Nueva España (siglo XVIII). *Investigación Geográfica*, (20), 89-104. <https://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n20/n20a5.pdf>
- Concha, E. (2017). Minería global contemporánea o financiarizada. *Revista Ola Financiera*, 10(27), 81-116. <http://dx.doi.org/10.22201/fe.18701442e.2017.27.61009>
- Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2015). *Áreas naturales protegidas*. México: Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/areas-naturales-protegidas-51333>
- Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2023). *Áreas protegidas*. México: CONABIO. <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot>
- Contreras, C. (1996). Las Ordenanzas de minería de 1783. La polémica entre Gamboa y el Tribunal de Minería. *Historias. Revista de la Dirección de Estudios Históricos*, (36), 39-54.
- Contreras, F. H. (2009). La recesión de Estados Unidos y su impacto en el escenario futuro de la economía de México. *Ciencia UAT*, 3(4), 28-35. <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942916009.pdf>
- Covarrubias, S.A. y Peña-Cabriales, J.J. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de fitorremediación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33, 7-21. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.01>
- Cruz-Barney, O. (2012). La Nueva España en la crisis de 1808. *Cuadernos de Historia del Derecho*, (19), 49-63. [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_CUHD.2012.v19.43141](http://dx.doi.org/10.5209/rev_CUHD.2012.v19.43141)
- Delgado-Cervantes, A. (2023). *Análisis jurídico ambiental de la minería en México*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Derecho, Ciudad de México.
- Domínguez-Chávez, H. y Carrillo-Aguilar, R.A. (2009). *El cambio de rumbo en el gobierno de Manuel Avila Camacho (1940-1946)*. México: Colegio de Ciencias y Humanidades. <https://portalacademico.cch.unam.mx/repositorio-de-sitios/historico-social/historia-de-mexico-2/HMII/AvilaCamacho.pdf>

- El Colegio de México. (2021). *Real Seminario de Minería*. México: Colmex. <https://patrimonio-cyt-cdmx.colmex.mx/real-seminario-de-mineria/>
- Feldman, D. (2017). The Sustainable Entrepreneur: Balancing People, Planet and Profit. *Entrepreneur & Innovation Exchange*. <https://doi.org/10.17919/X9J66S>
- Fideicomiso de Riesgo Compartido. (2017). *La ganadería en México*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es#:~:text=La%20ganader%C3%ADa%20fue%20introducida%20en,grana%20y%20algunas%20especies%20ap%C3%ADcolas>
- Flores-Clair, E. (2003). *Tiempo y sociedad en el Real Seminario de Minería, 1792-1821*. [https://www.estudioshistoricos.inah.gob.mx/revistaHistorias/wp-content/uploads/historias\\_57\\_23-34.pdf](https://www.estudioshistoricos.inah.gob.mx/revistaHistorias/wp-content/uploads/historias_57_23-34.pdf)
- García-Aguilar, F.J. (coord.). (2017). *Movimientos sociales en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Sociales.
- García-Ayluardo, C. (2010). *Las reformas borbónicas, 1750-1808*. México: Fondo de Cultura Económica.
- García-Córdoba, F., Flores-Rosete, L. y Medina-Camacho, L. (2006). Patentar o no patentar. *Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales*, 6, 95-100.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Filosofía de la Ciencia.
- Garza, G. (2007). La urbanización metropolitana en México: normatividad y características socioeconómicas. *Revista Papeles de Población*, 13(52). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252007000200004#:~:text=El%20grado%20de%20urbanizaci%C3%B3n%20alcanza,poblaci%C3%B3n%20urbana%20\(cuadro%201\)](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252007000200004#:~:text=El%20grado%20de%20urbanizaci%C3%B3n%20alcanza,poblaci%C3%B3n%20urbana%20(cuadro%201)).
- Garzón-Carrillo, D. (ed.). (2014). *El oro: todo lo que debe saber en 100 preguntas*. Colombia: Anglogold Ashanti. [https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2018/10/el\\_oro\\_pdf\\_final\\_baja\\_0.pdf](https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2018/10/el_oro_pdf_final_baja_0.pdf)
- Geels, F. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), 157-174. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733302000628>
- Gil, R. y Manuel, J. (2003). *El porfiriato: inversión extranjera y minería. El Boleo Santa Rosalía, Baja California Sur, 1885-1954: un pueblo que se negó a morir*. México: Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos. <https://doi.org/10.4000/books.cemca.388>
- González, M. y Guzmán, J. (2015). *La agricultura en América Colonial*. Historia Universal. <https://mihistoriauniversal.com/edad-moderna/agricultura-america-colonial>
- González, S. (20 de octubre de 2013). México, uno de los países de AL con más problemas mineras. *La jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2013/10/20/economia/024n1eco>
- Griem, W. (2015). *Introducción a la mineralogía*. Chile: Geovirtual. <https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/PDF-02-01-Mineralogia.pdf>

- Guadarrama-Vargas, G.D. (2017). *Análisis del comportamiento de las acciones de empresas mineras mexicanas mediante el uso de cadenas de Markov. Una aplicación de la Probabilidad y Estadística en la industria minera.* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Ciudad de México.
- Guevara-González, B.X. (2018). La inversión extranjera directa en la minería en México: el caso del oro. *Análisis Económico*, 31(77), 85–113. <https://analiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/52>
- Guzmán-López, F. (2016). Impactos ambientales causados por megaproyectos de minería a cielo abierto en el estado de Zacatecas, México. *Revista de Geografía Agrícola*, (57), 7-26. <https://www.redalyc.org/pdf/757/75749288010.pdf>
- Hall, L.B. y Coerver D.M. (1983). La frontera y las minas en la Revolución mexicana. *Revista Historia Mexicana*, 32(3), 398-421.
- Herculano R. y Norberto, A. (2012). Scientific research output evaluation of professors of Sao Paulo State University. *Perspectivas en Ciencias da Informacao* 17(2), 57-70. <https://doi.org/10.1590/S1413-99362012000200005>
- Hernández-López, C. (2008). Las fuerzas armadas durante la Guerra de Reforma (1856-1867). *Signos Históricos*, (19), 36-67. <https://www.redalyc.org/pdf/344/34411832002.pdf>
- Herrera-Izaguirre, J., Vázquez-Rangel, C.F. y Escobedo-Carreón, R.A. (2014). Ley de la inversión extranjera: ¿instrumento para el desarrollo económico? *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, XLVII(149), 687-703. <https://www.redalyc.org/pdf/427/42731302010.pdf>
- Herrera, I. (1998). Historiografía minera mexicana del siglo XX: los primeros pasos. *Historias*, (39), 95–102. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/historias/article/view/13872>
- Herrera, I. y Parra, A. (2018). La actividad minera y el lugar que ocupa en la economía mexicana del siglo XIX. *La mine hier et aujourd'hui en Amérique latine*, (111), 11-24. <https://doi.org/10.4000/caravelle.3575>
- Hillerkuss, T. (2013). Las minas de la Nueva España en los mapas del siglo XVI: ¿Un secreto de Estado?. *Apuntes*, 26(1), 10-25. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-97632013000100002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-97632013000100002)
- Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe [IESALC]. (2020). *Hacia el acceso universal a la educación superior: tendencias internacionales.* UNESCO.
- Instituto Mexicano de Propiedad Industrial. (2018). *Conoce el IMPI ¿Qué es el IMPI?.* Gobierno de México. <https://www.gob.mx/impi/acciones-y-programas/conoce-el-imp-que-es-el-imp>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Estadística de la Industria Minerometalúrgica 2019.* México: Gobierno de México, INEGI. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/466>

- Jean-Pierre, C. (2017). La Ciencia en la prensa periódica hispanoamericana del siglo XVIII. *El agronauta Español* (14). <https://doi.org/10.4000/argonauta.2617>
- Jiménez-Becerra, J. (2010). Origen, desarrollo de los estudios CTS y su perspectiva en América Latina. En Mancero, M. y Polo, R. (comp.), *Ciencia Política y Poder: debates contemporáneos desde Ecuador*. Ecuador: FLACSO. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/42944.pdf>
- Kreimer, P. (2007). Estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina: ¿para qué?, ¿para quién? *Redes*, 13(26), 55-64. <https://www.redalyc.org/pdf/907/90702603.pdf>
- Kreimer, P. y Vessuri H. (2018), Latin American science, technology and society: a historical and reflexive. *Tapuya* 1(1), 17-37. <https://doi.org/10.1080/25729861.2017.13686622>
- La cantera desarrollos mineros. (2021). *La minería y la independencia de México*. <https://www.mineralacantera.com/blog-post/la-mineria-y-la-independencia-de-mexico/>
- Lang, M. (2004). *Tecnología alemana en la minería virreinal*. Trabajo presentado en VIII Congreso de la Sociedad Española de Ha de las Ciencias y las Técnicas. España, Cervera del Río Alhama.
- Larrión, J. (2019). Teoría del actor-red: síntesis y evaluación de la deriva postsocial de Bruno. *Revista Española de Sociología*, 28(2), 323-341. <http://dx.doi.org/10.22325/fes/res.2019.03>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: an introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red*. Manantial. p. 390.
- Laya, D. y Vessuri, H. (2019). The scientists of the IVIC in evolution of science and technology policy during the Chavez administration in Venezuela. *Tapuya*, 2(1), 1-23, <http://doi.org/10.1080/25729861.2019.1616953>
- Lizcano-Álvarez, J. (1999). Importancia de la investigación y el debate en clave multidisciplinar. *Encuentros Multidisciplinarios*, (2). <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA2/Jes%C3%BAs%20Lizcano.pdf>
- Llaguno-Cárdenas, P. (2019). *El inicio de las relaciones diplomáticas entre México y Estados Unidos y su efecto en las dinámicas actuales*. Trabajo presentado en el X Congreso Latinoamericano de Ciencia Política, de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Políticas. Santiago de Chile.
- Lozano, A.J. (1902). *Código civil del Distrito federal y territorios de Tepic y Baja California promulgado el 31 de marzo de 1884*. México: Bouret.
- Lucatello, S. (2021). *El vínculo entre seguridad y medio ambiente: una aproximación teórica y práctica en América Latina*. México: Universidad de las Américas Puebla. <https://issuu.com/webudlap/docs/seguridad-marco-edo-derecho-udlap/s/11241743#:~:text=La%20seguridad%20ambiental%20tiene%20como%20objeto%20proveer%20instrumentos,en%20escalas%20m%C3%BAltiples%20para%20las%20poblaciones%20del%20planeta.>

- Luna-Morales, M.E. (2012). La colaboración científica y la internacionalización de la ciencia mexicana de 1980 a 2004. *Revista Investigación Bibliotecológica*, 26(57). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-358X2012000200004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2012000200004)
- Luna-Morales, M.E., Luna-Morales, E. y Pérez-Angón, M.A. (2019). The impacts of the decentralization of teaching and research in Cinvestav, 1961-2015: a bibliometric study. *Revista Investigación Bibliotecológica*, 33(81), 57-87. <http://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2019.81.57939>
- Luna-Morales, M.E., Luna-Morales, E., Flores-Vargas, X., Valencia-Martinez, A., Collazo-Reyes, F. y Pérez-Angón, M.A. (2022). Reflections on the institutionalization process of scientific research in Latin America: the case of Cinvestav. *Scientometrics*, 127, 661-681. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-04211-7>
- Maldonado, Y. (2021). *Tipos de minería, clasificación y ejemplos*. GEOLOGIAWEB. [https://geologiaweb.com/mineria/tipos-de-mineria/#Tipos\\_de\\_mineria\\_en\\_base\\_a\\_su\\_metodo\\_de\\_explotacion](https://geologiaweb.com/mineria/tipos-de-mineria/#Tipos_de_mineria_en_base_a_su_metodo_de_explotacion)
- Manual de Santiago. (2007). *Manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología*. Chile: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 66 p.
- Martín, C. (1994). Los conflictos entre la religión y la ciencia ante la pluralidad de mundos. *LLULL*, 17, 357-390.
- Martínez-Miguélez, M. (2007). Conceptualización de la Transdisciplinariedad. Polis. *Revista de la Universidad Bolivariana*, 6(16), 1-17. <https://www.redalyc.org/pdf/305/30501606.pdf>
- Mendoza-García, W.A. y Pineda-Hernández, K. (2022). *Conformación del campo de la mineralogía en México, 1774-1849: metodología geohistoriométrica*. (Tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía, Ciudad de México.
- Mendoza-Solís, V.M. (2014). *Las patentes de invención mexicanas: instituciones, actores y artefactos*. (Tesis de doctorado). El Colegio de Michoacán, Centro de Estudios Históricos, Zamora, Michoacán.
- Meneses-Llaguno, J.M. (1989). *Bartolomé de Medina*. México, Pachuca Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Mentz, B. (2001). Trabajo minero y control social durante el porfiriato: los operarios de dos poblaciones contrastantes. *Revista Historia Mexicana*, 50(3), 555-607.
- Mieles-Barrera, M.D., Tonon, G. y Alvarado-Salgado, S.V. (2012). Investigación cualitativa: el análisis temático para el tratamiento de la información desde el enfoque de la fenomenología social. *Revista Universitas Humanística*, (74), 195-226. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-48072012000200010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-48072012000200010)
- Ministerio de Cultura y Deporte. (s.f.). *Legislación Histórica: compilaciones*. Gobierno de España.

<https://www.culturaydeporte.gob.es/cultura/areas/archivos/mc/archivos/lhe/fuentes/ley-es-hechas-consejo/compilaciones.html>

- Ministerio de Minas y Energía. (2015). *Glosario Técnico Minero*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Indicadores Ambientales*. Perú: Gobierno de Perú. <https://www.minam.gob.pe/investigacion/indicadores-ambientales/#:~:text=Los%20indicadores%20ambientales%20permiten%20describir%20y%20analizar%20un,cient%C3%ADficamente%20sustentada%20sobre%20las%20condiciones%20y%20tendencias%20ambientales>.
- Miranda, E. (2019). *Devenir histórico de la Minería mexicana*. México: Geomimet. <https://www.revistageomimet.mx/2020/10/devenir-historico-de-la-mineria-mexicana/>
- Mondragón-Pérez, A.R. (2002). ¿Qué son los indicadores? *Revista de información y análisis*, (19). [https://www.planeacion.unam.mx/Planeacion/bibliografia/Mondragon02\\_inegi.pdf](https://www.planeacion.unam.mx/Planeacion/bibliografia/Mondragon02_inegi.pdf)
- Monreal-Saavedra, R. y Hernández-Rábago, P.Y. (2015). *Mi México es minero*. (3ª ed.). México: Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C. [https://www.geomin.com.mx/publicaciones/pub3\\_MEXICO%20MINERO%203%20edicion.pdf](https://www.geomin.com.mx/publicaciones/pub3_MEXICO%20MINERO%203%20edicion.pdf)
- Montano, J. (2021). *Sociedad colonial*. México: Lifeder. <https://www.lifeder.com/caracteristicas-sociedad-colonial/>
- Monterroza-Ríos, A. (2017). Una revisión crítica a la teoría del Actor-Red para el estudio de los artefactos. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(17), 49-62. <https://doi.org/10.22430/21457778.616>
- Mora-Arellano, F. (2020). *Minería y sociedad: diálogos en construcción*. México: Universidad de Sonora, División de Ciencias Sociales, Departamento de Sociología y Administración Pública.
- Mujica-Zapata, J.A. (2020). *Metodología de la Investigación Legislativa*. México: Senado de la República, Dirección General de Difusión y Publicaciones.
- Muñoz, J. (1986). La minería en México: bosquejo histórico. *Quinto centenario*, (11), 145-156
- Muro, L. (1964). Bartolomé de Medina, introductor del beneficio de patio en Nueva España. *Historia Mexicana*, 13(4), 517-531. <https://historiamexicana.colmex.mx/index.php/RHM/article/view/964>
- Navarrete-Zendejas, J. (1958). Problemática de la minería en México. *Investigación económica*, 18(71), 433-442.
- Navarrete, D. (1996). La minería en Zacatecas, 1546-1950: una revisión bibliográfica. *Historias*, (36), 85-104.
- Navarro-García, L. (1997). La crisis del reformismo borbónico bajo Carlos IV. *Revista Temas Americanistas*, (13). <http://dx.doi.org/10.12795/Temas-Americanistas.1997.i13.01>
- Noguera, J.R. (2020). *El origen de la minería*. Madrid: Ediac, formación y consultoría. <https://www.eadic.com/el-origen-de-la-mineria/>

- Olguin-Vargas, M.A. (2017). Antecedentes del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. *Quórum Legislativo*, (118), 83-120.
- Olivari-Ortega, J. (2022). *Minerales en Mesoamérica*. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. <https://revistamineria.com.pe/otros%20articulos/minerales-en-mesoamerica>
- Orozco-Hernández, D.A. (2019). *Pentahélice: Programa Estratégico Nacional de Tecnología e Innovación Abierta (PENTA)*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Ortiz, A. (1995). *Política económica de México, 1982-1995: los sexenios neoliberales*. México: Nuestro Tiempo.
- Palacios, H. (2012). Japón y México: el inicio de sus relaciones y la inmigración japonesa durante el Porfiriato. *México y la cuenca del pacífico*, 1(1). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-53082012000100105](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-53082012000100105)
- Paoli-Bolio, J.F. (2020). Multi, inter y transdisciplinariedad. *Revista Problema anuario de filosofía y teoría del derecho*, (13), 347-357. <http://dx.doi.org/10.22201/ij.24487937e.2019.13>
- Parra, A. y Riguzzi, P. (2008). Capitales, compañías y manías británicas en las minas mexicanas, 1824-1914. *Revista de la Dirección de Estudios Históricos*, (71), 12-31. <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/articulo:13187>
- Pedroza, S.J. (2020). *Banco industrial*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/banco-industrial.html>
- Pérez-Tamayo, R. (1998). La ciencia en México 1978-1998. *Nexos*, 1. <https://www.nexos.com.mx/?p=8723>
- Puche-Riart, O. (1988). Los primeros estudios sobre geología de Almadén. *Boletín Geológico y minero*, 99(2), 130-138.
- Puig-Samper, M.A. (2011). Las expediciones científicas españolas en el siglo XVIII. *Canelobre, Revista del Instituto Alicante de Cultura Juan Gil-Albert*, (57), 20-41. [https://www.casadevelazquez.org/fileadmin/fichiers/investigacion/Ateliers/Conocer/Las\\_expediciones\\_cient%C3%ADficas\\_espa%C3%B1olas\\_en\\_el\\_siglo\\_XVIII.pdf](https://www.casadevelazquez.org/fileadmin/fichiers/investigacion/Ateliers/Conocer/Las_expediciones_cient%C3%ADficas_espa%C3%B1olas_en_el_siglo_XVIII.pdf)
- Quadri-de-la-Torre, G. (17 de octubre de 2019). Minería, crisis ambiental y sustentabilidad. *El economista*. <https://www.economista.com.mx/opinion/Mineria- crisisambiental-y-sustentabilidad-20191017-0178.html>
- Reyes-Rodríguez, T. (2000). El proceso de producción legislativa: un procedimiento de diseño institucional. *Isonomía*, (13). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-02182000000200191](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-02182000000200191)
- Riguzzi, P. (1999). Un modelo histórico de cambio institucional: la organización de la economía mexicana, 1857-1911. *Investigación económica*, 59(299), 205-235.
- Robles-Berumen, R. y Foladori, G. (2019). Una revisión histórica de la automatización de la minería en México. *Problemas del desarrollo*, 50(197), 157-180. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.197.64750>

- Rodríguez-Kuri, A. (2015). Adolfo López Mateos y la gran política nacional. Hernández-Rodríguez, R. (coord.), *Adolfo López Mateos: una vida dedicada a la política*. México: El Colegio de México, Centro de Estudios Internacionales.
- Romero-Sotelo, M.E. (1994). *La minería novohispana durante la guerra de independencia 1810-1821*. (Tesis de doctorado) El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, México, D.F. <https://repositorio.colmex.mx/concern/theses/hm50ts073?locale=es>
- Ropero-Potrillo, S. (2020). *Indicadores ambientales: qué son, tipos y ejemplos*. España: Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/indicadores-ambientales-que-son-tipos-y-ejemplos-2759.html>
- Rovira-Morgado, R. (2009). Comercio y mercado en Mesoamérica: apuntes metodológicos para su análisis arqueológico. *Boletín Americanista*, (59), 223-237.
- Saade-Hazin, M. (2013). *Desarrollo minero y conflictos socioambientales: los casos de Colombia, México y el Perú*. Naciones Unidas, CEPAL. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5369/LCL3706\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5369/LCL3706_es.pdf)
- Sagasti, F. y Cook, C. (1987). La ciencia y la tecnología en América Latina durante el decenio de los ochenta. *Comercio Exterior*, 37(12), 1006-1026.
- Salmerón, L. (2022). *La huelga de Cananea*. México: Editorial Raíces. <https://relatosehistorias.mx/nuestras-historias/la-huelga-de-cananea>
- Sánchez-Rangel, O. (2018). Propiedad extranjera y minería en México: el proyecto de ley minera de 1908. *Estudios de historia moderna y contemporánea de México*, (55), 121-157. <http://dx.doi.org/10.22201/iih.24485004e.2018.55.63797>
- Sánchez-Ron, J.M. (2021). *Elogio de la correspondencia: un instrumento precioso para reconstruir el pasado de la ciencia*. España: Investigación y ciencia. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/temas/cartas-cientificas-826/elogia-de-la-correspondencia-19660>
- Sánchez-Salazar, M.T y Casado-Izquierdo, J.M. (2019). Los mineros en el México neoliberal. *Revista Investigación Geográfica*, (98). <https://doi.org/10.14350/rig.59787>
- Sánchez-Salazar, M.T. y Casado-Izquierdo, J.M. (2018). Transformaciones en la estructura empresarial y productiva y en la organización territorial de la minería mexicana, 1980-2012. En Sánchez-Salazar, M.T. y Gutiérrez de MacGregor, M.A. (coords.), *Globalización, políticas neoliberales y transformaciones en la organización espacial de la economía mexicana a partir del decenio de 1980*. (121-158). México: UNAM, Instituto de Geografía.
- Santos-Rego, M. y Fernández-RíoS, L. (2016). El factor de impacto y el futuro de las revistas académicas: el riesgo de patologización. *Revista de Innovación Educativa*, 16(72). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-26732016000300035](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732016000300035)
- Sarabia, A. (1995). *La teoría general de sistemas*. Madrid: Isefe.
- Sariego-Rodríguez, J.L. (1988). *El Estado y la minería mexicana: política, trabajo y sociedad durante el siglo XX*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Sariago-Rodríguez, J.L. (2009). De minas, mineros, territorios y protestas sociales en México: los nuevos retos de la globalización. *L'Amérique centrale au xxie siècle*, (60-61), 173-192.
- Sariago-Rodríguez, J.L. (2011). La minería mexicana: el ocaso de un modelo nacionalista. *Apuntes Revista de Ciencias Sociales*, 38(68), 137-165. <https://doi.org/https://doi.org/10.21678/apuntes.68.622>
- Secretaría de Economía. (2018). *Perfil del mercado del litio*. México. Gobierno de México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419275/Perfil Litio 2018 T .pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419275/Perfil_Litio_2018_T.pdf)
- Secretaría de Economía. (2020a). *Minería: Legislación, normatividad y convenios internacionales*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria-legislacion-normatividad-y-convenios-internacionales-6986?state=published>
- Secretaría de Economía. (2020b). *Minería: sector*. México: Gobierno de México. <https://datamexico.org/es/profile/industry/mining-quarrying-and-oil-and-gas-extraction#inversion-extranjera-directa>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental*. México: Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>
- Secretaría de Relaciones Exteriores. (2018). *Entendimiento entre México y Estados Unidos sobre el Tratado de Libre Comercio de América del Norte*. México: Gobierno de México. <https://www.gob.mx/sre/articulos/entendimiento-entre-mexico-y-estados-unidos-sobre-el-tratado-de-libre-comercio-de-america-del-norte?idiom=es>
- Secretaría de Servicios Parlamentarios. (2022). *Modelo de Gobernanza del litio en México*. México: Cámara de Diputados. <https://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ASS-03-22.pdf>
- Senado de la República. (2022). *La minería en México: una visión general*. México: Archivo Histórico y Memoria Legislativa. <https://micrositios.senado.gob.mx/AHyML/files/Boleti-n-Mineri-a-Inforna-tica-Parlamentaria.pdf>
- Serrano-Gómez, E. (2014). *Obras inéditas, anónimas, seudónimas, póstumas y huérfanas*. Madrid: Reus.
- Servicio Geológico Mexicano. (2017). *Yacimientos minerales en México*. México: Gobierno de México. [http://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones geologicas/Explotacion-minera.html](http://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Explotacion-minera.html)
- Servicio Geológico Mexicano. (2021). *Panorama Minero del Estado de Nuevo León*. Secretaría de Economía, Dirección de Investigación y Desarrollo. <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/NUEVOLEON.pdf>
- Servicio Geológico Mexicano. (2022). *Directorio de la minería mexicana 2022*. México: Secretaría de Economía.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/769348/Directorio de la Minería 2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/769348/Directorio_de_la_Mineria_2022.pdf)

Servicio Geológico Mexicano. (2023). *Explotación minera*. México: Gobierno de México. [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones geologicas/Explotacion-minera.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Explotacion-minera.html)

Sevilla-Soler, R. (1990). La minería americana y la crisis del siglo XVII: estado del problema. *Historiografía y Bibliografía*, (2), 61-81. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/6788/3/Miner%C3%ADa.pdf>

Simon, T. (2009). ¿Qué es y para qué sirve la legislación? Codificación y legislación de Gobierno: dos funciones básicas del establecimiento de normas por vía legislativa. *Revista Universitas*, (119), [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0041-90602009000200020](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0041-90602009000200020)

Sistema Integral de Administración Minera. (2019). *Legislación minera*. México: Secretaría de Economía.

Soberanis-Carrillo, J.A. (1989). *Catálogo de patentes de invención en México durante el siglo XIX, (1840-1900): ensayo de interpretación sobre el proceso de industrialización en el México decimonónico*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, México, Distrito Federal.

Sociedad Nacional de Minería. (2015). Automatización de operaciones mineras. *Boletín Minero*, (1296), 32-34.

Spiegato. (2023). ¿Cuáles son los diferentes tipos de equipos de minería? España: Spiegato. <https://spiegato.com/es/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-equipos-de-mineria#:~:text=Hay%20muchos%20tipos%20diferentes%20de%20herramientas%20que%20pueden,de%20la%20mina%2C%20como%20vagones%2C%20palas%20y%20ventiladores>

Sureda, R.J. (2008). *Historia de la mineralogía*. Argentina: Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Naturales; Universidad Nacional de Tucumán.

Thomas-Muñoz, R. (2021). ¿Qué falta para entender la sustentabilidad? *Revista Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, XXVII(54), 76-108. <https://www.redalyc.org/journal/316/31669754005/31669754005.pdf>

Torre, E. (2013). Época colonial: siglos XVI y XVII. En León-Portilla (ed.), *Historia documental de México I. (455-644)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas.

Torres, R. y García-Bernal, N. (2021). *Minería verde: la concepción holística de la minería sustentable*. Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33160/2/Mineria\\_Verde\\_la\\_Concepcion\\_Holistica\\_de\\_la\\_Mineria\\_Sustentable.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33160/2/Mineria_Verde_la_Concepcion_Holistica_de_la_Mineria_Sustentable.pdf)

Universidad Nacional Autónoma de México. (2023). *Condiciones de la minería en la Colonia*. México: UNAM, Facultad de Ingeniería, Palacio de Minería.

- <https://www.palaciomineria.unam.mx/historia/colonial.php#:~:text=El%20auge%20mi%20nero%2C%20que%20se,por%20un%20per%2C%20Dodo%20de%20estancamiento.>
- Universidades de México. (2018). *¿Dónde estudiar carreras universitarias en ciencias de la tierra?* México. <https://universidadesdemexico.mx/noticias/donde-estudiar-ciencias-de-la-tierra>
- Uribe-Salas, J.A. (2006). Labor de Andrés Manuel del Río en México: profesor en el Real Seminario de Minería e innovador tecnológico en minas y ferrerías. *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, LVIII(2), 231-260.
- Valencia-Martínez, A, Pérez-Angón, M.A. y Robles-Belmont, E. (2022). Tendencias de producción de las patentes concedidas en la minería mexicana, 1970-2020. *Revista Investigación Bibliotecológica*, 36(91), 167-192. <http://dx.doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2022.91.58526>
- Valencia-Martínez, A. (2018). *Modelo ontológico de información para estudiar las primeras formas de comunicación científica moderna en el tema de mineralogía en México, 1795-1849*. (Tesis de Licenciatura). Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía, Ciudad de México.
- Valencia-Martínez, A. (2023). Contribuciones de la mujer en el desarrollo de la minería en México de 2011 a 2021. En Gutiérrez-Muller, B. y Mendieta-Ramírez, A. (coords.), *La voz de las mujeres científicas*. Ciudad de México: Tirant Humanidades.
- Valencia-Martínez, A., Mondragón-Colín, C., Collazo-Reyes, F., Pérez-Angón, M. (2022). Emerging of the mineralogy discourse in Mexico (1795-1849): a taxonomy of objects, procedures, and instruments. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 74(1), A100921. <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2022v74n1a100921>
- Valencia-Martínez, A., Robles-Belmont, E. y Pérez-Angón, M.A. (2022). Identificación de las funciones de comunicación y los estilos argumentativos en la literatura científica de la mineralogía mexicana (1792-2019): aproximación geohistoriométrica. En Vélez-Cuartas, G. et al. (coords.), *Métricas de la producción académica: evaluación de la investigación desde América Latina y el Caribe*. (205-232). Buenos Aires: CLACSO; Medellín: Latmétricas. <https://doi.org/10.54871/cl5cn10h>
- Valle-González, A. (s.f.). *Historia de la Mineralogía*. España: Universidad de Valladolid. [https://www.academia.edu/14859243/HISTORIA\\_DE\\_LA\\_MINERALOGIA\\_A\\_del\\_Valle\\_Gonz%C3%A1lez](https://www.academia.edu/14859243/HISTORIA_DE_LA_MINERALOGIA_A_del_Valle_Gonz%C3%A1lez)
- Vallejo-Ríos, E. (2023). *Estudio bibliométrico de los patrones de comunicación de la literatura científica publicada en México de 1800-1950*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Bibliotecología, Ciudad de México.
- Vallejo-Velasquez, J.C. (2014). *Manual de Geología*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.
- Vega y Ortega Báez, R.A. (2018). Panorama de las patentes tecnológicas a través de las publicaciones oficiales del Segundo Imperio, 1864-1867. *Saberes, Revista de Historia de las Ciencias y las Humanidades*. 1(3), 81-100.

- Vela-Almeida, D. y León, M. & Lewinsohn, J.L. (2021). *Indicadores de sostenibilidad en la minería metálica*. Naciones Unidas.
- Velasco-Ávila, C. (1998). Nuevo auge minero: el porfiriato. En Herrera-Canales, I., *La minería mexicana: de la colonia al siglo XX*. México: Instituto Mora; El Colegio de Michoacán; El Colegio de México; UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas.
- Velho, L. (2011). La ciencia y los paradigmas de la política científica, tecnológica y de innovación. En Arellano Hernández, A. (Dir.), *Estudio Social de la ciencia y la tecnología desde América Latina* (99-123). Bogotá: Siglo del Hombre Editores.
- Vessuri, H. (2014). Dinámica y tensiones de la internacionalización científica de América Latina. *Cuadernos Hispanoamericanos*, (769-770), 16-26.
- Vidal, R. (2012). La minería metálica prehistoria en la península ibérica. *Lurralde: investigación y espacio*, (35), 67-78.
- Witker, J. (2018). La actividad minera, el nuevo TLCAN y los derechos humanos. *Boletín mexicano de derecho comparado*, *LI* (153), 739-760. <https://doi.org/10.22201/ijj.24484873e.2018.153.13655>
- Zamora-Ayala, V.C. (2003). El conocimiento de los metales y su beneficio por los indígenas. *Acta Universitaria*, *13*(1), 36-48. <https://www.redalyc.org/pdf/416/41613105.pdf>
- Záyago-Lau, E. y Foladori, G. (2010). La nanotecnología en México: un desarrollo incierto. *Economía, Sociedad y Territorio*, *X*(32), 143-178. <https://www.redalyc.org/pdf/111/11112509006.pdf>
- Zrta-Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28), 409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

## ANEXOS

### **Anexo 1. Empresas mineras de México y sus proyectos en operación.**

Clave	Empresa	Proyecto (s)	Produce	Lugar donde produce	País
1	Advance Lithium Corp. (antes Advance Gold Corp.)	Tabasqueña	Plata	Zacatecas	Canadá
		Venaditas	Plata	Zacatecas	
		Maxy	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
		El Cristalillo	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
		La Prieta	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
		El Perdido	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
2	Advance Lithium Corp. (antes Advance Gold Corp.) / Silver Valley Metals Corp. (antes Organimax Nutrient Corp.)	Saldívar	Litio, Potasio, Boro	San Luis Potosí	Canadá
		La Doncella	Litio, Potasio, Boro	San Luis Potosí	
		Colorada	Litio, Potasio, Boro	San Luis Potosí	
		Las Casas	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
		Chapala	Litio, Potasio, Boro	San Luis Potosí	
		El Barril	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
		Las Casas	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
		Agrito	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
		Hernández, Laguna Larga	Litio, Potasio, Boro	Zacatecas	
		La Salada	Litio, Potasio, Boro	San Luis Potosí	
		Salitral	Litio, Potasio, Boro	San Luis Potosí	
3	Agnico-Eagle Mines Limited	Pinos Altos	Oro, Plata	Chihuahua	Canadá
		Crestón-Mascota	Oro, Plata	Chihuahua	
		La Magnetita	Oro	Guerrero	
		Santa Gertrudis	Oro, Cobre, Molibdeno	Sonora	
		La India-Tarachi	Oro, Plata	Sonora	
4	Agnico-Eagle Mines Limited / Compañía Minera De Atengo	El Barqueño	Oro, Plata	Jalisco	Canadá
5	Agnico-Eagle Mines Limited 75.5% / Colibri Resource Corp. 24.5%	Pitaya - Colibrí	Oro, Plata	Sonora	Canadá
6	Alamos Gold Inc.	Esperanza	Oro, Plata, Cobre	Morelos	Canadá
		Mulatos / Gpo. Salamandra	Oro	Sonora	
		Cerro Pelón y La	Oro	Sonora	

		Yaqui			
		El Chanate	Oro	Sonora	
7	Alien Metals Ltd. (Antes Arian Silver)	Donovan	Oro, Plata	Zacatecas	Inglaterra
		Los Campos	Oro, Plata	Zacatecas	
		San Celso & Ojocaliente	Plata, Plomo, Zinc	Zacatecas	
		San José	Plata, Plomo, Zinc	Zacatecas	
8	Almaden Minerals Ltd.	Ixtaca	Oro, Plata	Puebla	Canadá
9	Almadex Minerals Ltd.	El Chato	Oro, Plata	Puebla	Canadá
		Nueva España	Oro, Plata	Puebla	
		Lajas	Oro, Plata	San Luis Potosí	
		San Carlos	Oro, Plata	Tamaulipas	
		San Pedro	Oro, Plata	Jalisco	
		Mezquites	Oro, Plata	Nayarit	
		Yago	Oro, Plata	Nayarit	
		Vicky	Plata, Cobre, Plomo, Zinc	Coahuila de Zaragoza	
10	Aloro Mining Corp.	Los Venados	Oro, Plata	Sonora	Canadá
11	Altaley Mining Corporation	Tahuehueto	Oro, Plata	Durango	Canadá
		Campo Morado-G9	Oro, Plata, Cobre, Zinc, Plomo	Guerrero	
12	Americas Gold And Silver Corp.	Operaciones Cosalá	Oro, Plata, Zinc, Cobre, Plomo	Sinaloa	Canadá
		San Felipe	Plata, Zinc, Plomo	Sonora	
13	Arcelormittal Steel Company N.V.	Complejo Las Truchas, El Volcán y El Mango	Fierro	Michoacán	Luxemburgo
14	Argonaut Gold Inc	San Antonio, El Triunfo, Las Colinas	Oro, Plata	Baja California Sur	Estados Unidos
		El Castillo	Oro, Plata	Durango	
		Cerro del Gallo-San Antón	Oro, Plata	Guanajuato	
		Ana Paula	Oro	Guerrero	
		La Colorada	Oro, Plata	Sonora	
15	Aura Minerals Inc.	Aranzazú	Cobre, Oro, Plata	Zacatecas	Inglaterra
16	Auxico Resources Canada Inc.	Zamora	Oro, Plata	Sinaloa	Canadá
17	Avino Silver & Gold Mines Ltd. / Samsung C & T Corp.	Aranjuez	Oro, Plata	Durango	Canadá
		Mina Avino y San Gonzalo	Oro, Plata	Durango	
		Ana María	Plata, Oro, Plomo, Zinc, Fierro, Manganeso	Durango	
		El Hueco	Oro, Plata	Durango	

		El Laberinto	Oro, Plata	Durango	
18	Aztec Minerals Corp. / Kootenay Silver Inc.	Cervantes	Oro, Cobre, Molibdeno	Sonora	Canadá
19	Azucar Minerals Ltd.	El Cobre	Cobre, Oro	Veracruz	Canadá
20	Azure Minerals Ltd.	Promontorio / La Cascada	Oro, Plata	Chihuahua	Australia
		San Agustín	Oro, Plata	Durango	
		Telix	Grafito	Oaxaca	
		El Alacrán y Palo Seco	Cobre, Molibdeno, Oro	Sonora	
		El Tecolote	Cobre, Zinc, Plata	Sonora	
		Sara Alicia	Oro, Cobalto	Sonora	
		Panchita	Oro, Plata	Sonora	
		Oposura	Zinc, Plomo, Plata	Sonora	
21	Bacanora Lithium Plc / Ganfeng Lithium	Sonora Pilot Plant	Litio, Potasio	Sonora	Inglaterra
22	Bacanora Lithium Plc / Ganfeng Lithium/ Candence Minerals Plc	Buenavista, Megalit, San Gabriel	Carbonato de Litio	Sonora	Inglaterra
		Sonora-Lithium (Fleur y El Sauz)	Carbonato de Litio	Sonora	
		Ventana	Carbonato de Litio	Sonora	
		Magdalena-Tubutama (Cajón, Bellota y Pozo Nuevo)	Boratos	Sonora	
23	Barksdale Resources Corp.	San Javier	Cobre, Oro	Sonora	Canadá
24	Benjamin Hill Mining Corp.	Benjamin Hill	Oro	Sonora	Canadá
25	Brigadier Gold Limited	Picachos	Oro, Plata	Sinaloa	Canadá
26	Canasil Resources Inc.	Carina	Oro, Plata	Durango	Canadá
		Colibrí	Plata, Cobre, Plomo, Zinc, Oro	Durango	
		Vizcaíno	Oro, Plata	Durango	
		La Esperanza	Plata, Oro, Zinc, Plomo	Zacatecas	
27	Canasil Resources Inc. 51% / Pan American Silver Corp.	Nora	Oro, Plata	Durango	Canadá
		Salamandra / Victoria	Zinc, Plata, Cobre	Durango	
28	Candelaria Mining Corp.	Pinos Distrito	Oro, Plata	Zacatecas	Canadá
29	Candelaria Mining Corp. / Agnico Eagle Mines	Caballo Blanco	Oro, Plata, Cobre	Veracruz	Canadá
30	Canuc Resources Corp.	San Javier	Oro, Plata	Sonora	Canadá

31	Capitan Mining Inc.	Peñoles (El Capitán / Jesús María)	Plata, Oro, Plomo, Zinc	Durango	Canadá
32	Capstone Mining Corp.	Cozamin	Cobre, Plata, Plomo, Zinc	Zacatecas	Canadá
33	Chesapeake Gold Corp.	Metates	Oro, Plata, Zinc	Durango	Canadá
		San Javier	Plata, Plomo, Zinc	Durango	
		Metates Plant	Oro, Plata, Zinc	Sinaloa	
		Tatatila	Oro, Cobre, Fierro	Veracruz	
34	Coeur Mining Inc.	Complex Palmarejo	Oro, Plata	Chihuahua	Estados Unidos
		Trogan	Oro, Plata	Chihuahua	
		La Preciosa	Oro, Plata	Durango	
35	Colibri Resource Corp.	Evelyn	Oro	Sonora	Canadá
36	Colibri Resource Corp. / Silver Spruce Resources Inc.	Jackie	Oro	Sonora	Canadá
		Diamante	Oro, Plata	Sonora	
37	Colibri Resource Corp. / Tocvan Ventures Inc	Pilar	Oro	Sonora	Canadá
38	Comet Resources Limited	Santa Teresa	Oro, Plata	Baja California	Revisar
39	Commander Resources Ltd.	Pedro	Oro, Plata	Durango	Canadá
		La Parrandera	Oro, Plata	Durango	
40	Consolidated Zinc Ltd.	Mina Plomosas	Zinc, Plomo, Plata	Chihuahua	Australia
41	Covia Holdings Corp.	Canoitas	Arena Sílica	Coahuila	Estados Unidos
		Ahuazotepec	Feldespató Sódico, Fierro	Puebla	
		Jáltipan	Arena Sílica	Veracruz	
		San Juan	Arena Sílica	Veracruz	
		San José	Arena Sílica	Guanajuato	
42	Defiance Silver Corp	Minerva	Plata, Plomo, Zinc	Coahuila	Canadá
		Zacatecas- Veta Grande	Oro, Plata	Zacatecas	
		Lagartos	Plata	Zacatecas	
		San Acacio	Plata	Zacatecas	
		Tepal	Cobre, Oro, Plata	Michoacán	
43	Del Toro Silver Corp.	Dos Naciones	Cobre, Plata, Zinc, Oro	Sonora	Estados Unidos
44	Discovery Silver Corp. (antes Discovery Metals Corp.)	Cordero-Sansón	Plata, Plomo, Zinc, Oro	Chihuahua	Canadá
		Jemi	Plata, Zinc, Plomo	Coahuila	
		Rare Earth	Plata, Zinc, Plomo	Coahuila	
		La Kika	Plata, Zinc, Plomo	Coahuila	
		La Minerva	Plata, Zinc, Plomo	Coahuila	
		Monclova	Plata, Zinc, Plomo	Coahuila	
Puerto Rico	Plata, Zinc, Plomo, Cobre	Coahuila			

		Santa Rosa	Oro, Zinc	Coahuila	
45	Dowa Mining Company Ltd. / Sumitomo Corporation / Peñoles	Tizapa	Zinc, Plomo, Plata	Estado de Mexico	Japon
46	Endeavour Silver Corp.	Guanaceví	Oro, Plata	Durango	Canadá
		Bolañitos	Oro, Plata	Guanajuato	
		Lourdes	Oro, Plata	Guanajuato	
		Terronera	Oro, Plata	Jalisco	
47	Endeavour Silver Corp. / Osisko Gold Royalties Ltd. 2.4%	Parral	Plata, Oro, Zinc	Chihuahua	Canadá
48	Equinox Gold Corp.	Los Filos	Oro	Guerrero	Canadá
		Las Mercedes	Oro, Plata	Sonora	
49	Excellon Resources Inc.	Platosa	Plata, Plomo, Zinc	Durango	Canadá
		Saltillera	Plata, Plomo, Zinc	Durango	
		Rincón del Caído	Plata, Plomo, Zinc	Durango	
50	Fabled Silver Gold Corp.	Santa María	Plata, Oro	Chihuahua	Canadá
51	First Majestic Silver Corp.	La Encantada	Plata	Coahuila	Canadá
		La Guitarra	Oro, Plata	Estado de México	
		Grupo Jalisco	Oro, Plata, Plomo	Jalisco	
		La Luz	Plata	San Luis Potosí	
		El Ermitaño	Oro, Plata	Sonora	
52	First Majestic Silver Corp. / Sandstorm Gold Ltd	Santa Elena	Plata, Oro	Sonora	Canadá
53	First Majestic Silver Corp. / Weaton Precious Metals	San Dimas	Oro, Plata	Durango	Canadá
54	Fortuna Silver Mines Inc.	San José	Oro, Plata	Oaxaca	Canadá
55	Fortuna Silver Mines Inc. / Radius Gold Inc.	Tlacolula, Mario, Don Mario	Oro, Plata	Oaxaca	Canadá
56	Fortune Bay Corp.	Ixhuatán	Oro	Chiapas	Canadá
57	Explora por: Oro Frontera Copper Corp. / Investure Group, S.A. de C.V.	Piedras Verdes	Cobre	Sonora	Canadá
58	Galore Resources Inc.	Dos Santos	Oro	Zacatecas	Estados Unidos
59	Garibaldi Resources Corp.	Iris	Oro, Plata	Chihuahua	Canadá
		La Patilla	Oro, Plata	Sinaloa	
		Tonichi	Oro, Plata	Sonora	
		Rodadero	Plata	Sonora	

60	Gatos Silver Inc. / Dowa Metals & Mining Co. Ltd.	Los Gatos	Plata, Plomo, Zinc	Chihuahua	Estados Unidos
		Santa Valeria	Plata, Plomo, Zinc	Chihuahua	
61	GFM Resources Limited / Metallorum	La Casita	Oro	Durango	Canadá
62	Glassia / Hidalglass, S.A. de C.V.	Mineral de la Reforma	Arena Sílica (vidrio)	Hidalgo	Italia
63	Gogold Resources Inc.	Parral Tailings / Esmeralda	Plata, Oro	Chihuahua	Canadá
		Los Ricos	Plata	Jalisco	
64	Gold Resource Corp.	Alta Gracia	Oro, Plata	Oaxaca	Estados Unidos
		El Chamizo	Oro, Plata	Oaxaca	
		El Rey	Oro, Plata	Oaxaca	
		Las Margaritas	Oro, Plata	Oaxaca	
		El Águila	Oro, Plata	Oaxaca	
		El Fuego	Oro, Plata	Oaxaca	
		Mina Mirador	Oro, Plata	Oaxaca	
		Mina Arista	Oro, Plata	Oaxaca	
65	Golden Goliath Resources Ltd.	San Timoteo	Oro, Plata	Chihuahua	Canadá
		La Cruz	Oro, Plata	Chihuahua	
66	Golden Minerals Company	Yoquivo	Oro, Plata	Chihuahua	Estados Unidos
		Santa María	Oro, Plata	Chihuahua	
		Flechas	Oro, Plata	Durango	
		Velardeña	Oro, Plata	Durango	
		Rodeo	Oro, Plata, Cobre, Zinc, Plomo	Durango	
67	Golden Tag Resources Ltd.	San Diego	Plata, Oro	Durango	Canadá
68	Goldgroup Mining Inc.	Cerro Prieto Group	Oro, Plata, Plomo, Zinc	Sonora	Canadá
69	Goldgroup Mining Inc. / Dyna Resource Inc.	San José de Gracia	Oro	Sinaloa	Canadá
70	GR Silver Mining Ltd. (Antes Goldplay Exploration Ltd.)	Plomosas	Oro, Plata, Plomo, Zinc	Sinaloa	Canadá
		El Habal	Oro, Plata, Plomo, Zinc	Sinaloa	
		El Placer II	Oro, Plata	Sinaloa	
		San Marcial	Oro, Plata, Plomo, Zinc	Sinaloa	
		Villa Unión	Oro, Plata	Sinaloa	
		Yauco	Oro, Plata	Sinaloa	
		La Trinidad	Oro	Sinaloa	
71	Great Panther Mining Ltd.	Topia	Plata, Oro, Plomo, Zinc	Durango	Canadá
		Complejo Guanajuato	Oro, Plata	Guanajuato	
		Santa Rosa	Oro, Plata	Guanajuato	

		El Horcón	Oro, Plata	Jalisco	
		Plomo	Oro	Sonora	
72	Guanajuato Silver Company Ltd. (Antes Vangold Mining Corp.)	El Cubo y Las Torres	Oro, Plata	Guanajuato	Canadá
		Analy I y II	Plata, Plomo, Zinc	Guanajuato	
		Patito I y Patito II	Oro, Plata	Guanajuato	
		Pingüico	Oro, Plata	Guanajuato	
		Three Amigos	Oro, Plata, Plomo, Zinc	Querétaro	
73	Hecla Mining Company	San Sebastián	Plata, Oro	Durango	Canadá
74	Heliostar Metals Ltd. (antes Redstar Gold Corp.)	Oso Negro	Plata, Oro, Zinc, Plomo	Sonora	Canadá
75	Heliostar Metals Ltd. (antes Redstar Gold Corp.) / Orogen Royalties Inc	La Lola	Oro, Plata	Sonora	Canadá
		Cumaro	Oro, Plata	Sonora	
76	Holcim / La Farge	Apaxco	Caliza, Agregados Pétreos / Cementos	Estado de México	México
77	Impact Silver Corp.	Cuchara Oscar / San Ramón	Plata, Oro	Estado de México	Canadá
		Zacualpan / Guadalupe	Plata, Oro	Estado de México	
78	Inomin Mines Inc.	Pena Blanca	Oro, Plata	Oaxaca	Canadá
		La Gitana	Oro, Plata	Oaxaca	
79	Invecture Group, S.A. de C.V. / Frontera Mining Corp.	Los Cardones	Oro, Plata	Baja California	México
80	Kingsmen Resources Ltd.	La Trini	Plata, Oro, Telurio	Jalisco	Canadá
81	Kootenay Silver Inc.	La Cigarra	Plata	Chihuahua	Canadá
		Columba	Plata	Chihuahua	
		Copalito	Oro, Plata	Sinaloa	
82	Kootenay Silver Inc. / Pan American Silver	Promontorio y La Negra	Oro, Plata	Sonora	Canadá
83	Korea Resources Corporation / Hyundai Hysco / Camrova Resources Inc.	El Boleo	Cobre, Cobalto, Zinc	Baja California Sur	Corea
84	Madoro Metals Corp.	Rama de Oro	Oro, Plata, Cobre	Oaxaca	Canadá
		Yautepec	Oro, Plata	Oaxaca	
		Magdalena	Oro, Plata	Oaxaca	
85	Mag Silver Corp. 44% / Fresnillo Plc 56%	Juanicipio / Valdecañas	Plata	Zacatecas	Canadá
86	Magna Gold Corp	San Francisco	Oro	Sonora	Canadá
		Mercedes	Plata, Oro	Sonora	
		San Judas	Oro	Sonora	

		Las Marias / Las Cabañas	Plata, Oro	Sonora	
		Pima	Plata, Plomo, Zinc	Sonora	
		Los Muertos	Plata, Oro	Sonora	
		La Fortuna	Plata, Oro	Sonora	
		Margarita	Plata, Oro	Chihuahua	
87	Mammoth Resources Ltd	Tenoriba-Sucara	Oro, Plata, Cobre	Chihuahua	Canadá
88	Masivo Silver Corp.	La Nueva Victoria	Oro, Plata	Nayarit	Estados Unidos
		La Higuera	Oro, Plata	Nayarit	
		El Colomo	Oro, Plata	Durango	
89	McEwen Mining Inc.	El Gallo / Magistral	Oro, Plata	Sinaloa	Canadá
		Fénix	Oro, Plata	Sinaloa	
90	Mexican Gold Mining	Las Minas	Oro, Plata, Cobre	Veracruz	Canadá
91	Mexital Mining	Los italianos	Cobre, Oro	Sonora	México
		Aros	Carbonato de Litio	Sonora	
		Constantina	Cobre, Oro	Sonora	
		La Verónica	Oro	Sonora	
92	Mexus Gold US	Mina de Julio / Santa Elena	Oro, Plata	Sonora	Estados Unidos
93	Millrock Resources Inc.	Guadalcazar-Dolores-Calaminas	Oro, Plata, Plomo, Zinc	San Luis Potosí	Canadá
		Los chinos - Los Amoles	Oro, Plata, Zinc, Plomo, Uranio	Sonora	
		Villa Hidalgo	Oro, Plata	Sonora	
		Batamote	Oro, Plata	Sonora	
		La Navidad	Oro	Sonora	
94	Millrock Resources Inc. / Sandstorm Gold Ltd. (Royalty)	Los Chivos	Plata, Oro	Baja California	Canadá
		Ramard	Oro	Sonora	
		Violeta	Plata, Oro	Sonora	
95	Minaurum Gold Inc.	Biricu	Oro, Plata	Guerrero	Canadá
		Vuelcos del Destino	Oro	Guerrero	
		Aurena	Oro, Plata	Oaxaca	
		Santa Marta	Cobre, Oro	Oaxaca	
		Adelita	Oro, Plata	Sonora	
		Aurifero	Oro, Plata	Sonora	
		Álamos (La Quintera)	Oro, Plata	Sonora	
96	Minaurum Gold Inc. / Fortuna Silver Mines Inc.	Taviche	Oro, Plata	Oaxaca	Canadá
97	MinCore Inc.	Tameapa	Cobre, Molibdeno,	Sinaloa	Canadá

			Oro, Plata		
98	Minera Alamos Inc.	La Fortuna	Oro, Plata	Durango	Canadá
		Santana	Oro, Plata, Cobre	Sonora	
		Los Verdes y Potreritos	Cobre, Molibdeno	Sonora	
		Cerro de Oro	Oro, Plata	Zacatecas	
99	Mithril Resources Ltd.	Copalquín	Oro, Plata	Durango	Australia
100	Mitsubishi Corporation (49%) / Exportadora de Sal, S.A. de C.V. (ESSA) (51% FiFo Minero)	Guerrero Negro	Cloruro de sodio	Baja California Sur	Japon
101	Molibdenos y Metales, S.A.	MolyMex	Óxido de Molibdeno	Sonora	Chile
102	Monarca Minerals Inc. (antes Ores Silver Inc.)	San José	Oro, Plata, Plomo, Zinc, Cobre	Chihuahua	Canadá
		San Lucas	Plata, Oro	Durango	
		Tejamen	Plata, Oro, Plomo, Zinc	Durango	
103	Mundoro Capital Inc.	Camargo	Oro, Plata, Cobre, Plomo, Zinc	Chihuahua	Canadá
104	New Gold Inc.	Cerro San Pedro	Plata, Oro	San Luis Potosí	Canadá
105	Newmont Corporation	El Sauzal	Oro, Plata	Chihuahua	Estados Unidos
106	Newmont Corporation / 25 % Weaton Precious Metals	Peñasquito-Noche Buena	Plata, Oro, Plomo, Zinc	Zacatecas	Estados Unidos
107	Odyssey Marine Exploration	Don Diego	Óxido de Fósforo (P2O5)	Baja California Sur	Estados Unidos
108	One World Lithium	Salar del Diablo	Litio	Baja California	Canadá
109	Orex Minerals Inc.	San Luis del Cordero	Plata, Cobre, Zinc	Durango	Canadá
110	Orex Minerals Inc. / Fresnillo Plc	Coneto	Plata, Oro	Durango	Canadá
111	Orex Minerals Inc. / Pan American Silver Corp	Sandra - Escobar	Plata, Oro	Durango	Canadá
112	Orion Mine Finance	La Negra	Plata, Plomo, Zinc, Cobre	Querétaro	Estados Unidos
113	Orla Mining Limited	Camino Rojo	Oro, Plata, Zinc, Plomo	Zacatecas	Canadá
114	Oroco Resources Corp.	Salvador	Oro	Guerrero	Canadá
		Xochipala	Oro	Guerrero	
		Santo Tomás	Cobre, Oro, Plata, Molibdeno	Sinaloa	

115	Orogen Royalties Inc.	Sarape	Oro, Plata	Sonora	Canadá
116	Orogen Royalties Inc. / Altius Minerals Corp.	Llano del Nogal	Oro, Plata	Sonora	Canadá
117	Osisko Gold Royalties Ltd.	Guerrero	Oro	Guerrero	Canadá
118	Palamina Corp.	El Santuario	Plata, Oro	Hidalgo	Canadá
119	Pan American Silver Corp.	Dolores	Oro, Plata	Chihuahua	Canadá
		Álamo Dorado	Oro, Plata	Sonora	
120	Pan American Silver Corp. / Maverix Metals Inc	La Colorada	Plata	Zacatecas	Canadá
121	Pan American Silver Corp. / Maverix Metals Inc. (5% Gold Stream)	La Bolsa	Oro, Plata	Sonora	Canadá
122	Pantera Silver Corp.	Nuevo Taxco	Plata, Oro	Guerrero	México
123	Plata Latina Minerals Corp.	La Carmen - La Joya	Plata, Oro	Hidalgo	Canadá
124	Plata Latina Minerals Corp. / Fresnillo Plc	Naranjillo de las 4 Sábilas	Plata, Oro	Guanajuato	Canadá
125	Prime Mining Corp.	Los Reyes	Oro, Plata	Sinaloa	Canadá
126	Prismo Metals Corp.	Palos Verdes	Oro, Plata, Cobre, Plomo, Zinc	Sinaloa	Canadá
		Los Pavitos	Oro, Plata, Cobre, Plomo, Zinc	Sonora	
127	Radius Gold Inc.	Maricela	Oro, Plata	Sonora	Canadá
		Rambler	Plata, Oro, Cobre, Zinc, Plomo	Chihuahua	
		Plata Verde	Plata	Chihuahua	
128	Radius Gold Inc. / Pan American Silver Corp.	Amalia	Plata, Oro	Chihuahua	Canadá
129	Ranchero Gold Corp.	Santa Daniela	Oro	Sonora	Canadá
130	Reverté Minerals	Dinamita	Mármol, Carbonato de Calcio	Durango	España
131	Reyna Silver Corp.	Gui Gui	Plata	Chihuahua	Canadá
		El Durazno	Oro, Plata	Sonora	
		Don Fippi / Batopilas	Plata, Plomo, Zinc	Chihuahua	
		La Reyna	Plata, Plomo, Zinc	Chihuahua	
		Matilde	Oro, Plata, Cobre	Sonora	
132	Ridgestone Mining Inc.	Rebeco	Cobre, Oro	Sonora	Canadá
133	Ridgestone Mining Inc. / Endeavour Silver Corp	Guadalupe y Calvo	Oro, Plata	Chihuahua	Canadá
134	Riverside Resources Inc.	El Valle	Oro	Sonora	Canadá
		El Pimal	Oro	Sonora	
		Ariel	Oro	Sonora	
		Palo Fierro	Cobre	Sonora	

		Suaqui Verde	Cobre	Sonora	
		Sandy (Australia)	Oro	Sonora	
		Tajitos	Oro	Sonora	
135	Riverside Resources Inc. / Sinaloa Resources Inc.	Riverside Resources Inc. / Sinaloa Resources Inc.	Oro, Plata	Sinaloa	Canadá
136	Riverside Resources Inc. / Carlyle Commodities Corp.	Cuarentas	Oro, Plata	Sonora	Canadá
137	Rochester Resources Ltd	Mina Real - San Francisco	Oro, Plata	Nayarit	Canadá
		Santa Fe	Oro, Plata	Nayarit	
138	Sable Resources Ltd.	La Vinata	Plata, Oro	Chihuahua	Canadá
		El Escarpe	Oro, Plata	Querétaro	
		Manzana I	Plata, Oro	Chihuahua	
139	Saint Gobain	San Luis Potosí	Yeso	San Luis Potosí	México
140	Santacruz Silver Mining Ltd.	El Rosario	Plata, Oro, Zinc, Plomo	San Luis Potosí	Canadá
		Minillas	Plata, Plomo, Zinc, Oro	Zacatecas	
		Veta Grande (Contracuña Mill)	Plata, Plomo, Zinc, Oro	Zacatecas	
		Zimapán (El Carrizal)	Plata, Plomo, Zinc, Cobre	Hidalgo	
141	Santana Minerals Limited	Cuitaboca	Oro, Plata	Sinaloa	Australia
142	Sierra Metals Inc	Bolívar / Val	Zinc, Cobre, Plata, Oro	Chihuahua	Canadá
		Piedras Verdes Mill	Zinc, Cobre, Plata, Oro	Chihuahua	
		Bacerac	Oro, Plata	Sonora	
		Batopilas	Oro	Chihuahua	
		Moris	Oro, Plata	Chihuahua	
		Oribo	Oro, Plata	Chihuahua	
		Arechuyvo	Oro, Plata	Chihuahua	
		Cusi (San Miguel mine)	Zinc, Cobre, Plata, Oro	Chihuahua	
143	Silver Bull Resources Inc.	Sierra Mojada	Plata, Plomo, Zinc	Coahuila	Canadá
144	Silver Crest Metals Inc.	Cruz de Mayo	Oro, Plata	Sonora	Canadá
		Las Chispas	Oro, Plata	Sonora	
145	Silver Dollar Resources Inc. / First Majestic Silver Corp.	La Joya	Plata, Cobre, Oro	Durango	Canadá
146	Silver Spruce	Pino de Plata	Plata, Plomo, Zinc,	Chihuahua	Canadá

	Resources Inc.		Cobre, Oro		
147	Silver Spruce Resources Inc. / Colibri Resource Corp.	El Mezquite	Oro	Sonora	Canadá
148	Silver Tiger Metals	El Tigre	Oro, Plata	Sonora	Canadá
149	Silver Viper Minerals Corp.	Virginia	Oro, Plata	Sonora	Canadá
150	Silvertone Metals Corp	Plutón	Plata, Plomo, Zinc	Durango	Canadá
		Peñasco Quemado / Cerro de Plata	Plata, Oro	Sonora	
		La Frazada	Plata	Nayarit	
151	Sojitz Corp.	Barita de Sonora	Sulfato de Bario	Sonora	Japón
152	Solaris Copper Inc. 60% / Teck Resources Limited 40%	La Verde	Plata, Cobre	Michoacán	Canadá
153	Solis Minerals	El Cobre / Mina Anita	Oro, Plata, Cobre	Sonora	Canadá
154	Sonoro Gold Corp.	Cerro Caliche	Oro	Sonora	Canadá
		San Marcial	Plata, Oro	Sonora	
155	Southern Silver Exploration Corp.	Cerro Las Minitas	Oro, Plata, Plomo, Zinc	Durango	Canadá
156	SSR Mining	La Pitarrilla	Plata, Plomo, Zinc	Durango	Canadá
157	Starcore International Mines Ltd.	San Martín	Oro, Plata	Querétaro	Canadá
		Planta Altiplano	Oro, Plata	San Luis Potosí	
		El Crestón Moly	Cobre, Molibdeno	Sonora	
158	Stroud Resources Ltd.	Santo Domingo	Oro, Plata	Jalisco	Canadá
159	Sun Summit Minerals Corp.	Ángeles	Oro, Plata	Sonora	Canadá
		1068 proyecto	Cobre, Oro, Molibdeno	Sonora	
		Mariana	Oro, Plata, Cobre	Sonora	
		Espíritu SMR	Cobre, Molibdeno, Oro, Plata, Plomo, Zinc	Sonora	
160	Tarachi Gold Corp.	Magistral del Oro Mill	Oro	Durango	Canadá
161	Teck Resources Ltd.	San Nicolás	Cobre, Zinc, Oro	Zacatecas	Canadá
162	Ternium	Piscila / Cayacal / Arrayanes	Fierro	Colima	Luxemburgo
		Sierra del Alo	Fierro	Jalisco	
		Aguila	Fierro	Michoacán	
163	Ternium / Techint	El Encino	Fierro	Jalisco	Luxemburgo
164	Ternium 50 % / Arcelormittal Steel Company N.V. 50%	Peña Colorada	Fierro	Colima	Luxemburgo

165	Terreno Resources / Maverix Metals Inc.	Cucharas	Oro, Plata	Nayarit	Canadá
166	Tocvan Ventures Inc. / Millrock Resources Inc.	Picacho	Oro	Sonora	Canadá
167	Torex Gold Resources Inc.	Reserva Morelos, El Limón - Guajes (ELG)	Oro	Guerrero	Canadá
		Media Luna	Oro	Guerrero	
168	UC Resources Ltd.	Mar	Oro, Plata	Jalisco	Estados Unidos
		La Yesca	Oro, Plata	Nayarit	
169	United States Antimony Corp (USAC)	Estación Madero	Antimonio	Coahuila	Estados Unidos
		Guadalupe	Antimonio	Zacatecas	
		Los Juárez	Plata, Antimonio	Querétaro	
		San Antonio de la Cal	Plata, Antimonio	Guanajuato	
		Soyatal	Plata, Antimonio	Querétaro	
		Wadley	Antimonio	San Luis Potosí	
170	Valterra Resources Corp.	Los Reyes	Cobre, Oro	Chihuahua	Canadá
171	Vizla Resources Corp.	Pánuco	Oro, Plata	Sinaloa	Canadá
172	VVC Exploration Corporation	La Tuna	Oro, Cobre	Sinaloa	Canadá
		Cumeral	Oro	Sonora	
173	VVC Exploration Corporation / Firex, S.A. de C.V.	La Gloria (Samalayuca)	Cobre	Chihuahua	Canadá
174	Wealth Minerals Ltd.	Coronado	Oro, Plata, Cobre	Chihuahua	Canadá
175	Xali Gold Corp. (antes Candente Gold Corp.)	El Oro (Jales)	Oro, Plata	Estado de México	Canadá
		Cocula	Oro	Jalisco	
		El Dorado	Oro, Plata	Nayarit	
176	Xtierra Inc.	La Zacatecana	Mercurio, Plata, Oro	Zacatecas	Canadá
177	Xtierra Inc. / Buchans Resources Limited 26%	Bilbao	Zinc, Plata, Cobre, Plomo, Oro, Estaño	Zacatecas	Canadá
178	Zacatecas Silver Corp.	Zacatecas properties	Plata, Oro, Zinc, Cobre	Zacatecas	Canadá
179	Zapata Exploration Ltd.	El Roble	Oro	Oaxaca	Canadá
		Geranio	Oro, Plata	Oaxaca	
		Lachatao	Oro, Plata	Oaxaca	
		Miranda	Oro	Sonora	
		Puertecitos	Oro	Sonora	
		San Ricardo	Oro	Sonora	
		Socorro	Oro	Sonora	
		Los Tamales	Cobre, Molibdeno	Sonora	

		Apache	Oro	Sonora	
		Batacosa	Cobre	Sonora	
		Las Margaritas	Oro	Durango	
180	Zenith Minerals / Alejo Monsiváis	Illescas	Litio, Potasio	Zacatecas	Australia
		San Juan	Litio, Potasio	Zacatecas	
		San Vicente	Litio, Potasio	Zacatecas	