



AGENDA DE INNOVACIÓN DE ZACATECAS

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.4 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

MINERÍA

Octubre, 2014

Índice

1 INTRODUCCIÓN A LAS ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN SELECCIONADAS POR LA AGENDA	9
1.1 Introducción a criterios de priorización utilizados	9
1.2. Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización	
11	
1.3. Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda.....	12
2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL	13
2.1. Breve descripción del área de especialización	13
2.2. Distribución del área de especialización en México	
16	
2.2.1. Relevancia económica, social y política del área de especialización en México	16
2.2.2. Cadena de valor y suministro en la región	30
2.3. Posicionamiento del estado en el área de especialización	
33	
2.4. Principales tendencias de innovación en el área de especialización a nivel mundial	35
2.4.1. Actores relevantes del área de especialización a nivel global	38
2.4.2. Identificación de las áreas tecnológicas que impactan al sector y su evolución en el tiempo	52
2.4.3 Identificación de áreas tecnológicas de mayor impacto futuro	53

3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN PARA EL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN.....	61
3.1.Mapa de los agentes del ecosistema de innovación	61
3.2.Principales IES y Centros de Investigación y principales líneas de investigación.....	62
3.2.1. Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación.....	63
3.3.Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización	65
3.3.1. Empresas líderes en el estado de Zacatecas.....	66
3.4.Evolución de apoyos en el área de especialización	70
4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN	73
4.1. Fortalezas.....	73
4.2. Oportunidades.....	73
4.3. Debilidades	74
4.4. Amenazas	74
5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN.....	75
6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN	79
7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS Y PLAN DE PROYECTOS .	81
7.1.Descripción de Proyectos	81
7.1.1. Centro de Investigación Metalúrgica	81
7.1.2. Estudio integral de requerimientos de capital humano del clúster minero y programa de formación y capacitación	83

7.2. Matriz de proyectos	86
7.3. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área Minería.....	87
7.3.1. Retos del área Minería	89
8. REFERENCIAS.....	90
Apéndice A: IES y CI a nivel nacional relacionadas con el área Minería.....	93
Apéndice B: Empresas más importantes en el país en el área de especialización.....	98
Asociaciones que agrupan a las empresas del sector	104
Clústeres, parques industriales	104
Empresas globales que realizan investigación en las áreas tecnológicas identificadas.....	105
Apéndice C: Política de apoyo al área Minería.....	107
Programas de fomento al sector minero en el país	107
Políticas nacionales.....	108
Entidades gubernamentales federales y estatales de apoyo al sector.....	110

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Áreas y Nichos de especialización para la Agenda Estatal de Innovación de Zacatecas.	12
Ilustración 2. Clasificación de minerales.....	13
Ilustración 3. Posición de México en el sector minero, a nivel internacional.	17
Ilustración 4. PIB minero ampliado* vs PIB nacional (2008 – 2013).....	18
Ilustración 5. PIB minero petrolero y no petrolero (2008 – 2013).	19
Ilustración 6. Empleos por entidad federativa (2012).	21
Ilustración 7. Producción de metales preciosos en México (miles de toneladas).....	22
Ilustración 8. Producción de minerales industriales no ferrosos en México.....	22
Ilustración 9. Proyectos, por entidad federativa (2012).....	25
Ilustración 10. Tipo de producto que se extrae por región minera.	26
Ilustración 11. Valor de la producción minera del estado de Zacatecas.	27
Ilustración 12. Inversión extranjera directa, 2013.	29
Ilustración 13. Cadena de valor de la industria minera.	31
Ilustración 14. Número de compañías incluidas en la cadena de valor del sector minero, por nacionalidad.	39
Ilustración 15. Producción global de minerales (metros*tonelada)	40
Ilustración 16. Producción minerales, por continente (metros*tonelada)	41
Ilustración 17. Producción de minerales, por tipo (metros*tonelada).....	43
Ilustración 18. Producción de minerales combustibles, por tipo (metros*tonelada)	44

Ilustración 19. Valor de la producción de minerales (millones dólares).....	45
Ilustración 20. Valor de la producción de los principales países productores de hierro y aleaciones ferrosas (2012), (millones de dólares).	45
Ilustración 21. Valor de la producción de los principales países productores de metales no ferrosos (2012), (millones de dólares).	46
Ilustración 22. Valor de la producción de los principales países productores de metales preciosos (2012), (millones de dólares).....	47
Ilustración 23. Valor de la producción de los principales países productores de minerales industriales (2012), (millones de dólares).....	47
Ilustración 24. Valor de la producción de los principales países productores de minerales combustibles (2012), (millones de dólares).....	48
Ilustración 25. Inversión en exploración, por país (2012).	49
Ilustración 26. Tendencias tecnológicas en las actividades de prospección y exploración minera.	54
Ilustración 27. Tendencias tecnológicas en las actividades de extracción de minerales. ..	57
Ilustración 28. Ecosistema de Innovación del Área Minería en Zacatecas.....	62
Ilustración 29. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial. 76	
Ilustración 30. Mapa de ruta del proyecto: Centro de Investigación Metalúrgica.....	83
Ilustración 31. Mapa de ruta del proyecto: Estudio integral de requerimientos de capital humano del clúster minero y programa de formación y capacitación	86
Ilustración 32. Principales retos en el Sector Minero en el estado de Zacatecas.....	89
Ilustración 33. Empresas mineras, por entidad federativa.....	98
Ilustración 34. Nacionalidad de las empresas mineras, por entidad federativa.	99

Ilustración 35. Mina La Encantada, Coahuila.	100
Ilustración 36. Proyectos de exploración desarrollados por Almaden Minerals en México.	101
Ilustración 37. Mina San Dimas, Durango.	102

índice de Tablas

Tabla 1. Entidades federativas en las que la minería es considerada un sector estratégico.	23
Tabla 2. Producción minera en Zacatecas.	28
Tabla 3. Principales empresas mineras a nivel global (2013).....	41
Tabla 4. Principales fabricantes de maquinaria para la industria minera (2007).	50
Tabla 5. Instituciones educativas y áreas afines al área Minería en Zacatecas	63
Tabla 6. Empresas con registro RENIECYT en el área Minería en Zacatecas.....	65
Tabla 7. Principales minas de minerales metálicos en Zacatecas.	66
Tabla 8. Identificación de los problemas y propuestas de innovación en Minería.	77
Tabla 9. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en Minería de Zacatecas.	79
Tabla 10. Matriz de proyectos del Área de Especialización en Minería de Zacatecas	86
Tabla 11. Principales IES generadoras de capital humano para el sector minero.	93
Tabla 12. Centros de Investigación de apoyo para el sector minero.	96
Tabla 13. Clústeres mineros en México.	105

Tabla 14. Programas de apoyo al sector minero.	107
Tabla 15. Unidades administrativas de apoyo para el sector minero.	111

1 INTRODUCCIÓN A LAS ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN SELECCIONADAS POR LA AGENDA

1.1 Introducción a criterios de priorización utilizados

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, establece la necesidad de impulsar los sectores con alto potencial de crecimiento, la generación de empleos y la integración de todas las regiones del país con los mercados nacionales e internacionales. Para ello establece que se requiere de un cambio estructural ordenado que permita el crecimiento de actividades de alto valor agregado, al tiempo que se apoya de la transformación productiva de los sectores tradicionales de la economía.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en su Programa de Trabajo para el 2013, menciona que una de las políticas de la presente administración es contar con instrumentos para el diseño de políticas públicas diferenciadas que permitan impulsar el progreso científico y tecnológico en regiones y estados, con base en sus vocaciones económicas y capacidades locales. Menciona también que es necesario sentar las bases para que México, además de ser una potencia manufacturera, se convierta en una economía del conocimiento, para lo cual será necesario establecer las políticas de Estado a corto, mediano y largo plazos, que permitan fortalecer la cadena: educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación y, descentralizar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con el objeto de contribuir al desarrollo regional de acuerdo a las necesidades locales.

Por su parte, el Plan Estatal de Desarrollo 2011–2016 del estado de Zacatecas tiene como objetivo general, en términos de desarrollo científico y tecnológico, el contribuir al

bienestar social y a una economía competitiva y sostenible mediante la creación y utilización del conocimiento científico y tecnológico a través de: la difusión divulgación y el fomento a la apropiación social del conocimiento científico y tecnológico; el impulso a la formación de recursos humanos, científicos, tecnológicos y de ingeniería; la creación de sistemas de innovación tecnológica y de redes científicas y tecnológicas estratégicas, el aprovechamiento de energías alternativas y, la reducción del impacto ambiental.

Para impulsar estos cambios, es importante desarrollar procesos de planeación y toma de decisiones, basados en el conocimiento de aquellos elementos de innovación que permitirán el desarrollo de ventajas competitivas fundamentadas en las capacidades y las vocaciones del estado de Zacatecas.

La minería es una actividad con gran tradición en México y es considerada una actividad económica primaria, que parte de la explotación de yacimientos que pueden encontrarse tanto al aire libre como en el subsuelo, a diferentes niveles de profundidad. Se trata de un conjunto de actividades que incluye operaciones de exploración, extracción, fundición, recuperación y aprovechamiento de minerales.

La Agenda Estatal de Innovación de Zacatecas del Área de Minería, tiene por objetivo identificar los ejes estratégicos de acción indispensables para detonar actividades de innovación en los próximos años; para ello se toma en cuenta la vocación del Estado y las oportunidades de mercado que se vislumbran. Como resultado de la Agenda de Innovación se proponen nichos de especialidad y proyectos específicos acordes con las fortalezas detectadas en materia de infraestructura, recursos humanos, localización geográfica y capacidades tecnológicas para promover la innovación empresarial y la diversificación productiva con una perspectiva de mediano y largo plazos.

El Área de Minería fue seleccionada por líderes de opinión y representantes de sector empresarial, académico y gubernamental que conforman el Grupo Consultivo del Estado,

quienes basados en criterios socioeconómicos, científico-tecnológicos y de mercado identificaron a ésta como un área de especialización que puede contribuir a potenciar sectores económicos importantes del estado de Zacatecas, además de representar una respuesta oportuna a la coyuntura de la reforma energética.

1.2. Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización

La selección de las áreas de especialización se realiza con base en la identificación de los problemas y oportunidades para generar competencias en el Estado de Zacatecas. Una vez hecho esto, se implementa un conjunto de conocimientos a través de plataformas tecnológicas en nichos definidos, que permitan solucionar los problemas del área de especialización y con ello, aprovechar las oportunidades reconocidas por los actores de la triple hélice.

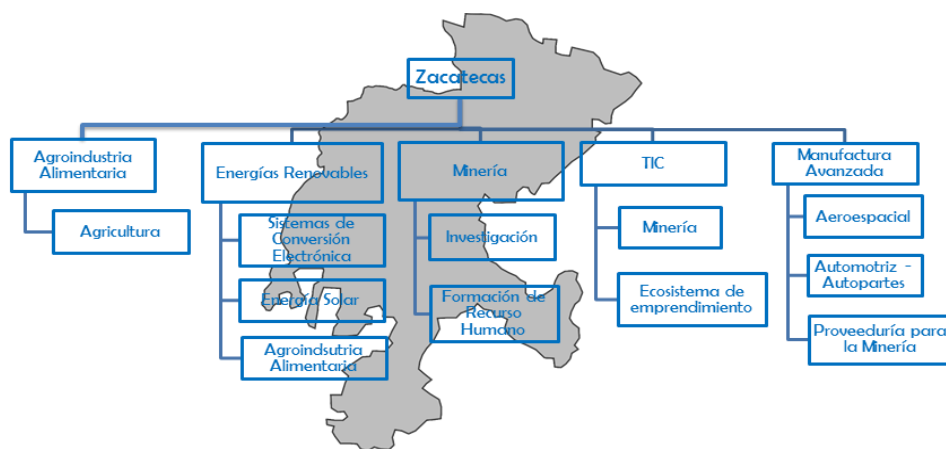
Para seleccionar las áreas prioritarias se utilizaron criterios basados en indicadores económicos, sociales, tecnológicos, ambientales, de competencia y de mercado.

La participación del Comité de Gestión, así como del Grupo Consultivo en la selección de las áreas fue relevante, sobre todo al proponer algunos rubros que no son considerados nichos prioritarios o áreas de especialización, pero que por su trascendencia en la política de desarrollo del Estado, se les considera como un elemento importante dentro de la Agenda.

1.3. Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda

Las áreas seleccionadas por el Comité de Gestión y validadas por el Grupo Consultivo del Estado de Zacatecas son:

Ilustración 1. Áreas y Nichos de especialización para la Agenda Estatal de Innovación de Zacatecas.



Fuente: CamBioTec, 2014

Cada uno de estos sectores incluye recomendaciones de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico, que permitan aprovechar las oportunidades de crecimiento, desarrollo y competencia para la entidad. Uno de los objetivos es impulsar el crecimiento inteligente con base en conocimiento e innovación, aprovechando los recursos del estado, para crear las condiciones que articulen el avance tecnológico con el bienestar económico, social, ambiental y territorial.

El área minería tiene como objetivo incrementar su productividad y competitividad, empleando estrategias de impulso para el desarrollo de algunos nichos y proyectos, estableciendo mayor vinculación con la triple hélice.

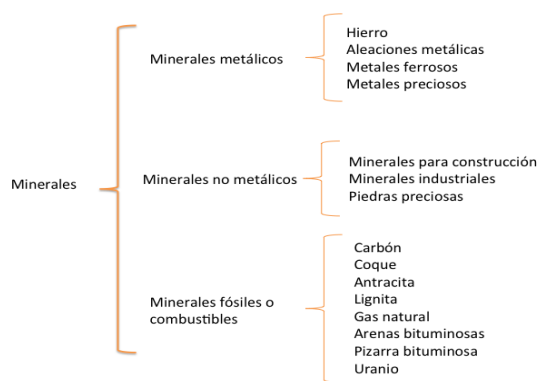
2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL

2.1. Breve descripción del área de especialización

La Minería es un conjunto de actividades que incluye operaciones de exploración, explotación y aprovechamiento de minerales. Es considerada una actividad económica primaria, que parte de la explotación de yacimientos¹ que pueden encontrarse tanto al aire libre como en el subsuelo, a diferentes niveles de profundidad. (INEGI, 2014).

Existe una amplia variedad de minerales que pueden encontrarse en estado sólido, líquido y gaseoso. Los minerales se clasifican en minerales metálicos, minerales no metálicos y minerales fósiles o combustibles.

Ilustración 2. Clasificación de minerales.



Fuente: CamBioTec, 2014

¹Yacimiento mineral. Es un cuerpo de roca o zona con concentración de uno o más elementos químicos y/o minerales de interés económico, el cual está rodeado de otros minerales o materiales no económicos y no aprovechables.

Los minerales son parte de la riqueza de las naciones y, además juegan un rol importante en la economía de muchos países, su importancia a nivel macroeconómico es cada vez más relevante. Los principales países mineros consideran a este sector como un motor para el desarrollo económico, por lo que resulta fundamental contar con políticas públicas específicas que incentiven su crecimiento y desarrollo.

El continente asiático destaca por ser el principal productor de minerales, con el 58% de la producción total global. A éste le sigue América del Norte, en donde figura México y finalmente el continente Europeo.

América Latina es el principal destino de gastos en exploración a nivel global, con una participación del 25%, en donde México se ubica en el primer lugar a nivel subcontinente y el cuarto a nivel global. México es un importante productor minero-metalúrgico. Prácticamente todo el territorio nacional cuenta con yacimientos mineros. De acuerdo con ProMéxico, el país se encuentra dentro de los diez primeros lugares en la producción de diversos minerales, dentro de los que se encuentran: plata, fluorita, bismuto, celestita, wollastonita, sulfato de sodio, plomo, cadmio, molibdeno, diatomita, zinc, yeso, barita, grafito, sal y cobre (ProMéxico, 2013).

Durante el 2013, el PIB del sector minero ampliado ascendió a 527.71 mil millones de pesos, lo que equivale al 3.94% del PIB Nacional. Esta cifra se encuentra 10 mil millones de pesos por debajo de la registrada en el 2012. El 73.57% del valor del PIB minero correspondió a las actividades de minería petrolera y el 26.43% restante a las actividades de minería no petrolera (INEGI, 2013).

En los últimos seis años, la actividad minera ha registrado una tasa de crecimiento promedio anual negativa del 0.29%, lo cual se debe a una menor producción petrolera. Sin embargo, resulta importante considerar que, mientras el PIB petrolero ha mostrado tasas negativas de crecimiento durante seis años consecutivos, el sector minero no petrolero ha

crecido desde el 2006, a un ritmo mayor al de la economía nacional. Esto se ha reflejado también en un incremento en el nivel de empleo, con un total de 328 mil 555 personas empleadas en el 2012, cifra 6.1% superior a la registrada en el 2011, siendo la rama de minerales metálicos la principal generadora de empleos (INEGI, 2013).

Los estados con mayor participación minera son Sonora, con el 24.89% del valor total de la producción, seguido por Zacatecas (21.85%), Chihuahua (12.22%), Durango (6.94%) y San Luis Potosí (5.18%). Estos cinco estados sumaron el 71.1% del valor total de la producción en el 2012. (Secretaría de Economía, 2013).

El estado de Zacatecas es tradicionalmente minero desde la época de la colonia, a partir de la cual se han explotado importantes yacimientos. Los principales productos extraídos de estos yacimientos son: oro, plata, plomo, zinc, cobre, hierro, estaño, mercurio, cadín, manganeso, antimonio, flúor, ónix, mármol, bismuto, cromo, fluorita, wollastonita y ópalo.

La minería es la actividad que tiene mayor contribución al PIB estatal, con el 38.33%. De acuerdo al Sistema de Administración Minera, Zacatecas ha ocupado el 2º lugar en el valor de la producción minera nacional desde el año 2006, sólo superado por Sonora. En el 2012, el valor de la producción minera del estado (minerales preciosos no ferrosos y minerales no metálicos) ascendió a 63.64 mil millones de pesos, lo que representó el 21.84% del valor total nacional. (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

2.2. Distribución del área de especialización en México

2.2.1. Relevancia económica, social y política del área de especialización en México

México es un importante productor minero-metalúrgico. Prácticamente todo el territorio nacional cuenta con yacimientos mineros para la producción de plata, cobre, oro, cadmio, bismuto, celestita, plomo, zinc, coque, azufre, barita, fluorita y diatomita, entre otros. (CEFP, 2013), (CAMIMEX, 2013).

Nuestro país representa el quinto destino para actividades de exploración a nivel global y el primero en Latinoamérica. De acuerdo con ProMéxico, el país se encuentra dentro de los diez primeros lugares en la producción de diversos minerales, dentro de los que se encuentran: plata, fluorita, bismuto, celestita, wollastonita, sulfato de sodio, plomo, cadmio, molibdeno, diatomita, zinc, yeso, barita, grafito, sal y cobre. Así mismo, se encuentra dentro de los primeros veinte lugares a nivel global en la producción de oro, sílice, caolín, manganeso, sulfuro, feldespato, fosforita y hierro.

Ilustración 3. Posición de México en el sector minero, a nivel internacional.

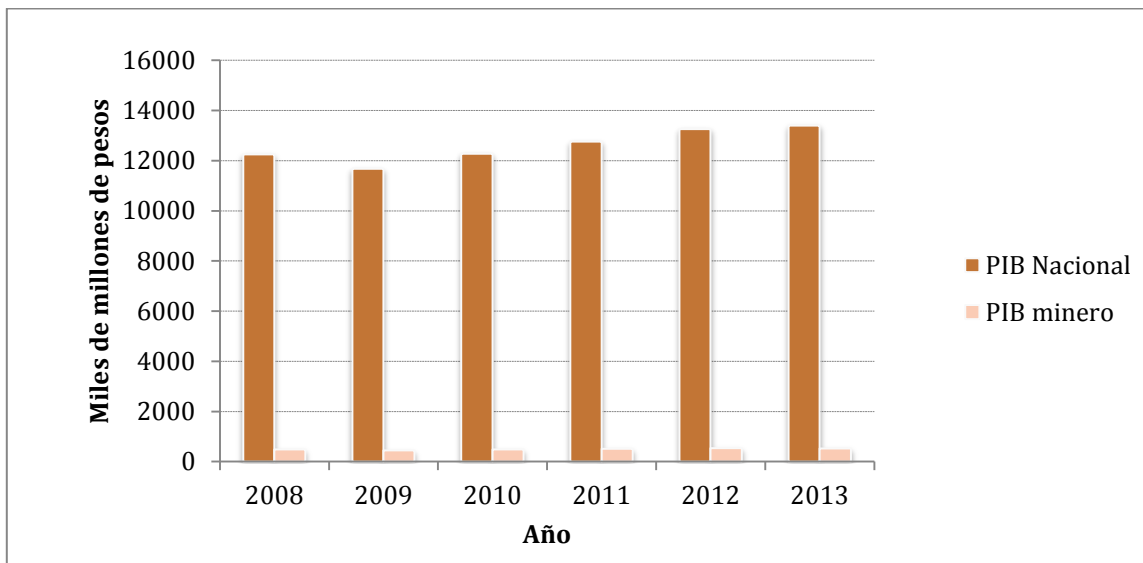
1o	Plata	17.1%
2o	Fluorita Bismuto	17.52% 13.51%
3o	Celestita Wollastonita Sulfato de sodio	8.29% 7.84% 5.48%
4o	Plomo	4.71%
5o	Cadmio Molibdeno Diatomita	7.0%

Fuente: CAMIMEX, 2013

A nivel nacional, México es un importante productor minero-metalúrgico y se encuentra dentro de los diez primeros lugares a nivel global en la producción de diversos minerales.

Durante el 2013, el PIB del sector minero ampliado ascendió a 527.71 mil millones de pesos, lo que equivale al 3.94% del PIB Nacional. Esta cifra se encuentra 10 mil millones de pesos por debajo de la registrada en el 2012 (INEGI, 2013).

Ilustración 4. PIB minero ampliado* vs PIB nacional (2008 – 2013).

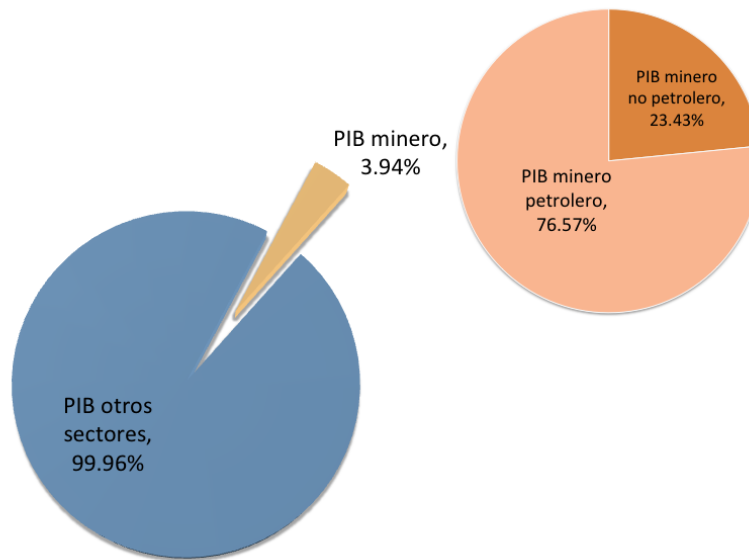


** Minería ampliada: minería petrolera, minería no petrolera y servicios relacionados con la minería.*

Fuente: CamBioTec, 2014, , con datos del INEGI, 2013.

El 73.57% del valor del PIB minero correspondió a las actividades de minería petrolera y el 26.43% restante a las actividades de minería no petrolera (Secretaría de Economía, 2014).

Ilustración 5. PIB minero petrolero y no petrolero (2008 – 2013).



Fuente: CamBioTec, 2014

Entre el 2005 y 2012, la actividad minera registró una tasa de crecimiento promedio anual negativa del 0.29%, contrastando con la variación positiva de la economía total y las actividades secundarias del 2.32 y el 1.84%, respectivamente. Cabe resaltar que esta tasa de crecimiento promedio anual negativa y la baja en el PIB minero se deben principalmente, a una menor producción petrolera. Bajo este contexto, resulta importante especificar que el PIB petrolero ha mostrado tasas negativas de crecimiento durante seis años consecutivos, mientras que el sector minero no petrolero ha crecido desde el 2006, a un ritmo mayor al de la economía nacional.

El PIB del sector minero no petrolero aumentó durante los últimos seis años a una tasa promedio anual del 9.4%, lo cual se debe al aumento de la demanda de metales preciosos y metales industriales, a nivel global (CEFP, 2013).Tendencia similar se observó durante

enero del 2014, mes en el que la actividad minera mostró una reducción del 0.1% con respecto a enero del 2013, consecuencia del descenso del 1.7% reportado en la minería petrolera, en tanto que la no petrolera avanzó 7.4% (INEGI, 2014).

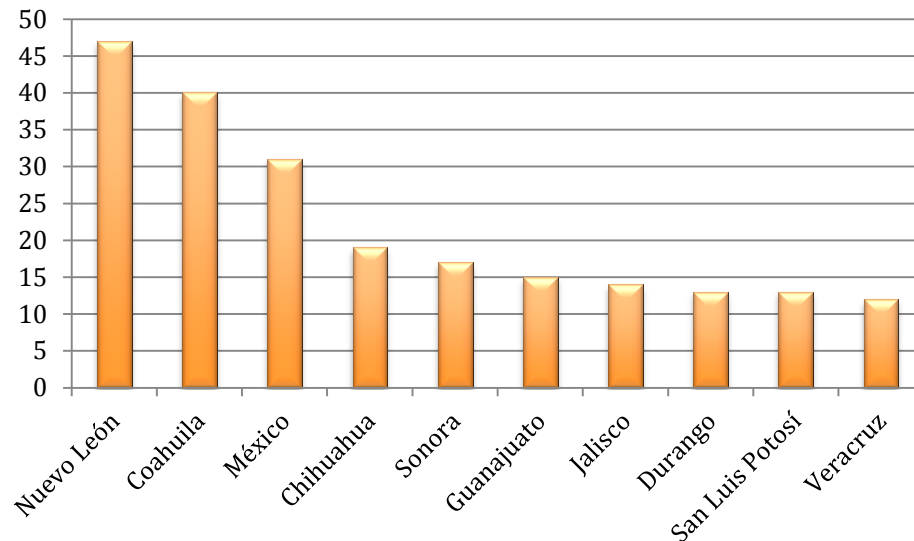
Se estima que en el 2012, la inversión en el sector minero en México alcanzó un monto total de \$7,647 millones de dólares, monto 36.3% superior con relación al año anterior. De esta inversión, \$6,997 millones de dólares corresponden a la inversión realizada por las empresas afiliadas a la Cámara Minera de México (CAMIMEX) y \$898.4 millones de dólares a la inversión realizada por las empresas no afiliadas.

Con respecto a la inversión de las empresas afiliadas, el 29.76% se destinó al desarrollo de nuevos proyectos, el 23.78% a la adquisición de equipo y 12.69% a la expansión de proyectos. Por otro lado, 59.12% de la inversión de las empresas afiliadas se destinó a activos y nuevas minas y 48.87% a trabajos de exploración.

En el 2012, el valor de la producción minero-metalúrgica mexicana alcanzó un monto total de 234 mil millones de pesos a precios corrientes, monto que representó un incremento del 9.1% con respecto al 2011 (214.5 mil millones de pesos) (Secretaría de Economía, 2013).

En el 2012 el sector minero presentó un incremento del 6.1% en el nivel de empleo con respecto al 2011, con un total de 328,555 personas empleadas. La rama que más empleo generó fue la de minerales metálicos, impactando con el 40.6% del total de los nuevos empleos. Los principales estados generadores de empleo en este sector fueron Nuevo León, Coahuila y México.

Ilustración 6. Empleos por entidad federativa (2012).

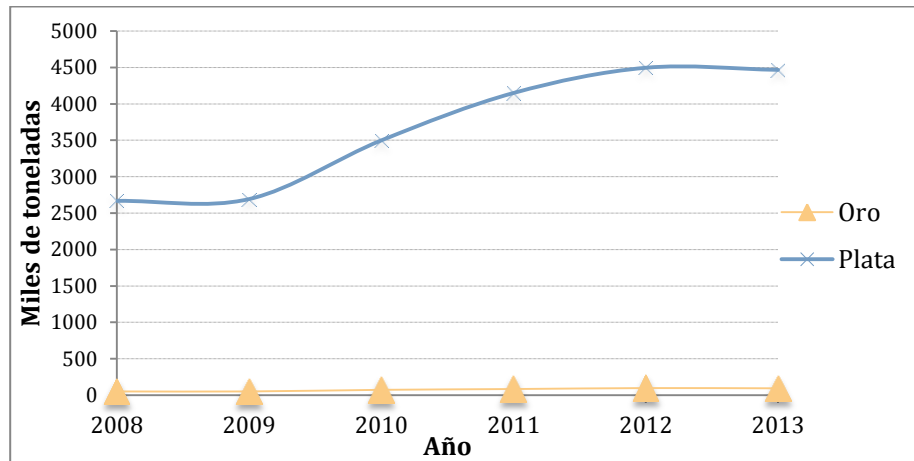


Fuente: (Secretaría de Economía, 2013).

En el 2012, las exportaciones mineras aumentaron 0.4%, alcanzando un valor de 22.7 mil millones de dólares. Los metales preciosos representaron el 56.2% del total de las exportaciones, con un valor de 12.8 mil millones de dólares (Secretaría de Economía, 2013).

México se distingue por ser el principal productor de plata a nivel global. En el 2013 registró un volumen de 4,46 mil toneladas, con un valor de 59 mil millones de pesos. El oro también se encuentra en los yacimientos del territorio nacional, posicionando a México en el 11º lugar a nivel global (CAMIMEX, 2013).

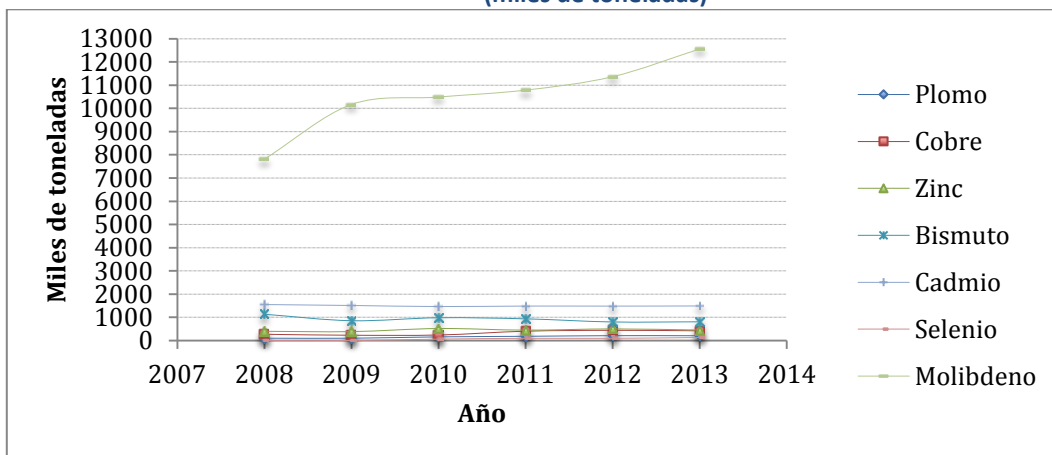
Ilustración 7. Producción de metales preciosos en México (miles de toneladas).



Fuente: CamBioTec, 2014, con base en CAMIMEX, 2013.

Con respecto a la producción de minerales industriales no ferrosos, México ocupa el 5º lugar en producción de molibdeno, el 7º lugar en producción de zinc y el 10º lugar en producción de cobre.

Ilustración 8. Producción de minerales industriales no ferrosos en México (miles de toneladas)



Fuente: CamBioTec, 2014, con base en CAMIMEX, 2013.

Los estados con mayor participación minera son Sonora, con el 24.89% del valor total de la producción, seguido por Zacatecas (21.85%), Chihuahua (12.22%), Durango (6.94%) y San Luis Potosí (5.18%). Estos cinco estados sumaron el 71.1% del valor total de la producción en el 2012 (Secretaría de Economía, 2013).

De acuerdo con ProMéxico, la minería es considerada un sector estratégico en siete de las 32 entidades federativas del país (Sonora, Durango, Zacatecas, Colima, Coahuila, Tamaulipas e Hidalgo). Por su parte, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en la lista de sectores estratégicos para el Programa de Estímulos a la Innovación 2014, lo considera sector estratégico en nueve de las 32 entidades del país (Campeche, Coahuila, Durango, Guerrero, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Zacatecas). Finalmente, el Instituto Nacional de Emprendedor (INADEM) de la Secretaría de Economía, considera al sector minero como estratégico en los estados de México y Sonora, sin embargo, cabe aclarar que este análisis se ha limitado a las actividades de obtención y procesamiento de minerales metálicos y no metálicos, no así a la fabricación de la maquinaria necesaria para la obtención y procesamiento de los mismos, la cual se encuentra dentro del sector metalmeccánico, el cual es estratégico en un gran número de entidades del país.

Tabla 1. Entidades federativas en las que la minería es considerada un sector estratégico.

Entidad	ProMéxico	CONACYT	INADEM
Campeche		✓	
Coahuila	✓	✓	
Colima	✓		
Durango	✓	✓	
Guerrero		✓	
Hidalgo	✓		
México			✓
Puebla		✓	
San Luis Potosí		✓	
Sinaloa		✓	

Sonora	✓	✓	✓
Tamaulipas	✓		
Zacatecas	✓	✓	

Fuente: CamBioTec, 2014, con datos de ProMéxico, CONACYT e INADEM.

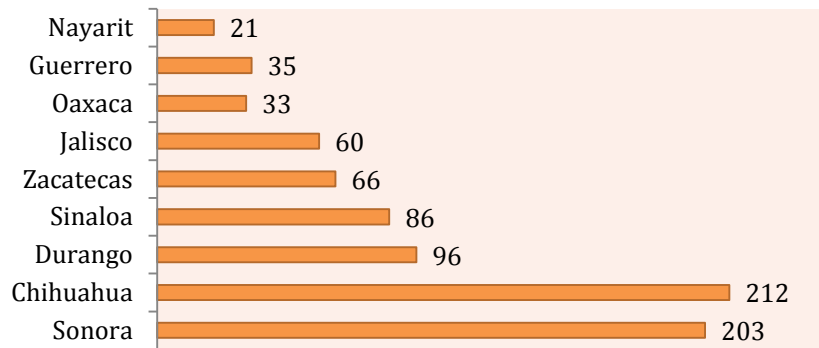
En diciembre del 2012, se tenían registradas 26,071 concesiones mineras, las cuales corresponden a una superficie de 30,872,574.02 hectáreas, lo que representa poco más del 15% de la extensión del territorio nacional (Secretaría de Economía, 2013).

Al mes de febrero de 2014, se registraron un total de 293 empresas mineras extranjeras (Anexo 2) operando 853 proyectos en México. Del total de estas empresas, 205 son empresas canadienses, 46 son empresas estadounidenses, 10 chinas, 6 australianas, 6 japonesas y 5 británicas (Secretaría de Economía & Servicio Geológico Mexicano, 2014).

Dentro de los proyectos registrados en México, desarrollados por empresas de capital extranjero, 570 (66.8%) están asociados con metales preciosos, particularmente oro y plata; 119 proyectos (14%) con polimetálicos; 95 (11.1%) con cobre y 46 (5.4%) con hierro. El resto con metales y materiales como germanio, cobalto, titanio, molibdeno, bismuto, barita y wollastonita.

Las entidades que concentran el mayor número de proyectos financiados por empresas de capital extranjero son Sonora (203 proyectos); Chihuahua (212), Durango (96), Sinaloa (86), Zacatecas (66), Jalisco (60), Oaxaca (33), Guerrero (35) y Nayarit (21). (Secretaría de Economía, 2013).

Ilustración 9. Proyectos, por entidad federativa (2012).



Fuente: CamBioTec, 2014, con información de (Secretaría de Economía, 2013).

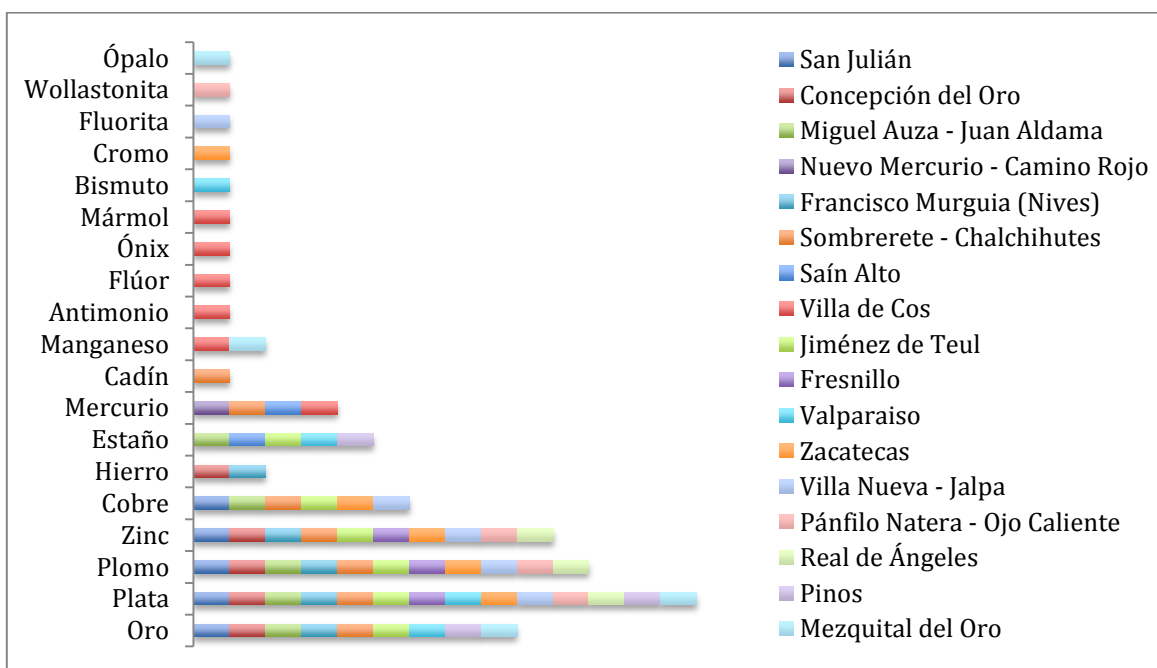
Entre los principales proyectos mineros en desarrollo se encuentran:

- ✓ Las Mercedes, en Sonora, de oro-plata, con una inversión de 194 millones de dólares y la generación de 1,400 empleos.
- ✓ Noche Buena, también en Sonora con una inversión de 63 millones de dólares para la producción de oro, con una generación de 250 empleos.
- ✓ Velardeña, en el estado de Durango, con una inversión de 203 millones de dólares para la producción de concentrados de oro, plata, plomo y zinc, con la generación de 300 empleos.
- ✓ Del Toro en Zacatecas, con una inversión de 124 millones de dólares para la mineralización de oro y plata, con la generación de 600 empleos.

El estado de Zacatecas es tradicionalmente minero desde la época colonial, a partir de la cual se han explotado importantes yacimientos. Estos yacimientos se pueden enmarcar dentro de 17 regiones mineras que se han agrupado de acuerdo al tipo de mineralización y su ubicación. Las regiones mineras son: San Julián, Concepción del Oro, Miguel Auza Juan Aldama, Nuevo Mercurio – Camino Rojo, Francisco R. Murguía (Nieves), Sombrerete – Chalchihuites, Saín Alto, Villa de Cos, Jiménez del Téul, Fresnillo, Valparaíso, Zacatecas, Villa Nueva – Jalpa, Pánfilo Natera – Ojo Caliente, Pinos y Mezquital del Oro (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

Los principales productos de esta regiones son: oro, plata, plomo, zinc, cobre, hierro, estaño, mercurio, caolín, manganeso, antimonio, flúor, ónix, mármol, bismuto, cromo, fluorita, wollastonita y ópalo (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

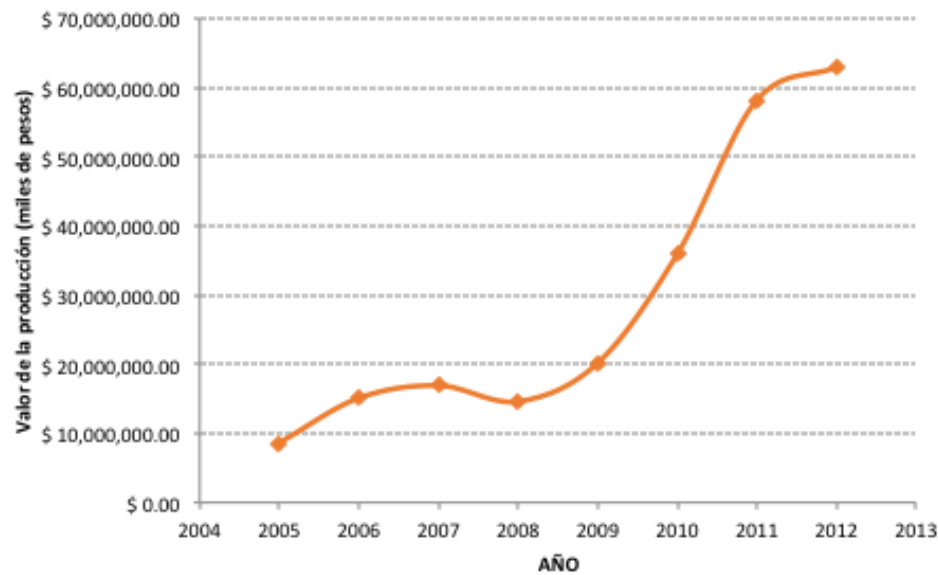
Ilustración 10. Tipo de producto que se extrae por región minera.



Fuente: CamBioTec, 2014, con datos de (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

La minería es la actividad que tiene mayor contribución al PIB estatal, con el 38.33%. De acuerdo al Sistema de Administración Minera, Zacatecas ha ocupado el 2º lugar en el valor de la producción minera nacional desde el año 2006, sólo superado por Sonora. En el 2012, el valor de la producción minera del estado (minerales preciosos no ferrosos y minerales no metálicos) ascendió a 63.64 mil millones de pesos, lo que representó el 21.84% del valor total nacional (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

Ilustración 11. Valor de la producción minera del estado de Zacatecas.



Fuente: CamBioTec, 2014, con datos del Sistema de Administración Minera, 2013.

Los principales productos extraídos de las minas zacatecanas son plata, oro, zinc, cobre, fierro y oro. Zacatecas es el primer productor de plata y plomo a nivel nacional, contribuyendo con el 43.55% y el 53.18%, respectivamente en el 2012. Contribuyó también con el 47.92% de la producción total nacional de Zinc en el mismo año y con el

21.08% de la producción total nacional de oro (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

El municipio de Mazapil es el principal productor de oro, plomo y zinc, con el 63.32%, 62.92% y el 64.13% de la producción del estado respectivamente. Fresnillo es el principal productor de plata, con el 44.8% de la producción total del estado y Morelos es el principal productor de Cobre, con el 53.24% de la producción total del estado (Dirección de control documental e indicadores estratégicos. SIAM, 2012).

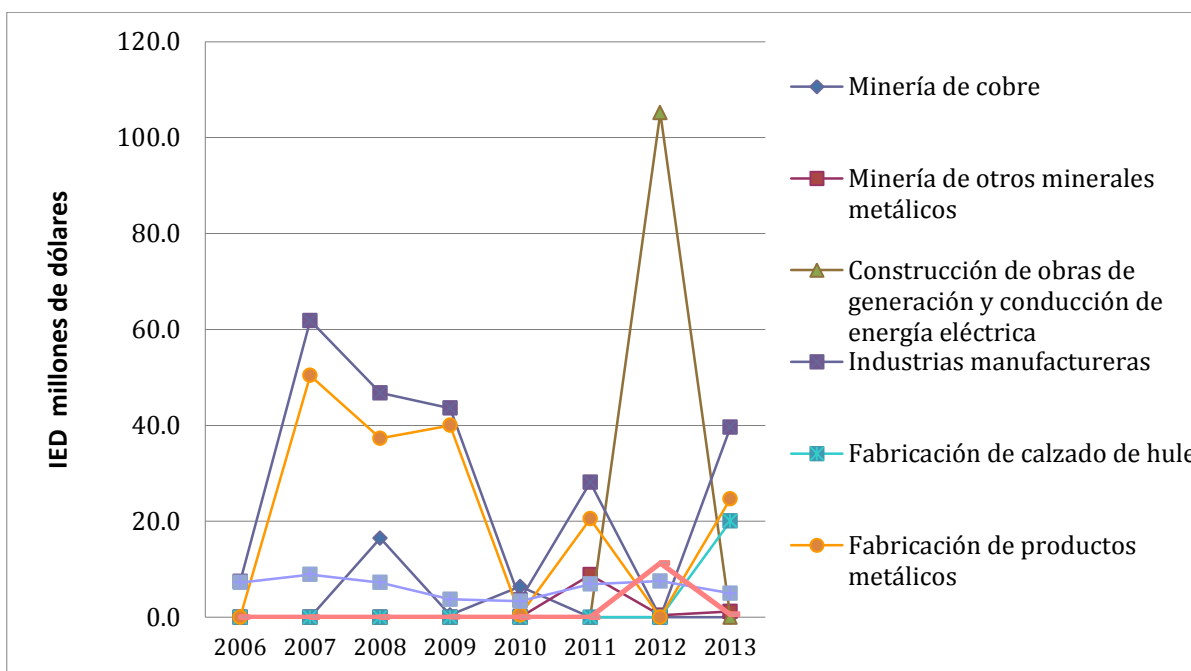
Tabla 2. Producción minera en Zacatecas.

	Oro (Kg)	Plata (Kg)	Plomo (Ton)	Cobre (Ton)	Zinc (Ton)
TOTAL NACIONAL	102,801.60	5,358,195	238,091	500,275	660,349
ZACATECAS	21,678.20	2,333,653	126,636	51,262	316,425
% aportación	21.09%	43.55%	53.19%	10.25%	47.92%
Concepción del Oro	248	5,058		4,901	-
Chalchihuites	154.2	143,862	2,943	14	6,111
Fresnillo	2,325.40	1,046,231	19,557	-	27,340
Guadalupe	4	2,646	25	-	17
Jerez	8.4	3,715	205	13	-
Jiménez del Teul	1.8	1,803	47	6	-
Mazapil	13,726.50	851,929	79,682	11,476	202,940
Miguel Auza	-	38,059	2,672		4,845
Morelos	-	94,554	13,240	27,291	55,331
Ojocaliente	5,123.20	597	-		-
Sombrerete	-	121,812	7,648	7,503	19,831
Vetagrande	73.7	17,558	574	57	10
Villanueva	1.6	956	8	-	-
Zacatecas	11.4	4,873	35	1	-

Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Resumen de la producción minera por entidad y municipio. Dirección de control documental e indicadores estratégicos. (SIAM, 2012).

Con respecto a la inversión extranjera, ésta se ha centrado fundamentalmente en la fabricación de productos metálicos, la minería del cobre y la minería de otros productos metálicos.

Ilustración 12. Inversión extranjera directa, 2013.



Fuente: CamBioTec, 2014

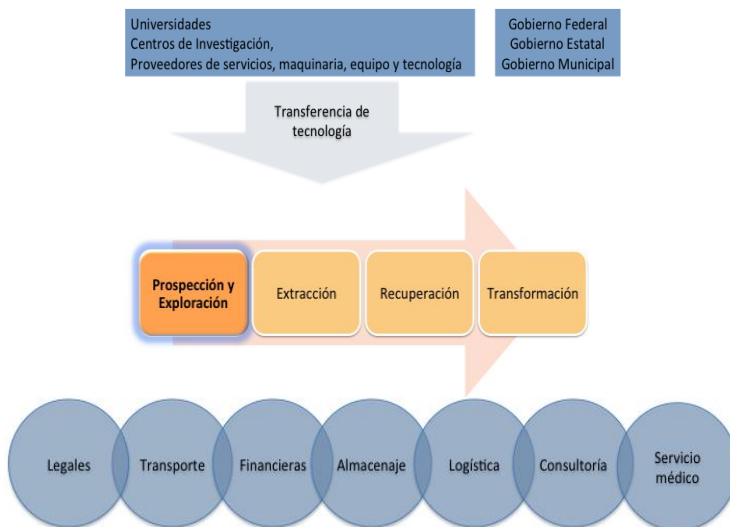
En relación al empleo que genera este sector, podemos mencionar que durante la última década, el número de empleos ha crecido en un 342%, con un total de 11 mil 562 empleos registrados en el 2012 (La Jornada, 2013).

2.2.2. Cadena de valor y suministro en la región

Parte fundamental de la valía de los minerales se asocia a su maleabilidad para convertirlos en productos de mayor valor. En este sentido, la transformación de los minerales suele seguir una secuencia que inicia con las fases de prospección y exploración, a las cuales le siguen la extracción, transformación, comercialización y venta. La cadena productiva del sector minero involucra a todos aquellos actores cuyos procesos de producción utilizan, de manera directa o indirecta, insumos de origen mineral, así como la comercialización y distribución de los productos terminados (Secretaría de Economía, 2011).

Por su parte, la cadena de valor del sector minero involucra también a todos aquellos actores del ecosistema de innovación y el tejido productivo que hace posible el abastecimiento de insumos, equipamiento, maquinaria y aquellos servicios de logística, de determinación de impacto y recuperación ambiental, servicios médicos, servicios de alimentación bienes y servicios periféricos. Cabe resaltar que la eficiencia y productividad de cualquier mina depende, en gran medida, de la eficiencia, flexibilidad y capacidades de sus proveedores. Resulta importante destacar que el tipo de mineral y sus aplicaciones constituyen factores determinantes en las peculiaridades que adopta cada fase de la cadena.

Ilustración 13. Cadena de valor de la industria minera.



Fuente: CamBioTec, 2014

La etapa de prospección consiste en la identificación de las zonas que podrían presentar un yacimiento mineral económicamente extraíble. La exploración consiste en la caracterización del depósito mineral, enfocando así el área de investigación. Las actividades de exploración requieren de la inversión de una gran cantidad de recursos y largos periodos de tiempo (hasta 10 años), desde la identificación de zonas con depósitos minerales, hasta la confirmación de la viabilidad del yacimiento.

Para el desarrollo de las actividades de prospección y exploración se hace uso de mapas, fotografías aéreas, imágenes de satélite y radar, entre otros. La información generada es analizada y una vez que se establecen las posibilidades de la existencia de un depósito mineral extraíble, se da inicio al trabajo de campo. Las actividades de explotación y extracción consisten en las obras y los trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que contiene el depósito mineral, así como los encaminados a la obtención de los materiales de una mina.

Durante la etapa de exploración en campo, los geólogos analizan muestras de roca, realizan mediciones y elaboran mapas de distribución del tipo de roca, con el propósito de definir y detallar el tamaño y forma del yacimiento. Una vez que la empresa ha identificado el yacimiento mineral económicamente viable, ésta protege el área a través del correspondiente “denuncio minero” ante las autoridades competentes y da inicio a la exploración del subsuelo.

La exploración del subsuelo se lleva a cabo mediante la perforación de pozos o barrenos y se realizan sondeos y mediciones geológicas para conocer la extensión y profundidad del yacimiento, identificando las áreas con mayor ley y volumen de mineral (Rogelio, 2013). Durante el proceso de exploración resulta indispensable la aplicación de métodos capaces de abarcar grandes zonas, descartando áreas no favorables con métodos rápidos y económicos para finalmente identificar sitios concretos favorables con métodos más costosos y precisos.

Resulta indispensable el desarrollo de diversos estudios, previo a la explotación de una mina, por ejemplo: estudios geotécnicos de mecánica de rocas y suelos; geológicos, para localizar las fallas y los tipos de rocas; hidrológicos, para evaluar los riesgos de inundación; la interpretación de imágenes satelitales o aéreas; la detección y medición de radiaciones y el estudio de la química del suelo y agua.

Debido a que las minas pueden ser subterráneas o a cielo abierto, su explotación dependerá del diseño y la construcción de tiros², tajos³, galerías⁴ y rebajes⁵ (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2012).

²Tiro. Conducto de una obra minera vertical o inclinada por donde se realizan actividades de ascenso y descenso de trabajadores, materiales y equipos.

³Tajo. Obra minera a cielo abierto para explotar diversos minerales.

El método de extracción depende del producto. Entre los métodos de extracción se encuentran los métodos piro-metalúrgicos, hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos. A la etapa de extracción le sigue la fase de refinación, la cual tiene como objetivo eliminar las impurezas del material haciendo uso de calor, compuestos químicos o electricidad (Metso, 2014).

2.3. Posicionamiento del estado en el área de especialización

Zacatecas es el primer productor de plata y plomo a nivel nacional, contribuyendo con el 43.55% y el 53.18%, respectivamente en el 2012. Contribuyó también con el 47.92% de la producción total nacional de Zinc en el mismo año y con el 21.08% de la producción total nacional de oro (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

El municipio de Mazapil es el principal productor de oro, plomo y zinc, con el 63.32%, 62.92% y el 64.13% de la producción del estado respectivamente. Fresnillo es el principal productor de plata, con el 44.8% de la producción total del estado y Morelos es el principal productor de Cobre, con el 53.24% de la producción total del estado (Dirección de control documental e indicadores estratégicos. SIAM, 2012).

La cadena de valor del sector minero presenta una gran complejidad. La eficiencia y productividad de cualquier mina depende, en gran medida, de la eficiencia, flexibilidad y capacidades de sus proveedores. La cadena de valor del sector minero involucra, además

⁴Galería. Obra que se hace en las minas subterráneas para la extracción de minerales, ventilación, comunicación o desagüe.

⁵Rebaje. Excavación minera subterránea que se hace ya sea por arriba o por debajo del nivel de una galería.

del complejo tejido productivo, a todos aquellos actores del ecosistema de innovación, los cuales hacen posible el abastecimiento de insumos, equipamiento, maquinaria, servicios de logística, de determinación de impacto y recuperación ambiental, servicios médicos y de alimentación, generadores de conocimiento y desarrollados de tecnología, entre otros.

Resultado de este estudio se identificaron un total de 632 empresas mineras mexicanas y 285 empresas de capital extranjero operando proyectos en México. Al 31 de julio de 2013, se tenían 2,866 concesiones vigentes en el estado, con una superficie de 2'920,897.51 hectáreas (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

De acuerdo con el registro de la Secretaría de Economía del estado, Zacatecas cuenta con un total de 402 minas. Las principales minas en explotación de minerales metálicos son trece; tres de las cuales se ubican en el municipio de Chalchihuites; cuatro de estas minas corresponden a concesiones del Grupo Bal, operadas por sus subsidiarias Peñoles y Fresnillo PLC. La mina de mayor capacidad es Minera Peñasquito, con una capacidad para procesar minerales con contenidos de oro, plata y plomo de hasta 130 mil toneladas al día, esta unidad pertenece al grupo Goldcorp, Inc.

Las principales minas en explotación de minerales no metálicos son 35. Trece de estas minas se localizan en el municipio de Zacatecas y seis en el municipio de Guadalupe. La explotación de estas minas está dirigida a la extracción de agregados pétreos, arcillas, caolín, cantera, óxidos de fierro y cal hidratada.

Las actividades de innovación y desarrollo tecnológico tienen importancia crítica en la minería, especialmente aquellas tecnologías e innovaciones orientadas al aumento de la eficiencia y la productividad. Actualmente, algunas de las principales áreas tecnológicas en el sector minero se orientan a la atención de temas relacionados con la eficiencia energética, el manejo de fluidos, la automatización, las tecnologías de la información para

la gestión de metadatos, la seguridad del personal, la gestión del agua y la disminución del impacto ambiental, entre otras.

2.4. Principales tendencias de innovación en el área de especialización a nivel mundial

Actualmente, las empresas mineras demandan un importante nivel de automatización en los subprocesos, por lo que se prevé que en un futuro este sector sea demandante de operadores cada vez más especializados en la optimización de productos y procesos.

El sector minero aún se enfrenta a grandes retos en la integración de las sub-operaciones y el desarrollo de eslabonamientos hacia los demás sectores productivos del Estado. Se enfrenta también a importantes retos tecnológicos relacionados con la racionalización del uso de energéticos y recursos naturales; la reducción del impacto ambiental y la implementación de rigurosos sistemas de seguridad, apegados a estándares internacionales.

De manera específica, las empresas mineras zacatecanas enfrentan importantes retos tecnológicos:

1. Eficiencia operacional.
 - Sistemas que resultan difíciles o imposibles de monitorear en la actualidad.
 - Productos con valor económico que son desechados por la falta de medios para profundizar en la investigación.
 - Retos cotidianos en el mantenimiento de planta concentradora.
 - Disponibilidad y eficiencia del molino SAG.

2. Recursos energéticos.

- Gran cantidad de calor es desperdiciada en los procesos.
- Mejorar la eficiencia energética, en general.
- Considerar el uso de generación propia de energía renovable, como posible solución al alto costo actual.

3. Alto consumo de agua en una zona caracterizada por un estrés hídrico.

- Fugas y otras pérdidas, (evaporación y fallas materiales)
- Alto contenido de agua en concentrado.
- Motores de bombas ineficientes.
- Corrosión interna de tuberías.
- Las fuentes disponibles con caudales limitados.

4. Los proveedores y la cadena de suministro.

- Bajo uso de sistemas de evaluación de proveedores o carencia de un sistema.
- Cultura de la innovación imprecisa en proveedores.
- Intereses de investigadores disociados con los intereses en el mercado.

5. La innovación.

- Fortalecimiento de institutos locales a través de colaboración.
- Formación de centros de investigación aplicada.
- Investigación relevante enfocada a ofrecer soluciones al sector.

6. Recurso Humano.

- Percepción errónea de la sociedad sobre trabajos en la minería donde solamente trabajan hombres y con métodos y equipos de trabajo obsoletos.
- Improvisación técnica obligada por los retos continuos e imprevistos propios de la industria.
- Carencia de profesionales en algunas áreas en particular.

7. Sustentabilidad y medio ambiente.

- No hay contabilidad de las relaciones positivas con las comunidades.
- Conflictos de baja intensidad pueden aumentar de intensidad repentinamente.
- Incrementar los en los programas de cierre y remediación, la supervisión de actividades con la debida anticipación.

Dentro de los minerales metálicos con importancia económica se encuentran: el hierro; las aleaciones metálicas (el cromo, cobalto, manganeso, molibdeno, níquel, tantalio, titanio, tungsteno y vanadio); los metales ferrosos (aluminio, arsénico, bauxita, bismuto, cadmio, cobre, galio, germanio, plomo, litio, mercurio, tierras raras, estaño y zinc) y los metales preciosos (oro, paladio, platino, rodio y plata).

De los minerales no metálicos se encuentran aquellos empleados en la construcción (asbestos, barita, boro, diatomita, feldespatos, grafito, yeso, magnesita, perlita, fosfatos, potasa, sal, sulfuro, talco, vermiculita y zirconia); los minerales industriales (caolín, bentonita, potasio) y, las piedras preciosas (diamante, zafiro y rubí).

Finalmente, entre los minerales combustibles o fósiles se encuentran: el carbón, coque, antracita, lignita, petróleo, gas natural, las arenas bituminosas, pizarra bituminosa y uranio. Los minerales fósiles representan el 86.5% de la producción total de minerales a nivel global.

En el contexto internacional, los minerales son parte de la riqueza de las naciones y, además de jugar un rol importante en la economía de muchos países, su importancia a nivel macroeconómico es cada vez más relevante. Esto se debe en gran parte al aumento en el precio de los minerales y al éxito de las reformas mineras a nivel global.

Los principales países mineros consideran a este sector como un motor para el desarrollo económico, por lo que resulta fundamental contar con políticas públicas específicas que incentiven su crecimiento y desarrollo.

Desde hace más de 20 años, el Banco Mundial ha brindado apoyo técnico para el desarrollo de reformas mineras en diversos países de América Latina, África, Europa del Este, Asia del Este y Asia Central, los cuales han adoptado nuevas legislaciones, aumentando las posibilidades de atraer inversión extranjera, la generación de impuestos, el aumento de los volúmenes de exportación, la generación de empleo, el desarrollo de infraestructura y la asimilación de nuevas tecnologías.

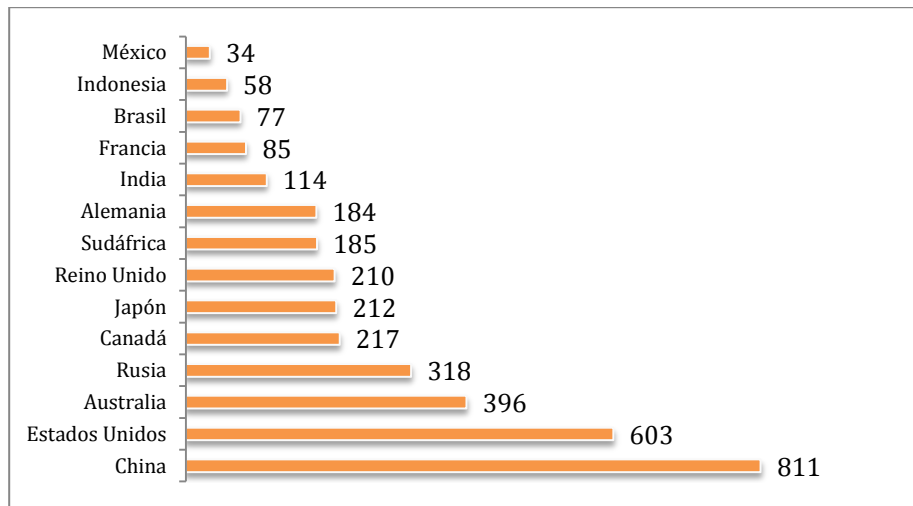
Bajo este contexto, resulta indispensable la existencia de un marco legislativo claro; atractivo para la atracción de inversión extranjera; con la capacidad de monitorear y reforzar el desarrollo técnico, social y ambiental y, con la capacidad de llevar a cabo una recaudación y distribución de impuestos eficiente y transparente (Gary, 2010).

2.4.1. Actores relevantes del área de especialización a nivel global

Bajo el marco de este estudio, se han identificado 4,497 compañías que forman parte de la cadena de valor del sector minero, a nivel global, como se describe más adelante en la sección correspondiente, 18% de las cuales pertenecen a empresas chinas, 13.41% a

empresas estadounidenses, 8.81% a empresas australianas y 7% a empresas rusas (Bureau Van Dijk, 2014).

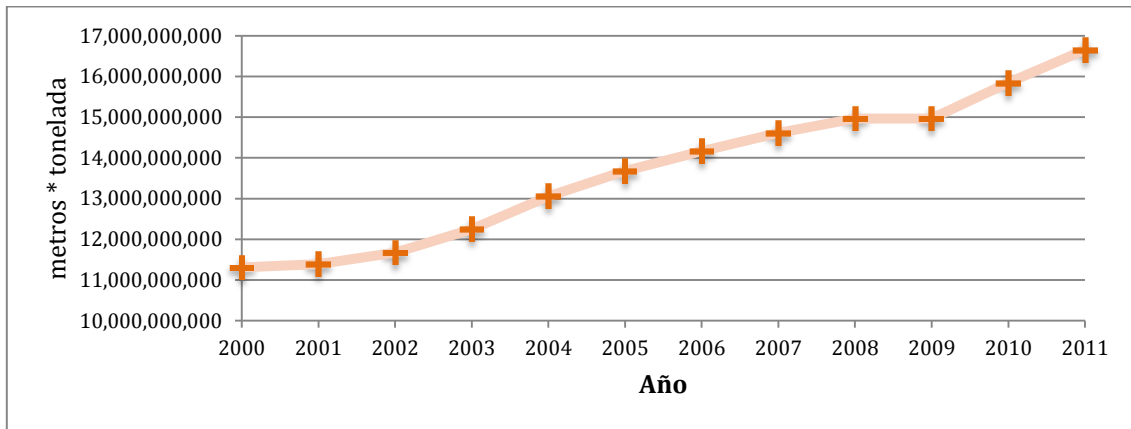
Ilustración 14. Número de compañías incluidas en la cadena de valor del sector minero, por nacionalidad.



Fuente: CamBioTec, 2014

A nivel global, la producción de minerales ha mostrado un aumento constante durante los últimos años, con una tasa de crecimiento promedio anual del 3.59% en el periodo del 2000 al 2012 y una producción total de 16.6 millones de metros por tonelada en el 2012 (Reichl C., 2013).

Ilustración 15. Producción global de minerales (metros*tonelada)

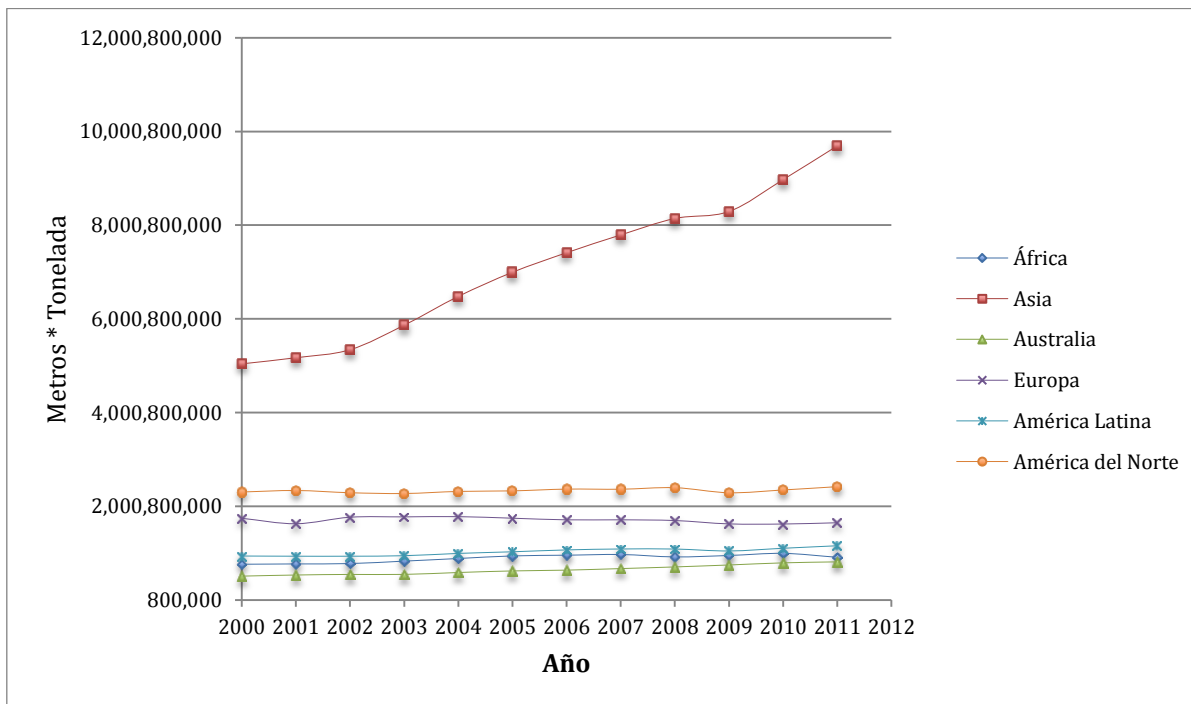


Fuente: (Reichl C., 2013).

El continente asiático destaca por ser el principal productor de minerales, con el 58% de la producción total global en el 2012, siendo China, India e Indonesia los principales productores de esta región.

Al continente asiático le sigue América del Norte, en donde figura Estados Unidos, Canadá y México. A esta región le sigue Europa, cuyos principales productores son Rusia, Alemania, Noruega y Polonia.

Ilustración 16. Producción minerales, por continente (metros*tonelada)



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

La siguiente tabla muestra el ingreso que reportaron las principales empresas mineras a nivel global, durante el 2013.

Tabla 3. Principales empresas mineras a nivel global (2013)

Empresa	Ingreso por operaciones (USD)
CHINA	
Empresa Estatal	\$156,613,266
Jiangxi Copper Company Limited	\$25,251,642
Aluminum Corporation of China Limited	\$23,807,865
ESTADOS UNIDOS	
Exxon Mobil Corp.	\$420,836,000
Chevron Corp.	\$220,264,000
General Electric	\$146,045,000
AUSTRALIA	

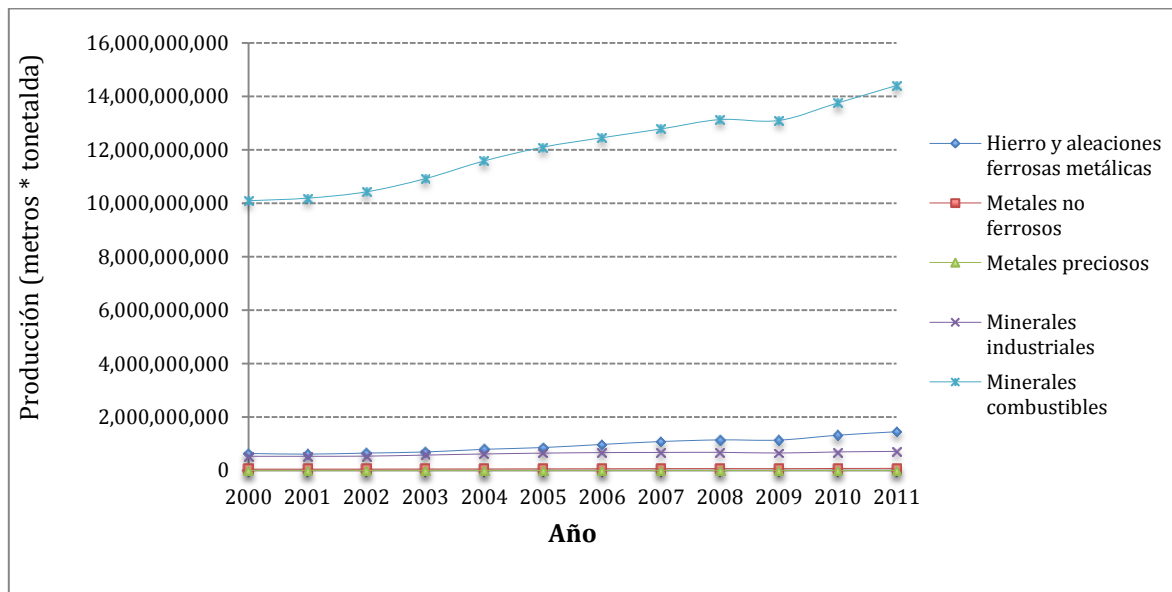
BHP Billiton Limited	\$71,497,444
Wesfarmers Limited	\$55,531,508
Rio Tinto Limited	\$52,752,000
Premier Coal Limited	\$44,171,994
Wesfarmers Holdings PTY LTD	\$42,499,787
Rio Tinto Limited (Comercial)	\$39,495,941
Shell Australia Ltd	\$22,878,203
RUSIA	
Pravitelstvo Rossiiskoi Federasti	\$50,714,060
Mordashov Aleksei	\$13,340,404
Fletcher Industrial Equity Fund Ltd	\$12,156,592
Deripaska Oleg	\$12,073,000
Open Joint Stock Company Moscow	\$9,214,827
CANADÁ	
Suncor Energy Inc.	\$37,793,233
Alcan Inc	\$23,641,000
Teck Coal Limited	\$17,659,671
Barrick Gold Corporation	\$12,604,000
Newmont Mining Corporation of Canada Limited	\$10,139,000
MÉXICO	
Primsa SA de CV	\$11,503,620
Grupo México SAP de CV	\$10,032,878
Industrias Peñoles SAP de CV	\$7,429,600
US Commercial Corp SA de CV	\$3,499,660
Minera México S.A. de C.V.	\$3,273,772
MET-MEX Peñoles SA de CV	\$2,834,621
A.C., Mexicana SA de CV	\$2,534,405
Mexicana de Cobre SA de CV	\$2,503,351
Hylsamex SA de CV	\$2,375,541

Fuente: (Bureau Van Dijk, 2014).

Los minerales fósiles representan el 86.52% de la producción total de minerales, seguida por la producción de hierro y aleaciones ferrosas con el 8.71%.

Finalmente, los metales no ferrosos, metales preciosos y minerales industriales corresponden al 4.77% de la producción total de minerales.

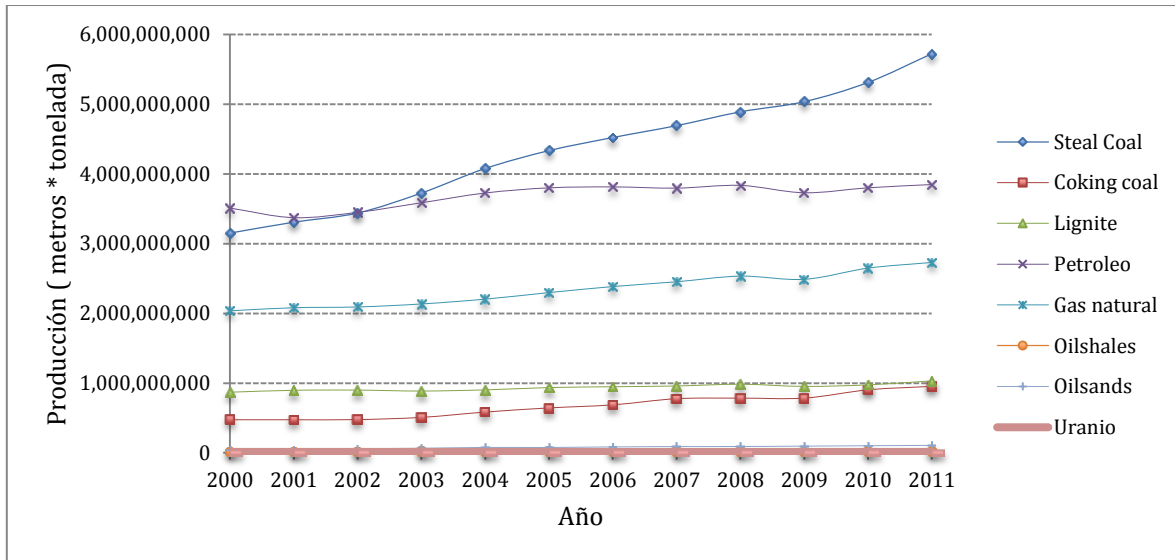
Ilustración 17. Producción de minerales, por tipo (metros*tonelada)



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

Durante el periodo 2000 – 2002, la producción de petróleo representaba cerca del 35% de la producción total de minerales fósiles. A partir del 2003 y a la fecha, la producción de acero al carbón representa el 40% de la producción total de minerales fósiles; seguido por el petróleo, con el 27%; el gas natural con el 19% y la lignita con el 7%. Finalmente figura también la producción de coque, arenas bituminosas, pizarra bituminosa y uranio (Reichi, 2013).

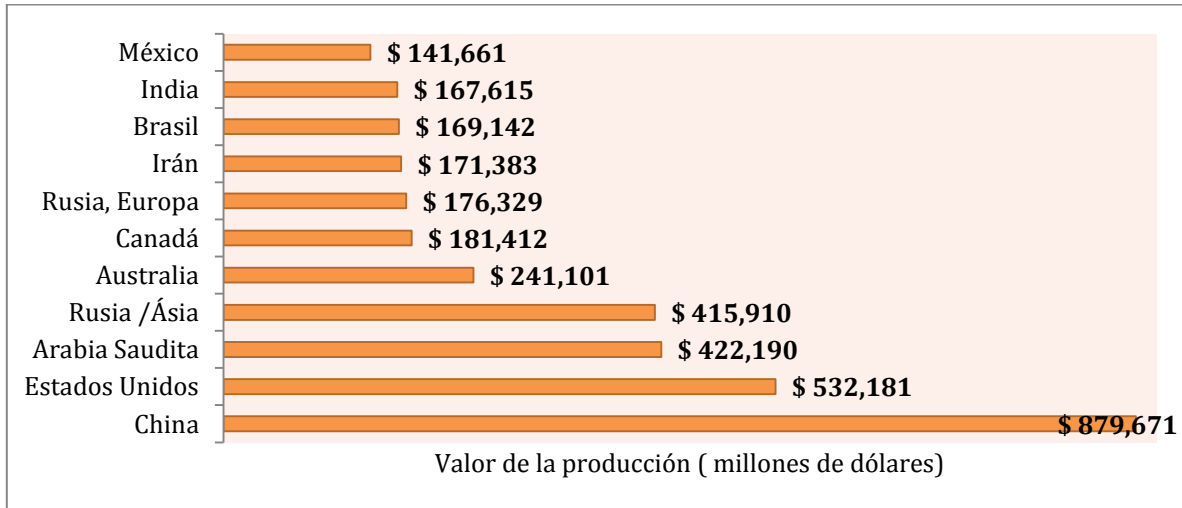
Ilustración 18. Producción de minerales combustibles, por tipo (metros*tonelada)



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

China es el principal productor de minerales, con una producción valuada en \$879.67 mil millones de dólares en el 2012. A este le siguen Estados Unidos, con una producción de \$532.18 mil millones de dólares y Arabia Saudita, con \$422.19 mil millones de dólares. México se ubica en la posición número 11, con una producción valuada en \$141,661 millones de dólares.

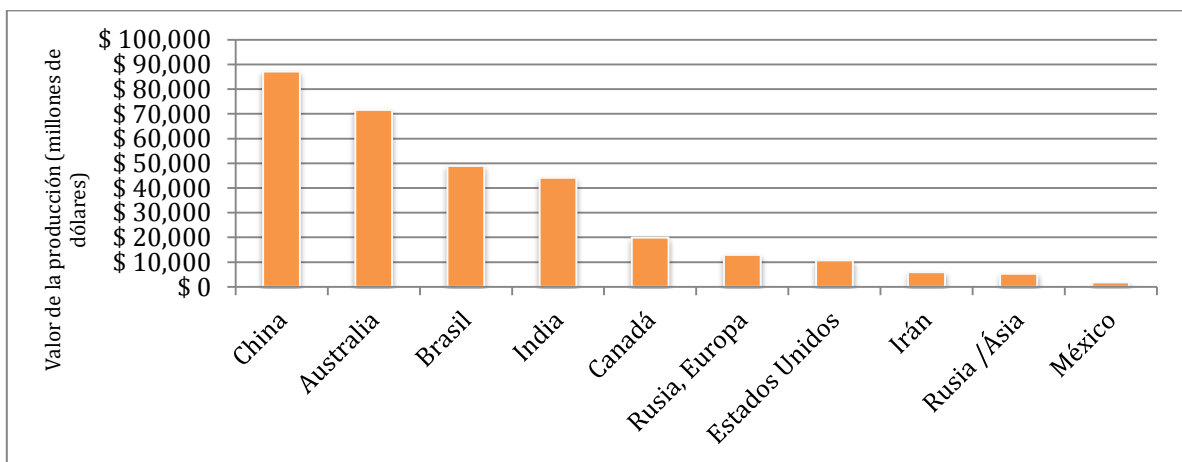
Ilustración 19. Valor de la producción de minerales (millones dólares)



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

Los principales países productores de hierro y aleaciones ferrosas son: China, Australia, Brasil, India y Canadá.

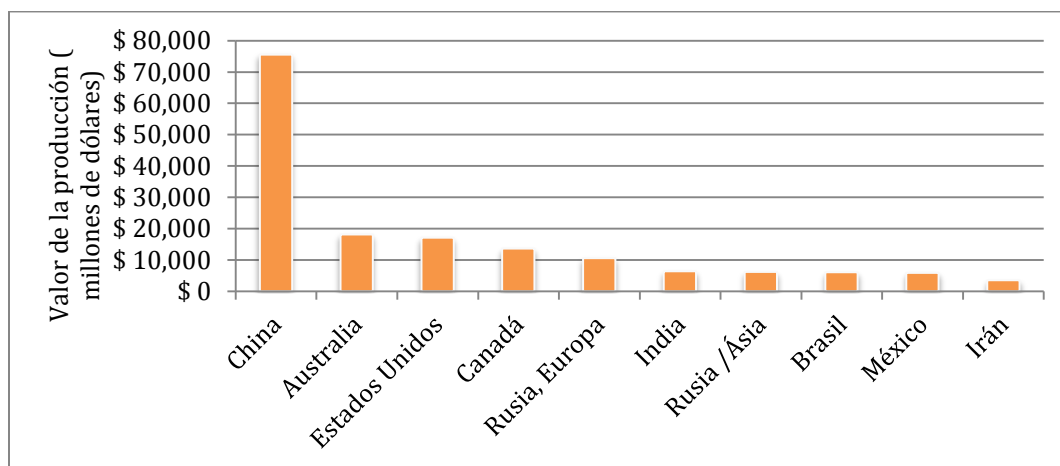
Ilustración 20. Valor de la producción de los principales países productores de hierro y aleaciones ferrosas (2012), (millones de dólares).



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

Los principales países productores de metales no ferrosos son: China, Australia, Estados Unidos, Canadá y Rusia.

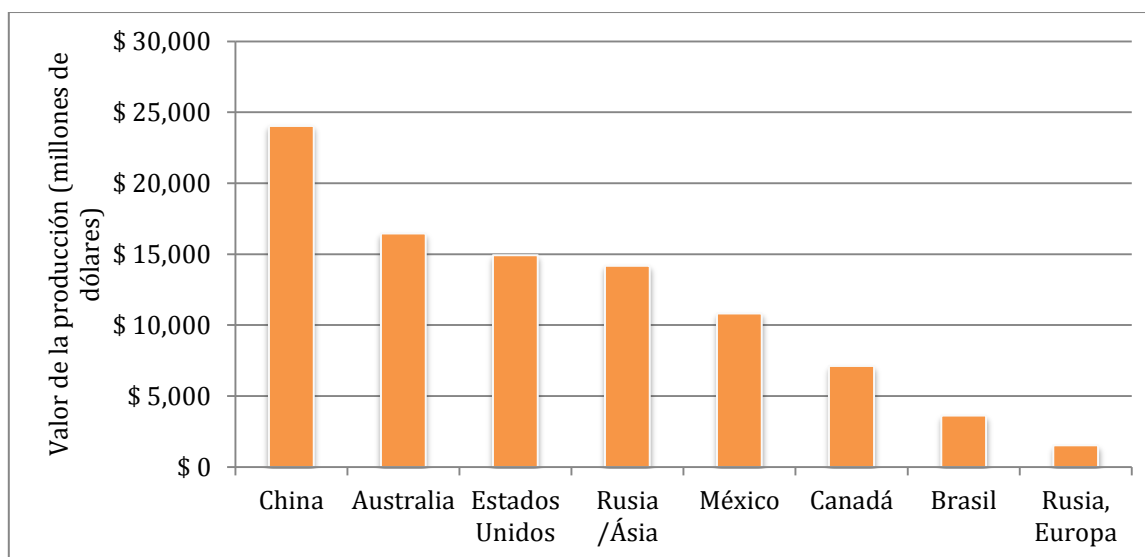
Ilustración 21. Valor de la producción de los principales países productores de metales no ferrosos (2012), (millones de dólares).



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

Los principales países productores de metales preciosos son: China, Australia, Estados Unidos, Rusia y México.

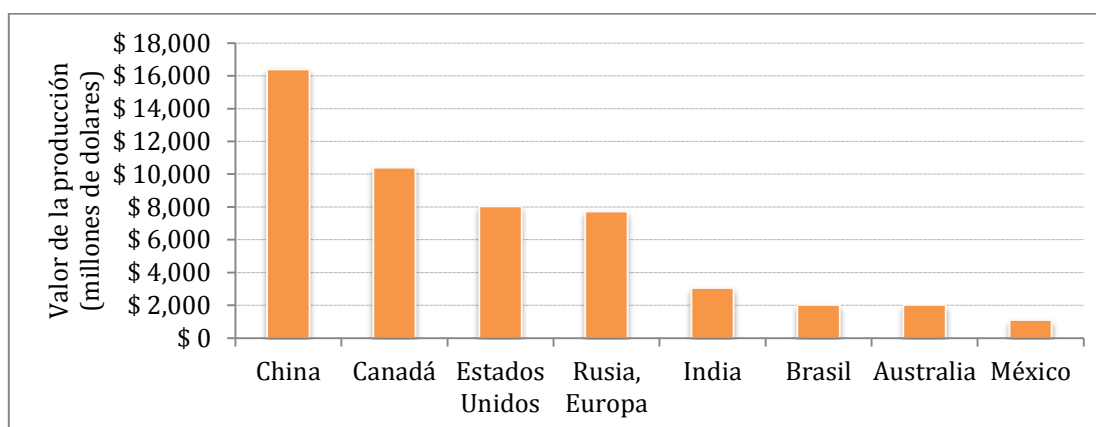
Ilustración 22. Valor de la producción de los principales países productores de metales preciosos (2012), (millones de dólares).



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

Los principales países productores de minerales industriales son: China, Canadá, Estados Unidos, India y Brasil.

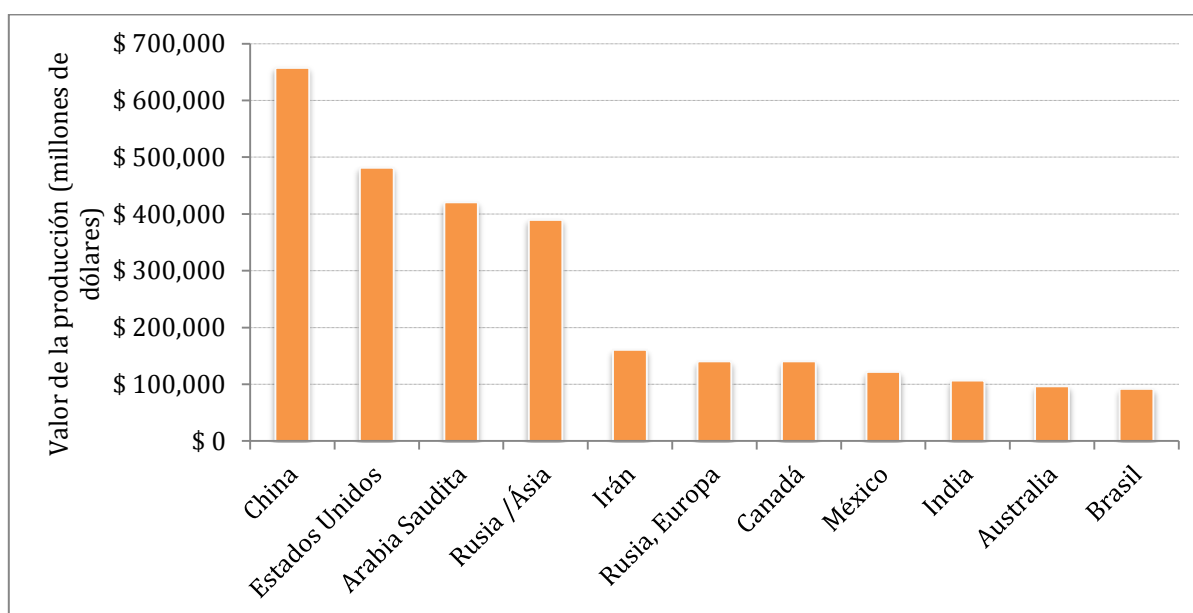
Ilustración 23. Valor de la producción de los principales países productores de minerales industriales (2012), (millones de dólares).



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

Los principales países productores de minerales fósiles son: China, Estados Unidos, Arabia Saudita, Rusia e Irán.

Ilustración 24. Valor de la producción de los principales países productores de minerales combustibles (2012), (millones de dólares).

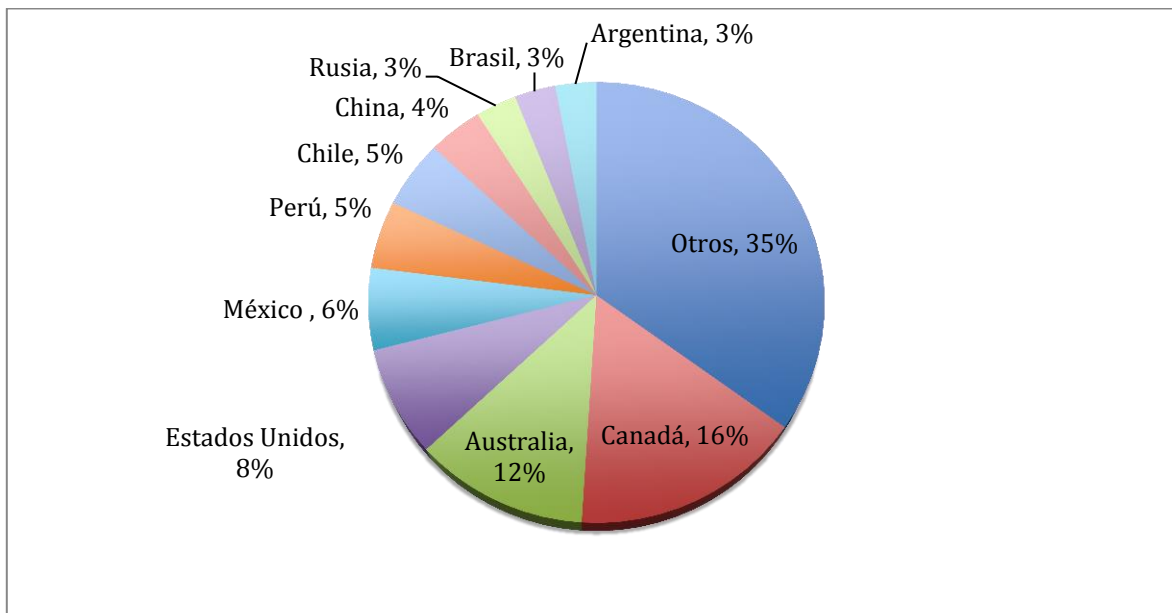


Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de Reichl, 2013.

Durante el 2012, el presupuesto para explotación de metales no ferrosos ascendió a 21.5 mil millones de dólares a nivel global, siendo 18.1% superior al monto invertido en el 2011, lo cual da cuenta de su importancia creciente.

Ya se ha mencionado que América Latina es el principal destino de gastos en exploración a nivel global, con una participación del 25%, en dónde México se ubica en el primer lugar y el cuarto a nivel global (Secretaría de Economía, 2013).

Ilustración 25. Inversión en exploración, por país (2012).



Fuente: (Secretaría de Economía, 2013).

Como se describe más adelante, el sector minero engloba una serie de actividades que van desde la prospección y exploración, la extracción, transformación, comercialización y venta de minerales.

Con respecto a los proveedores de la industria minera, éstos pueden clasificarse, de manera general, en proveedores de conocimiento, tecnología, maquinaria, equipamiento, servicios e insumos.

Dentro de los servicios se encuentran los de ingeniería, construcción, capacitación, logística, almacenamiento, servicios médicos y alimentación, por mencionar algunos. Dentro de la maquinaria y equipo se encuentran aquellos proveedores de transportes de carga, maquinaria para la extracción, transformación y el procesamiento de los minerales.

Existen cientos de empresas proveedoras de equipo para la industria minera. Algunas de ellas son pequeñas empresas especializadas en la producción de componentes específicos o equipamiento sencillo, sin embargo, se estima que esta industria se concentrará en el diseño y la generación de equipo cada vez más especializado. Actualmente son seis las empresas que concentran el 25% del valor del mercado de equipamiento para la industria minera: Sandvik, Joy Global, Bucyrus International, Atlas Copco, Metso y Terex (National Association for Business Economics, 2009).

Tabla 4. Principales fabricantes de maquinaria para la industria minera (2007).

Empresa	Nacionalidad	Ventas (millones de dólares)
Atlas Corp.	Suiza	\$6,800
Boart longyear	Australia	\$1,700
Bucyrus Int.	Estados Unidos	\$738
Caterpillar	Estados Unidos	\$41,500
CITIC Group	China	\$10,100
Downer EDI	Australia	\$4,200
FLSmidth	Dinamarca	\$3,700
Furukawa	Japón	\$1,700
Ingersoll Rand	Bermuda	\$11,400
Joy Global	Estados Unidos	\$2,500
Kawasaki	Japón	\$12,300
Kennametal	Estados Unidos	\$2,400
Komatsu	Japón	\$16,200
Liebherr Int.	Suecia	\$8,100
MAN	Alemania	\$16,400
Metso	Finlandia	\$6,200
Mitsubichi Hvy	Japón	\$26,200
RAG	Alemania	\$22,600
Sandvik	Suiza	\$9,800
Shenyang Hvy	China	\$250
Sumitomo Elec	Japón	\$20,400
Techint Group	Argentina	\$19,800
Terex	Estados Unidos	\$7,600
Thyssen Krupp	Alemania	\$71,300

Fuente: (National Association for Business Economics, 2009).

Otros proveedores de la industria minera con presencia a nivel global son:

- Volvo Construction Equipment, proveedor de transporte de carga, especialmente adaptado para las actividades mineras.
- 3 M, con el área de soluciones para la industria minera y metalúrgica, en las áreas de protección de personal, seguridad en operaciones, productos eléctricos y materiales avanzados.
- ABB Ltd, líder en automatización y control.
- Accenture PLC, empresa de consultoría.
- ACS, Actividades de Construcción y Servicios.
- AMEC, PLC, ofrece servicios de ingeniería, consultoría y administración de proyectos.
- Chevron Corporation, proveedor de soluciones en gestión de energía.
- Barlorworld Limited, compañía sudafricana con operación en 24 países especializada en servicios de transporte y logística.
- Bridgestone Corporation. proveedor de neumáticos para maquinaria pesada que opera bajo condiciones extremas.
- Chicago Bridget & Iron Company, proveedor de ingeniería, mantenimiento y construcción especializado en proyectos para la industria minera.
- Cumins Inc. líder en diseño, manufactura, distribución de maquinaria y equipo, sistemas de control y de generación de energía.
- Cytec. proveedor de soluciones químicas para la separación de materiales.
- MMC Metal de México, proveedor de piezas de acero, tales como cabezas rotatorias, uniones, pilotes y varillas.
- Donaldson Latin America, proveedor de soluciones para los procesos de filtración.
- Mettler Toledo, proveedor de sistemas de medición de alta precisión.

- Agilent Technologies, proveedor de productos analíticos.
- Dosan Infracore, proveedor de maquinaria pesada.
- Belaz, fabricante de maquinaria para movimiento de materiales.
- TECO-Westinghouse Motor Company, fabricante de motores y generadores.
- SKF México, proveedor de tecnología de rodamientos y equipo giratorio.
- Cardinal Health Inc., proveedor de medicamentos y productos médicos.
- United Technologies Corporation, proveedor de sistemas de construcción.

2.4.2. Identificación de las áreas tecnológicas que impactan al sector y su evolución en el tiempo

La tecnología y la innovación tienen importancia crítica en la minería. El tipo de mineral constituye un factor determinante sobre la tecnología empleada para el desarrollo de las actividades de prospección, exploración, extracción, fundición, recuperación y procesamiento.

Algunas de las principales áreas del conocimiento relacionadas con la exploración y prospección en minería son: la mecánica de suelos, geoquímica, geología, geometalúrgica, tectono-física, tecnología del espacio subterráneo, química analítica e informática y gestión de datos. Con respecto a las áreas del conocimiento relacionadas con las actividades de extracción, podemos mencionar: hidrometalurgia, geoquímica, geología, geometalúrgica, ingeniería de los minerales, tecnología del espacio subterráneo, tecnologías de la Información y la comunicación, neurocomputación, diseño y construcción de máquinas e implementos especiales, instrumentación y control, manejo de sensores y sistemas inteligentes, sistemas de mantenimiento e ingeniería de materiales.

El desarrollo y aplicación de diversas tecnologías resulta indispensable en las actividades de la industria minero-metalúrgica, debido a la necesidad de incrementar sus rendimientos y eficiencia, así como de cumplir con la regulación emitida en torno a la seguridad de los trabajadores y el cuidado del medio ambiente.

De acuerdo con la Cámara Minera de México (CAMIMEX), las grandes empresas mineras establecidas en México invierten cerca del 15% de su presupuesto en el desarrollo y/o aplicación de nuevas tecnologías. Sin embargo, la gran mayoría de las tecnologías empleadas por la industria minera en México, son importadas. Esto evidencia la falta de articulación entre los diferentes actores del ecosistema de innovación en México, así como la carencia de personal especializado con capacidades para atender las demandas del sector.

A partir del desarrollo de esta agenda, se ha identificado que algunas de las principales áreas tecnológicas en el sector minero se orientan a la atención de temas relacionados con: la eficiencia energética, el manejo de fluidos, la automatización, las tecnologías de la información para la gestión de metadatos, el diagnóstico remoto, la transmisión de datos en tiempo real, la seguridad del personal, la gestión del agua y la disminución del impacto ambiental, entre otras.

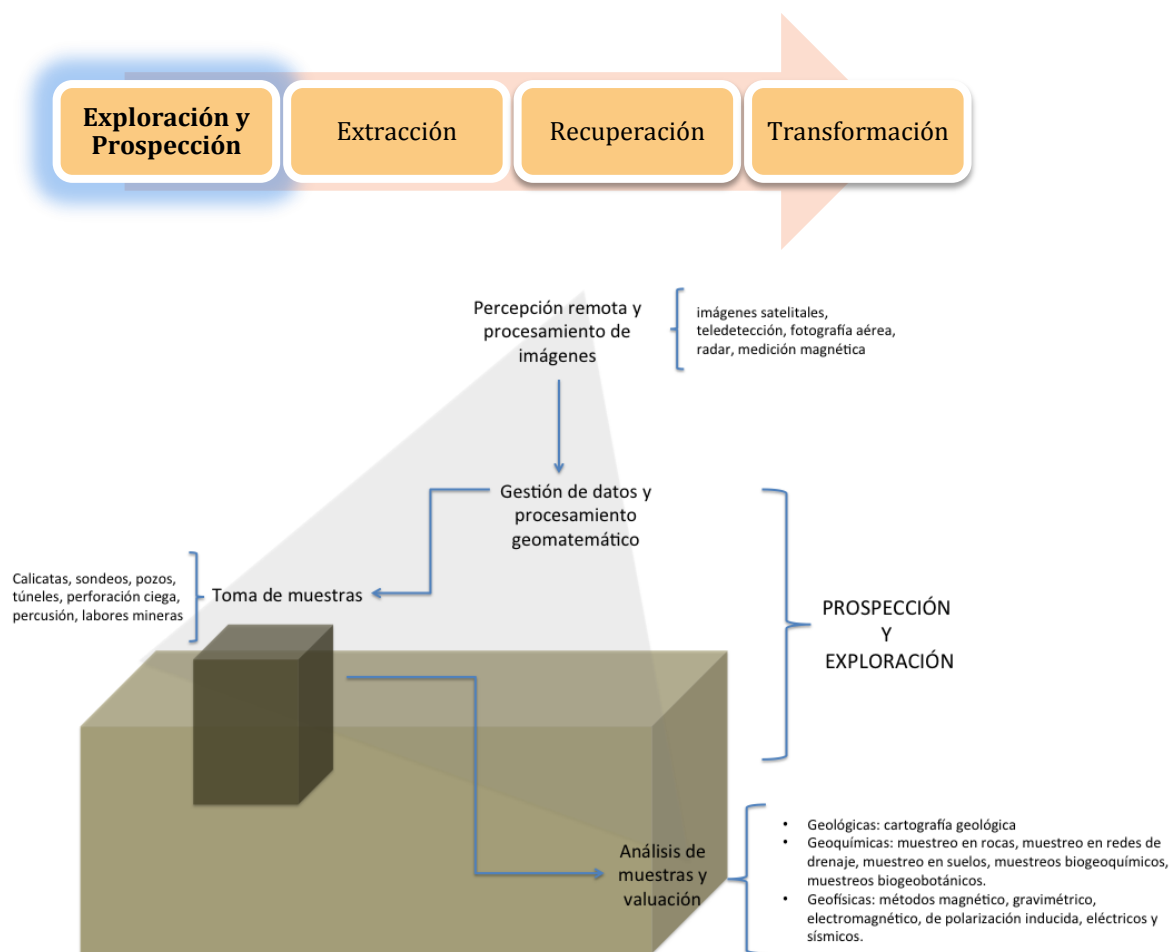
2.4.3 Identificación de áreas tecnológicas de mayor impacto futuro

2.4.2.1 Tecnologías empleadas en las actividades de exploración

La identificación y evaluación de yacimientos requiere de técnicas de exploración cada vez más complejas. Desde la década de los 50s, el descubrimiento de yacimientos minerales se atribuye a la aplicación de tecnologías geofísicas y geoquímicas desarrolladas tanto por

el sector privado como por los gobiernos. Las actividades de investigación y desarrollo en ciencias geológicas, métodos geofísicos y geoquímicos y tecnologías de perforación, impactan de manera significativa en la productividad y efectividad de la exploración mineral.

Ilustración 26. Tendencias tecnológicas en las actividades de prospección y exploración minera.



Fuente: CamBioTec, 2014

Algunas de las principales áreas del conocimiento relacionadas con la exploración y prospección en minería son:

- Mecánica de suelos
- Geoquímica
- Geología
- Geometalúrgica
- Tectono-física
- Tecnología del espacio subterráneo
- Química analítica
- Informática y gestión de datos

Durante las etapas de exploración, actualmente es común el empleo de diversas técnicas analíticas como: absorción atómica, empleada en muestras de metales preciosos; fluorescencia de rayos X, la cual permite conocer las concentraciones de diferentes elementos y el potencial geológico de los yacimientos; la espectroscopia atómica, empleada desde la década de los 50s; la espectrometría de plasma, la espectroscopia de masas y, más recientemente, la espectroscopia por emisión atómica, las cuales son técnicas analíticas de alta sensibilidad que permiten desarrollar un análisis más sensible y preciso de la información recopilada y facilitan la toma de decisiones estratégicas.

El uso de tecnologías de la información es también común durante las actividades de exploración de la industria minera. Las tecnologías de la información tienen diversas aplicaciones durante la etapa de exploración, permitiendo el análisis de grandes cantidades de información, facilitando la toma de decisiones y disminuyendo los riesgos asociados a la falta de estabilidad en el suelo.

La gran mayoría de las empresas de exploración utilizan Sistemas de Información Geográfica (SIG, por sus siglas en inglés) como tecnología principal, sin embargo, ahora se

hace indispensable el desarrollo de herramientas que permitan llevar a cabo una gestión adecuada de los datos geoespaciales, facilitando la toma de decisiones.

De acuerdo con un estudio realizado por Geosoft, proveedor de las empresas de exploración minera, éstas han mostrado interés en el diseño y la implementación de Soluciones para la Gestión de la Información generada a partir de las actividades de Exploración (*Exploration Information Management Solutions – EIMS*, por sus siglas en inglés). Este interés surge de las necesidades que tienen las empresas de que la información obtenida a partir de la exploración de depósitos más profundos y en ambientes más complejos, sea accesible y pueda preservarse y analizarse para futuros proyectos de exploración. Los próximos desarrollos en la recopilación y gestión de datos derivados de las actividades de exploración, se enfocarán en la web, en particular en el modelo de computación en la nube.

2.4.2.2. Tecnologías empleadas en las actividades de extracción.

Debido a que las empresas mineras no tienen control sobre los precios de mercado de los metales y minerales, resulta indispensable mantener un control sobre sus márgenes a través del aumento de la eficiencia y los rendimientos.

Se han diseñado, desarrollado y adaptado diversas tecnologías para el desarrollo de las operaciones de perforación, extracción, molienda, filtración y transporte, entre otros. También se desarrollan tecnologías orientadas a la reducción de los costos asociados al consumo de energía y al consumo de agua.

Ilustración 27. Tendencias tecnológicas en las actividades de extracción de minerales.



Fuente: CamBioTec, 2014

Algunas de las principales áreas del conocimiento relacionadas con la extracción minera son:

- Hidrometalurgia
- Geoquímica
- Geología
- Geometalúrgica
- Ingeniería de los minerales
- Tecnología del espacio subterráneo
- Tecnologías de la Información y la Comunicación y Neurocomputación
- Diseño y construcción de máquinas e implementos especiales
- Instrumentación y control
- Manejo de sensores y sistemas inteligentes

- Sistemas de mantenimiento
- Ingeniería de materiales

Dentro de las tecnologías empleadas en la extracción de minerales se encuentran:

- Programas de software que permiten el monitoreo y control de la maquinaria vía remota, a través de sistemas de satélite.
- Maquinaria y equipo diseñado para soportar las condiciones extremas de operación (vibraciones, humedad, temperatura, presión y corrosión, entre otras).
- Sistemas de transporte y maquinaria que operan a través de señales GPS, monitoreando y registrando todas las actividades, incluso si el equipamiento se está operando de manera adecuada y si se encuentra dentro del perímetro autorizado.
- Equipos de perforación y excavación de operación remota, que reducen el riesgo asociado a estas actividades.
- Maquinaria equipada con sensores robóticos para el monitoreo de las condiciones de operación.

Son también conocidos los casos de adaptación de maquinaria y equipo para cumplir con los requerimientos de la industria minera, a partir de una estrecha colaboración cliente-proveedor para conocer las modificaciones necesarias para operar bajo las condiciones específicas de trabajo, las cuales incluyen condiciones de humedad, temperatura, corrosividad y tiempo de operación, entre otros.

De acuerdo con *The Freedonia Group Inc.*, se espera que la demanda de maquinaria y equipo para minería se incremente a una razón del 8.6% anual hasta el año 2017, hasta alcanzar un valor de 135 mil millones de dólares. Se espera que la demanda se incremente en países en vías de desarrollo, principalmente en Brasil, India y China. El equipo de

minería para actividades a cielo abierto representa el 37% del valor total del mercado y se espera que los equipos de perforación, excavación y pulverizadores sean los que presenten el mayor crecimiento durante los próximos cinco años. Esto se debe a que se trata de equipos universales, usados especialmente durante la fase de exploración.

Los proveedores de maquinaria y equipo desarrollan nuevos diseños, de acuerdo con las especificaciones técnicas de la industria.

Las empresas mineras han logrado un importante nivel de automatización en los subprocesos, por lo que se prevé que en un futuro este sector será demandante de operadores cada vez más especializados en la optimización de productos y procesos. Sin embargo, el sector minero aún se enfrenta a grandes retos en la integración de las suboperaciones y la información que se genera en cada una de ellas. Esto se debe a la falta de infraestructura en comunicaciones, tanto de sistemas alámbricos como inalámbricos en los ambientes mineros. Los nuevos desarrollos tecnológicos se orientan a: la disponibilidad de datos; la generación de datos de calidad; el uso eficiente de recursos; la propagación en tiempo real de los datos de diferentes sistemas; la propagación en tiempo real de la información hacia sistemas superiores y centros de control; el desarrollo de la capacidad de desarrollar diagnósticos en tiempo real, tanto de equipos como de procesos; la posibilidad de analizar tendencias; la configuración remota y la calibración remota, entre otras.

2.4.2.3. Tecnologías en torno a la sustentabilidad y seguridad.

El sector minero enfrenta importantes retos tecnológicos relacionados con la racionalización del uso de energéticos y recursos naturales; la reducción del impacto

ambiental y la implementación de rigurosos sistemas de seguridad, apegados a estándares internacionales.

Los desarrollos tecnológicos también son aplicados a disminuir los riesgos asociados a la actividad minera. Las nuevas tecnologías permiten detectar cualquier movimiento y evitar colapsos a través de un proceso previo de reforzamiento. Es también posible identificar la ubicación de los trabajadores mejorando los sistemas de comunicación y transporte dentro de la mina y hacer uso de instrumentos que permiten detectar fatiga en el operador.

La Comisión de Energía e Innovación y Tecnología promueven la generación y uso de energías sustentables entre las empresas mineras con actividades en México. Algunos de los esfuerzos realizados en este sentido son la granja de viento de 80MW de Grupo Peñoles; el nuevo proyecto de granja de viento de 75MW de Grupo México; la planta mini hidro-eléctrica de Minera Autlán y la planta de ciclo combinado de poder de Minera México.

En México se ha trabajado también en el reemplazo de diesel con energía solar para el calentamiento de fluidos y en la optimización y reúso del agua en las minas, a través de la construcción de plantas de tratamiento de agua en poblaciones cercanas a las minas.

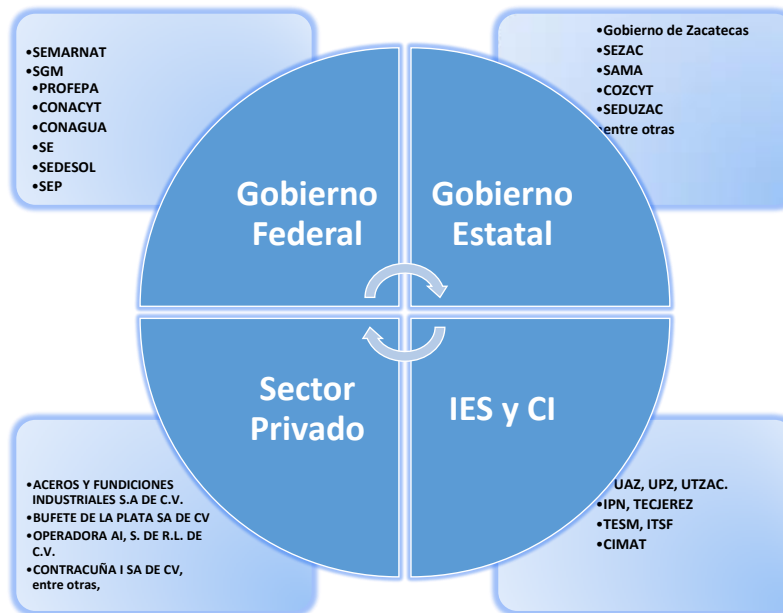
3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN PARA EL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

El ecosistema de innovación del área Minería en México se integra por diversos actores, entre los que destacan: el gobierno, mediante sus distintas dependencias, programas e instrumentos de política (convenios con organismos internacionales); las empresas de los diversos subsectores; las Instituciones de Educación Superior (IES), y Centros de Investigación (CI).

3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

Los actores relevantes en el área Minería en el estado de Zacatecas, son los productores, líderes empresariales, directivos de empresas, académicos, funcionarios de gobierno y políticos, relacionados con las actividades mineras, desde la proveeduría hasta la comercialización y fomento del sector mediante programas y políticas públicas. Véase Ilustración 28

Ilustración 28. Ecosistema de Innovación del Área Minería en Zacatecas.



Fuente: CamBioTec, 2014

3.2. Principales IES y Centros de Investigación y principales líneas de investigación

Para la industria minera, el capital humano es una prioridad. Contar con trabajadores capaces y comprometidos con la tierra es indispensable para el desarrollo del sector minero del país. Sin embargo, el déficit de profesionistas sigue siendo preocupante.

Anualmente egresan de las carreras de ciencias de la Tierra apenas 180 estudiantes y se estima que la cifra disminuirá en el próximo año, aún ante las necesidades de nuestro sector que requiere contratar a 400 egresados por año. (A.I.M.M.G.M 2014).

A continuación una lista con las principales instituciones de educación en Zacatecas generadoras de capital humano para el sector:

3.2.1.

Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación

Entre las instituciones educativas y centros de investigación que trabajan en áreas afines con el sector minero en Zacatecas se encuentran:

Tabla 5. Instituciones educativas y áreas afines al área Minería en Zacatecas

Universidad Autónoma de Zacatecas	
Universidad Autónoma de Zacatecas	Programas de Licenciatura
	Ciencias Físicas
	Geología
	Minas y Metalurgia
	Ciencias Ambientales
	Ingeniería Química
	Ingeniería Mecánica
	Ingeniería Topográfica
	Ingeniería Civil
	Ingeniería Eléctrica
	Ingeniería en Computación
	Ingeniería en Software
	Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica
	Ingeniería en Robótica y Mecatrónica
	Ingeniería Eléctrica
	Programas de Maestría
	Ciencias Físicas
	Energéticos
	Ingeniería Aplicada con orientación en recursos hidráulicos
	Ciencias de la Ingeniería
	Programas de doctorado
	Ciencias de la Ingeniería
Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas	Técnico Superior Universitario
Instituto Tecnológico de Zacatecas	Ingeniería Electromecánica
	Ingeniería en Materiales

	Ingeniería en Sistemas Computacionales
Instituto Tecnológico Superior de Jerez	Ingeniería en Sistemas Computacionales Ingeniería Mecatrónica
Instituto Politécnico Nacional	Ingeniería Ambiental Ingeniería en Sistemas Computacionales Ingeniería Mecatrónica Ingeniería en Metalurgia (Agosto 2014)
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	Ingeniería en Mecatrónica Ingeniería Industrial y de Sistemas Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación
Instituto Tecnológico de Fresnillo	Ingeniería en Sistemas Computacionales Ingeniería de Minas Ingeniería en Electrónica Ingeniería Ambiental
Universidad Politécnica de Zacatecas	Ingeniería en Energía Ingeniería en Mecatrónica Ingeniería Industrial

Fuente: CamBioTec, 2014, con datos ANUIES, 2013

Zacatecas cuenta también con la presencia del Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), el cual a través del Programa Estatal para el Desarrollo de la Industria de la Tecnología de Información en Zacatecas, trabaja vinculado al Gobierno de Zacatecas para impulsar Tecnologías de la Información, alcanzando avances importantes a la fecha, específicamente en cuanto a la atracción de grupos de investigación y empresas al Estado y al involucramiento de las diferentes instituciones de educación superior de Zacatecas.

El CIMAT aporta su masa crítica para la operación del proyecto de creación del Instituto de Tecnologías de la Información del Estado de Zacatecas (ITI-Zac), constituyendo ésta una de las primeras áreas que albergaría y fomentaría dicho Instituto (CIMAT, 2014).

“Las IES y los CI contribuyen a la creación de una masa crítica con la capacidad de utilizar el conocimiento en diferentes campos, y con la capacidad de crear nuevo conocimiento susceptible de coadyuvar al desarrollo socioeconómico del Estado”. (Villavicencio et al., 2012: 242).

Información referente a las IES y CI a nivel nacional y las entidades gubernamentales federales y estatales que ofrecen apoyo al área de especialización, se localizan en el apéndice A.

3.3. Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización

En Zacatecas, las empresas que cuentan con RENIECYT y que pertenecen al sector económico minero, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Empresas con registro RENIECYT en el área Minería en Zacatecas

Empresas	Actividad	Tamaño
Aceros y Fundiciones Industriales S.A de C.V.	Otros servicios relacionados con la minería	Micro
Bufete de la Plata SA de CV	Otros servicios relacionados con la minería	Micro
Operadora AI, S. de R.L. de C.V.	Minería de otros minerales no metálicos	Micro
Contracuña I SA De CV	Minería de plata	Mediana

Fuente: RENIECYT, 2014

3.3.1. Empresas líderes en el estado de Zacatecas⁶

Tabla 7. Principales minas de minerales metálicos en Zacatecas.

Concesionario	Mina	Municipio	Minerales	Producción (t/día)
Grupo Bal.	Francisco I. Madero	Morelos	Zinc, Plomo y Cobre	7,000
	Unidad Fresnillo.	Fresnillo.	Plata, Plomo y Zinc	7,000
	Unidad Sabinas	Sombrerete	Cobre, Plata, Zinc y Plomo	3,000
	Minera Saucito	Fresnillo	Oro y Plata	3,000
Cía. Contracuña S.A. de C.V.	Unidad Veta grande	Veta Grande	Oro, Plata y Plomo	150
Plata Panamericana S.A. de C.V.	La Colorada	Chalchihuites	Plata, Plomo y Zinc	550
Minera Frisco.	Minera Tayahua.	Mazapil	Plata, Plomo, Zinc y Cobre	4,500
Capstone Gold	Cozamin	Morelos	Cobre, Zinc y Plomo	3,500
Goldcorp, Inc.	Minera Peñasquito S.A. de C.V.	Mazapil	Oro y Plata	130,000
Minera Frisco	Unidad El Coronel	Ojocaliente	Oro y Plata	30,000
Besmer S.A. de C.V.	Besmer	Chalchihuites	Plata y Plomo	120
Aranzazu Holding S.A. de C.V.	Aranzazu	Concepción del Oro	Cobre, Oro y Plata	2,000
First Majestic Silver Corp	Del Toro	Chalchihuites	Plata, Plomo y Zinc	2,500

Fuente: (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

⁶ A partir de abril de 1977, el registro y control de las concesiones mineras se realiza en la Subdirección de minería, de la Secretaría de Economía, ubicada en la ciudad de Zacatecas. Al 31 de julio de 2013, se tenían un total de 2,866 concesiones vigentes, con una superficie de 2'920,897.51 hectáreas (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013). De acuerdo con el registro de la Secretaría de Economía del estado, Zacatecas cuenta con un total de 402 minas. Las principales minas en explotación de minerales metálicos son trece; tres de las cuales se ubican en el municipio de Chalchihuites; cuatro de estas minas corresponden a concesiones del Grupo Bal, operadas por sus subsidiarias Peñoles y Fresnillo PLC. La mina de mayor capacidad es Minera Peñasquito, con una capacidad para procesar minerales con contenidos de oro, plata y plomo de hasta 130 mil toneladas al día, esta unidad pertenece al grupo Goldcorp, Inc.

Las principales minas en explotación de minerales no metálicos son 35. Trece de estas minas se localizan en el municipio de Zacatecas y seis en el municipio de Guadalupe. La explotación de estas minas está dirigida a la extracción de agregados pétreos, arcillas, caolín, cantera, óxidos de fierro y cal hidratada. Los concesionarios de estas minas son:

- ✓ Mexicana de Cales, S.A. de C.V.
- ✓ Cesantoni, S.A. de C.V.
- ✓ Compañías Industrias de Zacatecas, S.A. e C.V.
- ✓ María Guadalupe Buenrostro
- ✓ Canteras El Márquez
- ✓ Taller de cantera y material para construcción Javier Acevedo del Río
- ✓ Minerales no metálicos de Villa García
- ✓ Minera Scotts, S. de R.L.M.I.
- ✓ Cal Química Mexicana, S.A. de C.V.
- ✓ Canteras La Fuente
- ✓ Canteras Beca
- ✓ Canteras del Río
- ✓ Canteras Eben Ezer
- ✓ Canteras El Puente
- ✓ Canteras Francisco Javier
- ✓ Canteras Nissi
- ✓ Canteras San Judas Tadeo
- ✓ Trabajos en Cantera y Escultura
- ✓ Negocios Mineros y Materiales S.A. de C.V.
- ✓ Ónix del Teyra
- ✓ Triturados Riolíticos S. de R.L.
- ✓ Erica López Diosdado
- ✓ Inter Canteras Boulevares
- ✓ José López Pichardo
- ✓ Cemex
- ✓ Arsos Rocas Dimensionales del Semidesierto S.A. de C.V.
- ✓ Abraham Reimer Zacharias
- ✓ Baltazar Acosta Flores
- ✓ Materiales Gutiérrez del Águila S.P.R. de R.L.
- ✓ Ismael Sandoval
- ✓ José Remedio Gámez
- ✓ Unión de Transportistas de Valparaiso
- ✓ Minera Orca S.A. de C.V.
- ✓ Ricardo González
- ✓ Mármoles Velasco de Guadalajara S.A. de C.V.

Considerando los volúmenes de producción, las empresas líderes en el estado son: Aranzazu Holding, Capstone Gold, Cía. Minera Tayahua, First Majestic Silver Corp, Goldcorp, Industrias Peñoles y Minera Real de Ángeles, S.A. de C.V.

Aranzazu Holding



Subsidiaria propiedad de Aura Minerals Inc. La mina Aranzazu se encuentra ubicada en la cabecera municipal de Concepción del Oro. Es una mina a tajo abierto y una mina subterránea con aproximadamente 11,380 hectáreas para realizar actividades de explotación, exploración y procesamiento de cobre, plata y oro (Aranzazu Holding, 2014).

Capstone Gold Mining Corp.



Empresa canadiense con la concesión para la explotación de la mina Cozamin, ubicada en el municipio de Zacatecas. Es una mina subterránea con una planta de molienda para la producción de cobre, plata, zinc y plomo (Capstone Mining Corp, 2014).

Minera Frisco



Minera Tayahua

Inició operaciones en 1972. Cuenta con la participación del 90.2% de Minera Frisco. Es una mina subterránea que produce concentrados de plata, plomo, zinc y cobre. Ubicada en el municipio de Mazapil.

El Coronel.

La unidad minera "El Coronel" nace en 1999 con trabajos de exploración y geología superficial. En 2008 inicia la etapa de construcción del proyecto y en 2009 inicia su operación. Produce barras mixtas de doré (oro y plata). Es una mina de tajo.

First Majestic Silver Corp



Empresa minera canadiense enfocada en la producción de plata. Cuenta con la concesión para la explotación de la mina Del Toro, ubicada en el municipio de Chalchihuites.

El primer circuito de flotación de esta mina comenzó en el primer trimestre del 2013 y el circuito de cianidación concluido el cuarto trimestre del 2013 permitió la fabricación de barras de plata. (First Majestic Silver Corp, 2014)

Goldcorp.



Empresa minera canadiense. Cuenta con la concesión para la explotación de la mina Peñasquito para la producción de oro, plata, plomo y zinc a través del proceso de flotación. Se estima que a finales del 2014, esta mina alcanzará una capacidad de producción de 560 mil onzas de oro; 25 millones de onzas de plata; 325 millones de libras de zinc y 145 millones de libras de plomo

Industrias Peñoles S.A. de C.V.



Grupo minero fundado en 1887, con operaciones integradas en la fundición y afinación de metales no ferrosos y la elaboración de productos químicos.

Es el mayor productor a nivel global de plata afinada y líder latinoamericano en la producción de oro y plomo afinados.

Se encuentra entre los principales productores de zinc y sulfato de sodio afinados, a nivel global.

Es uno de los mayores exportadores netos del sector privado en México, con más del 70% de sus ventas en el extranjero (Industrias Peñoles, S.A. de C.V., 2012).

Cuenta con la concesión para la explotación de:

La mina Francisco I. Madero ubicada en el municipio de Morelos Zacatecas. Se trata de una mina subterránea, con mantos y vetas de origen sedimentario exhalativo para la extracción de zinc, plomo y cobre. Tiene una capacidad de 2,280,000 tmpa (Industrias Peñoles, S.A. de C.V., 2012)

La mina Sabinas, ubicada en el municipio de Sombrerete. Es una mina subterránea de cuerpos masivos y vetas para la extracción de zinc, plomo y cobre. Tiene una capacidad de producción de 1,240,000 tmpa (Industrias Peñoles, S.A. de C.V., 2012).

Fresnillo PLC



Escindida del grupo Peñoles en 2008 cuenta con 2 unidades operativas en el municipio de Fresnillo: La Unidad Fresnillo y La Unidad Saucito y un proyecto en etapa avanzada Juanicipio.

La Minera Fresnillo, es una mina subterránea productora de plata en concentrados de plomo y zinc

Esta mina está catalogada como mayor productora plata primaria a nivel global (Industrias Peñoles, S.A. de C.V., 2012).

La Minera Saucito, ubicada en el poblado de Saucito del Poleo ubicado a 9 kilómetros del municipio de Fresnillo, es una mina subterránea y planta de flotación sus principales productos son la plata y el oro.

Con respecto a las empresas líderes en la extracción de minerales no metálicos podemos mencionar a la empresa Cesantoni, líder en productos cerámicos y Cemex, con su planta de concretos.

En noviembre de 2013, se registraban un total de 174 proyectos de exploración en el estado, desarrollados por 96 empresas mineras. Estos proyectos están orientados a la extracción de oro, plata, zinc, plomo y cobre, principalmente (Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano, 2013).

A nivel nacional, las empresas, asociaciones, clústeres y parques industriales más importantes en el área minera se muestran en el apéndice B.

3.4. Evolución de apoyos en el área de especialización

Con respecto al apoyo estatal para el sector minero, cabe mencionar que la Secretaría de Economía del Estado de Zacatecas (SEZAC), ofrece:

- El Fondo Plata, financiamiento dirigido a las personas físicas y micro y pequeñas empresas, el cual puede ser empleado para capital de trabajo y/o refaccionario para maquinaria, equipo e instalaciones físicas.
- Servicios de asesoría técnica para la evaluación e integración de proyectos mineros, dirigido a micro y pequeños empresarios mineros y la canalización de estos proyectos a fuentes de financiamiento.
- Servicios de apoyo a pequeños productores de minerales metálicos y no metálicos, dirigidos al desarrollo de productos de calidad.
- Asesoría técnica a micro, pequeños y medianos empresarios mineros, orientada a la mejora de sus operaciones y la reducción de costos, así como la búsqueda de mercado para la comercialización de sus productos (SEZAC, 2014).

Zacatecas cuenta con un clúster minero constituido en el 2011, impulsado por: los industriales de la minería; por parte del gobierno estatal por la Secretaria de Desarrollo Económico del Estado y el Consejo para el Desarrollo Económico de Zacatecas; por parte del gobierno federal se encuentran el Fideicomiso de Fomento Minero y ProMéxico; representando al sector académico se encuentran la Universidad Autónoma de Zacatecas y el ITESM Campus Zacatecas; los proveedores de la minería Atlas Copco Mexicana, FLSmidth, Emerson Process Management.

El Clúster Minero de Zacatecas cuenta con una Junta Directiva y los siguientes comités: comité de fortalecimiento a proveedores, comité de desarrollo de talento humano, comité de seguridad y medio ambiente y el comité de innovación y desarrollo de tecnologías. Este último es presidido por la Dra. Gema Mercado, Directora del Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología.

Las Unidades mineras que forman parte de este clúster son:

- Minera Peñasquito
- Minera Tayahua
- Minera Sabinas
- Minera Fresnillo
- Minera Saucito
- Minera Madero
- Minera Capstone Gold
- Minera Real de Ángeles, Unidad El Coronel.
- Del Toro
- La Parrilla (Durango)
- La Colorada
- Unidad Asientos (Aguascalientes)
- Aranzazu Holding
- Minera El Roble (Coahuila)

Es importante mencionar que en fechas recientes, seis integrantes del Clúster Minero de Zacatecas (Clusmin) presentaron un proyecto integral para el fortalecimiento de la competitividad de proveedores ante el INADEM. Este proyecto fue calificado como el segundo mejor a nivel nacional y aprobado por un monto total de 35.5 millones de pesos, 30% del cual será aportado por el gobierno estatal; 31% por el gobierno federal y 39% por las empresas Dicom de Fresnillo, Centro Diesel Profesional, Grupo Cavi, Anclas Mineras Encinales, Recicladora del Mineral, Montajes y Estructuras de Zacatecas y Sedemaq (ImagenZac, 2014).

Es fundamental destacar que la política que ha implementado el gobierno federal en apoyo al área minería es de gran relevancia, donde destacan los programas, reglamentación y dependencias. Véase apéndice C.

4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

4.1. Fortalezas

- Tradición centenaria en minería
- Organización de actores del sector en el clúster minero
- Apoyos federales y estatales para impulsar el sector
- Presencia de inversión nacional en la explotación de las minas
- Minas en explotación
- Grandes depósitos minerales aún por explotar

4.2. Oportunidades

- Necesidades de reparación y mantenimiento que no pueden esperar a la llegada de técnicos del extranjero
- Tratamiento de aceros para las operaciones de molienda
- Se requiere mejorar los elementos de seguridad
- La industria minera zacatecana es relevante no solo a nivel estatal sino también a nivel nacional

4.3. Debilidades

- Baja integración de operaciones
- Bajo desarrollo de proveedores
- Carencia de profesionistas (no solo geólogos sino también de otras áreas requeridas en la explotación de las minas por ejemplo químicos, biólogos)
- Procesos de alto consumo hídrico
- Procesos ineficientes en el uso y aprovechamiento energético
- Pocos centros de investigación en el tema de minería

4.4. Amenazas

- Conflictos de alta intensidad
- Tenencia y propiedad de la tierra
- Altas inversiones extranjeras que pueden representar volatilidad en función de los yacimientos minerales

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

La elaboración de la Agenda Estatal de Innovación del área Minería en Zacatecas, se sustenta en la metodología de Estrategias de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente RIS3 (por sus siglas en inglés). Esta metodología plantea utilizar los recursos locales de forma eficiente con la colaboración y consenso de las autoridades nacionales y regionales, para crear estrategias de desarrollo en innovación e investigación que permitan el crecimiento y desarrollo económico de un territorio.

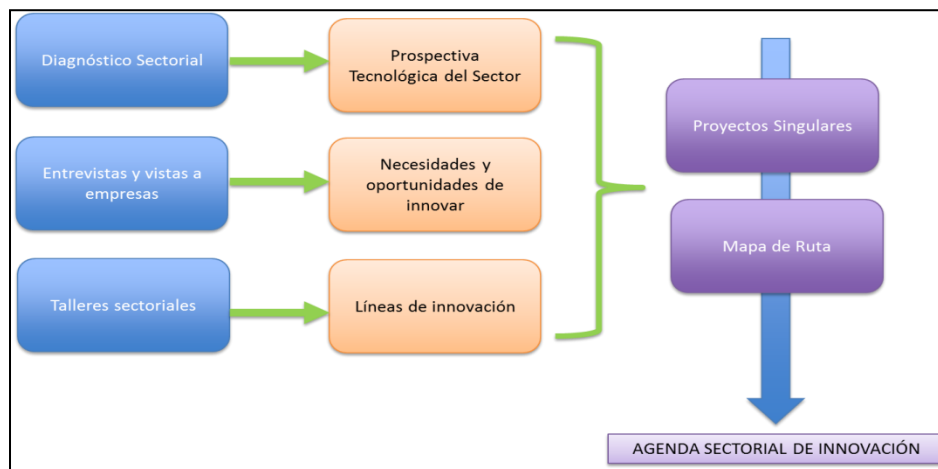
La RIS3 permite: i) Identificar las características, fortalezas y activos exclusivos de cada entidad o región; ii) Destacar ventajas competitivas; iii) Involucrar actores y recursos regionales en torno a una visión de excelencia de su futuro; iv) Fortalecer los sistemas regionales de innovación; v) Maximizar los flujos de conocimiento; y vi) Responder a retos económicos y sociales. (FUMEC, 2014).

El uso de esta metodología permitió desarrollar un plan de trabajo que consistió en realizar investigación documental a través de revisión bibliográfica, hemerográfica, bases de datos y estadísticas; así como analizar información primaria obtenida mediante la realización de reuniones de trabajo, entrevistas, visita a empresas y talleres con los actores representantes de los sectores: gobierno, empresa y academia del Estado.

La información que se obtuvo permitió identificar las necesidades o deficiencias del sector, mediante el análisis de la prospectiva tecnológica para la minería a nivel mundial. Con base en lo anterior, se plantearon líneas de innovación sobre áreas de especialización identificadas para el sector minero en Zacatecas. Posteriormente, el trabajo de campo proporcionó información muy valiosa, se priorizaron las líneas de innovación y se

establecieron proyectos específicos incluidos en la agenda para su desarrollo en áreas seleccionadas.

Ilustración 29. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial



Fuente: CamBioTec, 2014

De forma complementaria a la revisión documental, los resultados directos de los talleres sectoriales reflejaron una serie de problemáticas y oportunidades en materia de innovación para el sector, que pueden solucionarse mediante su implementación en los procesos, productos, comercialización u organización. A continuación se presenta la relación de estos resultados y las propuestas de innovación para el desarrollo económico de la Minería en Zacatecas. (Ver tabla 8).

Tabla 8. Identificación de los problemas y propuestas de innovación en Minería.

Problema del sector	Causa del problema	Impacto del problema	Propuestas de innovaciones para solucionar los problemas
El consumo de energía representa el principal gasto de operación en la industria minera, debido a los volúmenes empleados y su elevado costo.	El aumento en los costos de los energéticos.	Incremento en los costos de producción de las empresas mineras y una baja en la rentabilidad de las mismas. De acuerdo con las empresas, el gasto relacionado al consumo de energía eléctrica puede ascender a 20 millones de pesos mensuales.	Desarrollar fuentes de energía renovables.
Déficit en el recurso agua. Infraestructura débil para atender la demanda de agua en el sector minas. El consumo de agua cada vez es mayor en la industria minera.	A pesar de haberse desarrollado sistemas para el reciclaje de agua cada vez es mayor el uso de agua tratada en los procesos, aún no se alcanza la calidad necesaria para algunos de ellos como el caso de los sistemas de sellado, en los cuales no se logra obtener una calidad libre de sólidos.	El desgaste excesivo de los equipos de bombeo, válvulas y accesorios e importantes retrasos en los procesos.	Optimización de los sistemas de tratamiento de agua. Desarrollo de tecnologías para reducir los consumos de agua.
Deficiencia en los planes de estudio, falta de infraestructura en las universidades para la preparación técnica de los alumnos, falta de investigación e investigadores orientados al sector, personal docente sin experiencia laboral y desconocimiento de las características específicas de operación de las minas zacatecanas.	Escaso desarrollo tecnológico e innovación en el área de especialización en la entidad.	Largas curvas de aprendizaje, la búsqueda de recursos humanos especializados fuera de la región y gastos asociados al traslado y mantenimiento de éstos.	Desarrollo de centros de capacitación y formación de recursos humanos especializados.
Dependencia de	No hay desarrollo de	Mayor costo de	Desarrollo de nuevos

proveedores localizados en otras entidades o países, para insumos, servicios, maquinaria y equipo, reactivos, transporte, mantenimiento y capacitación.	proveedores, por ende, la cadena de valor se encuentra debilitada.	operación para obtener insumos, materia prima, bienes de capital, servicios, etc.	sistemas de enlainado de molinos. Desarrollo de nuevos métodos de encalado de suelos. Optimización de los sistemas de anclaje. Desarrollo de centros de capacitación y formación de recursos humanos especializados. Desarrollo de sistemas de tratamiento de acero y de fabricación de insumos para las operaciones de molienda.
La proveeduría local es mínima. Bajo nivel de automatización en los procesos, y falta de personal capacitado en la operación de los controladores lógicos programables (PLC) del equipo de perforación.	Los recursos hasta hoy día destinados a la automatización de procesos han sido insuficientes.	Altos costos de operación y menor rentabilidad en el sector.	Desarrollo de sistemas de automatización de los procesos. Desarrollo de sistemas de simulación para la optimización de procesos. Desarrollo de sistemas de censado para el monitoreo de áreas remotas y de alto riesgo.

Fuente: CamBioTec, 2014, con base en los talleres sectoriales en Zacatecas, 2014

De acuerdo con el trabajo de campo y de gabinete, se define el objetivo sectorial para la Minería de Zacatecas:

- *Identificar los ejes estratégicos de acción para detonar actividades de innovación que potencialicen la competitividad de la industria; para ello se toma en cuenta la vocación del estado y las oportunidades de mercado nacional e internacional que se vislumbran.*

6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN

Los nichos de especialización de la minería en el estado de Zacatecas, se identificaron con base en el diagnóstico del sector y del análisis de resultados de la información que proporcionaron los actores sectoriales, participantes de las actividades que se realizaron.

De acuerdo con las condiciones económicas, capacidades técnicas, profesionales y el aprovechamiento de recursos locales; así como de los resultados obtenidos en los talleres del sector, los nichos de especialización identificados para la minería son:

Tabla 9. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en Minería de Zacatecas.

Nicho de especialización	Justificación (oportunidad que aborda o problema que soluciona)	Objetivos tecnológicos
Investigación	Una de las demandas de los asistentes a los talleres, es la falta de investigación y centros de investigación en el área de especialización. Por ello, este nicho contribuirá a identificar las necesidades del sector y posibles soluciones.	• Desarrollar conocimiento, tecnologías y técnicas en la minería. • Crear redes de colaboración entre CI e IES.
Formación de Recurso Humano	La necesidad por formar personal altamente especializado en minería, es uno de los requerimientos más importantes del área de especialización, debido a que los agentes del ecosistema han expresado que los egresados de universidades o tecnológicos de la entidad, no están suficientemente preparados para cubrir las necesidades de esta actividad productiva.	• Desarrollar nuevos programas académicos orientados a las necesidades del sector (maquinados, sistemas PLC, metalurgia). • Desarrollar procesos de certificación para la industria minera y sus proveedores.

Fuente: CamBioTec, 2014, con información del análisis sectorial y de trabajo de campo

Una vez seleccionados los nichos de especialización, es conveniente determinar los objetivos de éstos, los cuales están encaminados a apoyar el desarrollo del área minera en la entidad:

- Mejorar la competitividad de la cadena productiva del sector, mediante la generación y aplicación de conocimiento y tecnologías.
- Desarrollar oportunidades de negocio de proveedores locales, a través del fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas.
- Fomentar la IED en las actividades de la minería.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS Y PLAN DE PROYECTOS

Los proyectos estratégicos se caracterizan por contribuir al desarrollo de un nicho de especialización o de estructuración, atendiendo una demanda estatal o regional. Su ejecución debe vincular a varias instituciones, así como puede implicar un alto volumen de recursos financieros.

A continuación se presenta la descripción de los proyectos y la ilustración general del mapa de ruta respectivo, por cada Nicho en el Área de Especialización en Minería de Zacatecas.

7.1. Descripción de Proyectos

7.1.1. Centro de Investigación Metalúrgica

Objetivo del proyecto: El proyecto busca diseñar y poner en operación un centro de prestación de servicios altamente especializados en el ensayo y experimentación para la separación y recuperación de minerales que vuelvan económicamente viable su procesamiento.

Justificación del proyecto: De acuerdo con el COZCYT, no existe ningún CI enfocado exclusivamente a la metalurgia, por lo que Zacatecas es un lugar idóneo para este proyecto, si se considera que el 40% del PIB estatal proviene del sector extractivo.

Descripción del proyecto: Para la realización de este proyecto se deben emplear ciertos componentes, entre los que destacan: una red de colaboración, nuevas tecnologías para recuperación de minerales, tratamiento de insumos para el proceso, automatización de procesos, interacción de fabricantes y desarrolladores de equipos.

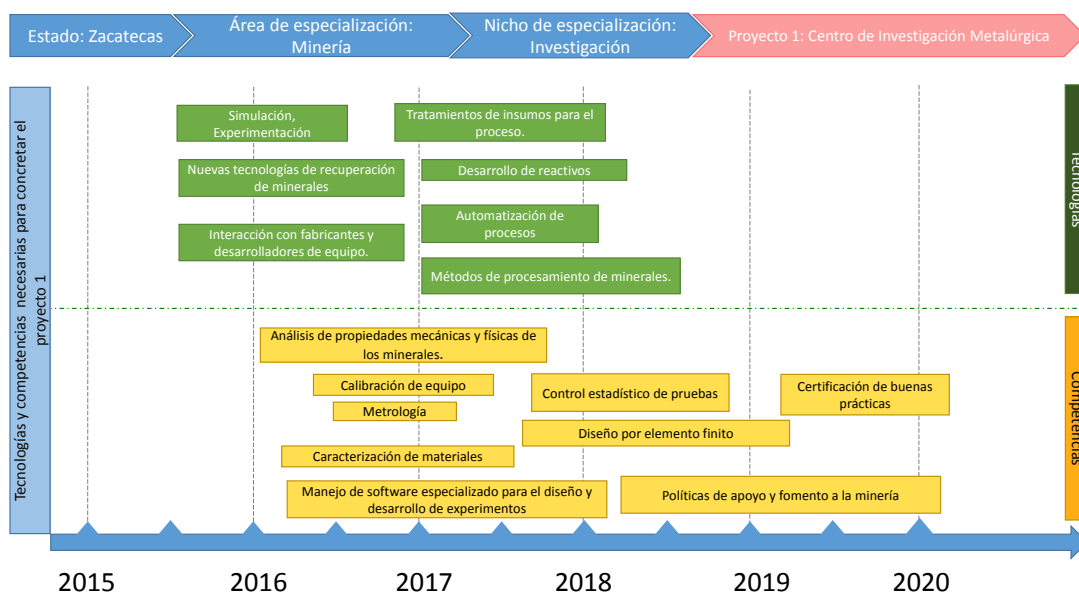
Con el control tecnológico e industrial y el desarrollo de nuevas tecnologías, el centro participará en investigaciones multidisciplinarias, las cuales podrán estar relacionadas con la biotecnología y los biopreparados. Asimismo, estará en posibilidades de brindar servicios a las empresas, a otros CI e IES, ofrecerá asistencia técnica y tendrá el compromiso de colaborar con universidades. Este CI tiene la tarea de estar vinculado a otros CI e IES, para contribuir de forma conjunta en el desarrollo de las investigaciones, así como en la formación de personal altamente especializado.

El centro podrá estar bajo la coordinación del clúster minero en colaboración con la UAZ, donde se contempla la participación de otras universidades, tecnológicos, empresas, centros de investigación como el CIMAT y dependencias gubernamentales, entre las que destacan: el SEZAC, COZCYT, SAMA, SEDUZAC, SGM, entre otras.

Los factores críticos de éxito considerados para su buen funcionamiento son:

- Apoyo del sector público-privado para certificación de las empresas.
- Reforzar la interacción y promover mayor vinculación industria-academia-centros de investigación, enfocada a proyectos de innovación.
- Simplificar el otorgamiento de fondos para el desarrollo tecnológico de la industria.
- Participación del gobierno federal, estatal y municipal como facilitadores.
- Existencia de programas de apoyo al sector.
- Certificación de buenas prácticas.

Ilustración 30. Mapa de ruta del proyecto: Centro de Investigación Metalúrgica.



Fuente: CamBioTec, 2014

7.1.2. Estudio integral de requerimientos de capital humano del clúster minero y programa de formación y capacitación

Objetivo del proyecto: Este proyecto pretende dotar al clúster minero y a las instituciones académicas de mecanismos de información continua que indiquen el tipo de puesto, número y perfil del cargo que las compañías mineras y sus contratistas requieran en los próximos quince años.

Justificación del proyecto: De acuerdo con los participantes en las mesas sectoriales, empleadores y dueños de minas, todos coinciden que la formación y capacitación de

personal es indispensable para garantizar mayor seguridad, productividad y competitividad en el sector minero de la entidad. Es por ello, que a través de este proyecto, se fortalecerá al clúster minero, afianzando o reforzando el conocimiento, capacitación y habilidades de sus integrantes.

Descripción del proyecto: La vinculación entre empresas, IES, CI y gobierno, es un factor fundamental para conocer las necesidades del sector, y en función de ello, convenir los programas y planes de estudio en las distintas universidades del estado. El desarrollo de tecnologías y conocimiento estará estrechamente ligado a fomentar la especialización de personal.

Asimismo, el estudio también diseñará un programa de gestión empresarial, con el objetivo de que los productos del sector minería amplíen su mercado, ya sea a nivel nacional o internacional.

La vinculación entre los actores que integran el clúster será indispensable para el fortalecimiento del sector minero.

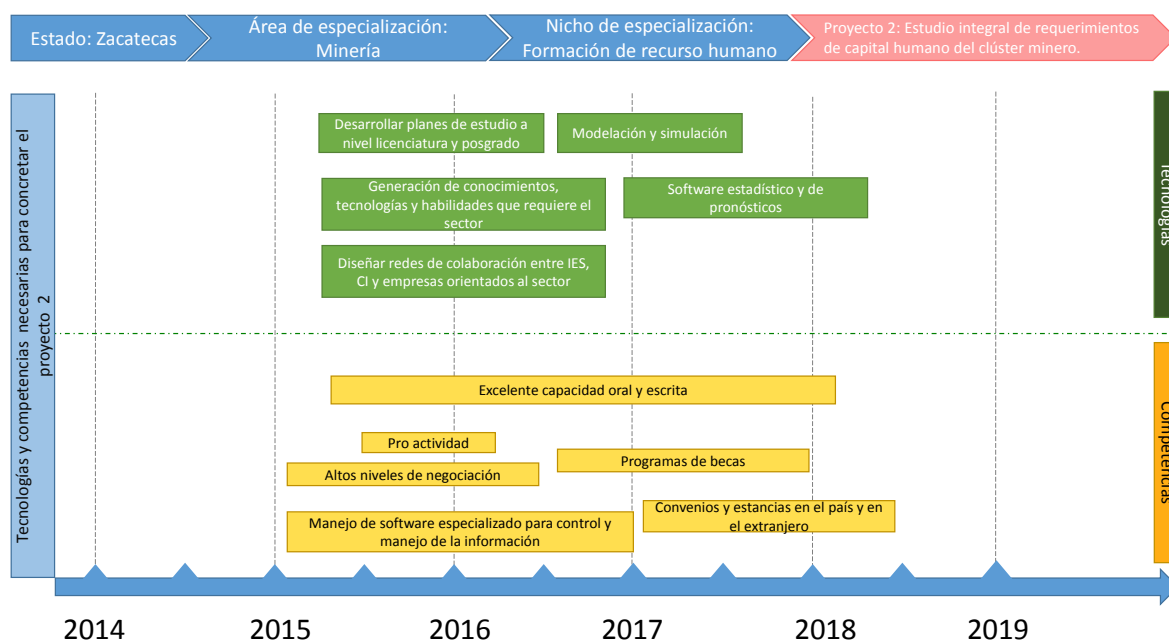
En este sentido, es preciso puntualizar que el estado de Zacatecas tiene como área de especialización prioritaria a la minería, la cual contribuye de forma significativa en el PIB.

La coordinación de este proyecto podría estar a cargo del clúster minero, en colaboración con diversas universidades como la UAZ, el IPN, el ITESM-Zacatecas, el Instituto Tecnológico de Fresnillo y la Universidad Politécnica de Zacatecas, por mencionar algunas. Asimismo, podrán participar algunos CI como el CIMAT, y dependencias gubernamentales, entre las que destacan: SEDUZAC, COZCYT, SEZAC y CONACYT.

Los factores críticos de éxito considerados para el desarrollo de este proyecto son:

- Apoyo de los sectores público y privado para el fortalecimiento del clúster.
- Existencia de convenios de formación académica en función a las necesidades del área.
- Elaborar un plan de negocio específico para los integrantes del clúster, según sus particularidades.
- Responder a la demanda actual y considerar la demanda potencial del sector.
- Reforzar la interacción y promover mayor vinculación industria-academia-centros de investigación, enfocada a proyectos de innovación y desarrollo de tecnologías limpias.
- Simplificar el otorgamiento de fondos para el desarrollo tecnológico del sector.
- Agilizar los procedimientos institucionales de contratación de servicios técnicos y de investigación.
- Definir estrategias de crecimiento industrial mediante la colaboración entre las empresas.
- Promover prácticas profesionales con las empresas para beneficiar la formación de los estudiantes.
- Participación del gobierno federal, estatal y municipal como facilitadores.
- Existencia de programas de apoyo al sector.

Ilustración 31. Mapa de ruta del proyecto: Estudio integral de requerimientos de capital humano del clúster minero y programa de formación y capacitación



Fuente: CamBioTec, 2014

7.2. Matriz de proyectos

Tabla 10. Matriz de proyectos del Área de Especialización en Minería de Zacatecas

Nicho de Especialización	Proyecto y tipo (Prioritario/ Complementario)	Descripción	Potenciales fuentes de financiamiento
Investigación	Centro de Investigación Metalúrgica	P Diseñar y poner en operación un centro de prestación de servicios altamente especializados en el ensaye y experimentación para la separación y recuperación de minerales que vuelvan económicamente viable su procesamiento.	FOMIX, PEI, CLUSTER INADEM, ProMéxico

Formación de Recurso Humano	Estudio integral de requerimientos de capital humano del clúster minero y programa de formación y capacitación	P	Dotar al clúster minero y a las instituciones académicas de mecanismos de información continua que indique el tipo de puesto, número y perfil de puestos que las compañías mineras y sus contratistas requieran en los próximos quince años.	FOMIX, PEI, CLUSTER INADEM, ProMéxico
-----------------------------	--	---	--	---------------------------------------

Fuente: CamBioTec, 2014

7.3. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área Minería

Un tema esencial para que exista una ejecución adecuada de la Agenda de Innovación es fortalecer la formación de recursos humanos y su especialización en diversas disciplinas y su aplicación al sector minero. La formación será óptima en el momento en que los recursos humanos puedan incorporarse en proyectos de investigación relevantes, por lo que es de gran trascendencia que la agenda vaya acompañada de apoyos públicos para becas e investigación.

Se considera que es muy importante cambiar el marco de referencia del sistema y establecer incentivos claros para la vinculación para los investigadores de las instituciones públicas que incluyan estímulos económicos a la innovación para los académicos y un sistema de evaluación académica que tome en cuenta los proyectos de vinculación y los desarrollos tecnológicos.

Es necesario dar mayor difusión a los programas de apoyo a la innovación federales y estatales para que aumente la formulación de proyectos tecnológicos en empresas e

instituciones, aprovechando los diferentes fondos de apoyo que ofrece actualmente el gobierno federal.

Contar con una instancia mediadora que favorezca el flujo de información entre los diferentes actores del sistema, que permita consolidar las redes de colaboración, detecte socios de negocios interesados en establecer desarrollos tecnológicos particulares y, además, proporcione asistencia técnica y legal para la realización de proyectos.

Organizar un mecanismo efectivo para que las instituciones de educación superior y los centros de investigación presenten su oferta tecnológica y que al mismo tiempo sirva como espacio para concertar proyectos de colaboración.

Para articular a los diferentes actores del sistema de innovación, facilitar la comunicación, propiciar las interacciones y facilitar el flujo de información se sugiere:

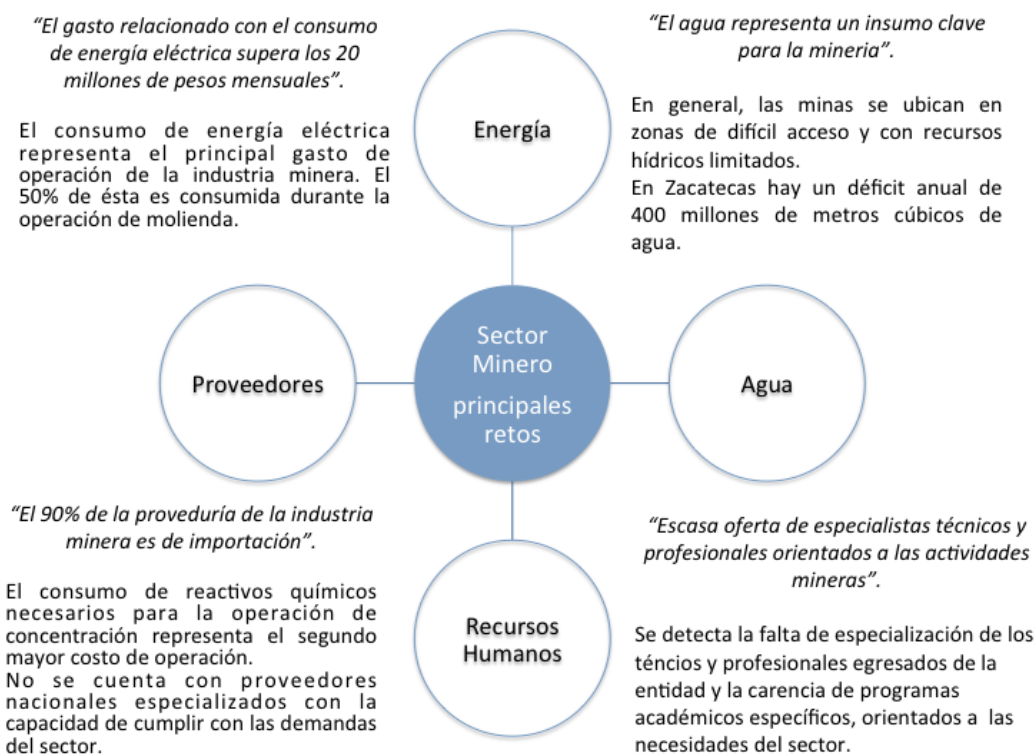
- El establecimiento de una red social, en algún formato electrónico o en una página de internet, con la participación de la agencia de intermediación.
- La elaboración de un catálogo de oportunidades.
- El establecimiento de una oficina estatal de vinculación y transferencia de tecnología.

Las empresas requieren del sistema estatal de innovación:

- Incentivos para establecer colaboraciones con las instituciones del estado.
- Asistencia técnica para el diseño de proyectos.
- Acompañamiento en el establecimiento de contactos y redes de investigación con otras empresas y con las universidades y centro e institutos de investigación
- Asistencia jurídica para la redacción de convenios y contratos.

7.3.1. Retos del área Minería

Ilustración 32. Principales retos en el Sector Minero en el estado de Zacatecas.



Fuente: CamBioTec, 2014, con base en la información recabada durante las entrevistas, talleres y reuniones.

8. REFERENCIAS

- Almaden Minerals. (S.F.). Almaden Minerals. Recuperado el 20 de junio de 2014, de <http://www.almadenminerals.com/projects.html>
- Bureau Van Dijk. (2014). Bureau Van Dijk. Recuperado el 14 de 04 de 2014, de Bureau Van Dijk - Company information and business intelligence: <http://www.bvdinfo.com/en-gb/home>
- Business insight in Latin America. (2014). Business insight in Latin America. Recuperado el 20 de junio de 2014, de http://www.bnamericas.com/company-profile/es/Industrias_Penoles_S,A,_de_C,V,-Industrias_Penoles
- CAMIMEX. (2013). Informe Anual 2013.
- CEFP. (2013). Indicadores de la Minería. iescefp/017/2013, Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, México.
- CLUSMIN. (2013).Clúster Minero de Zacatecas A.C. Sitio web <http://www.clusmin.org>
- Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación. Gobierno del Estado de Zacatecas. (2014).
- Diario Oficial de la Federación. (2014). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Última reforma publicada 10 de febrero de 2014).
- First Majestic Silver Corp. (S.F.). First Majestic Silver Corp. Recuperado de <http://www.firstmajestic.com/>
- Gary, M. (2010). The World Bank's Evolutionary Approach to Mining Sector Reform. The World Bank, Extractive Industries for Development.
- González-Sánchez Francisco, C. A. (2010). La pequeña minería de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 62.
- Grupo México. (2014). Grupo México. Southern Copper Corporation. Recuperado de <http://www.gmexico.com.mx/companias/scc.php>
- INEGI. (2014). Información oportuna sobre la actividad industrial en México durante enero de 2014.
- INEGI. (2014). Minería.

- Instituto Nacional de Estudios Políticos A.C. (2014). 1892, Ley Minera de los Estados Unidos Mexicanos. (I. N. A.C., Productor) Memoria Política de México: Recuperado de <http://www.inep.org/Textos/5RepDictadura/1892LMI.html>
- La Jornada. (2013). *Ganancias de mineras en Zacatecas aumentaron caso 300% en dos años*. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/2013/02/04/estados/027n1est>
- Mancera, C. &. (2014). Reformas 2014 al Sector Minero. Reforma Fiscal.
- Metso. (2014). Metso Corporation. Metso Corporation. Recuperado de: http://www.metso.com/corporation/info_eng.nsf/WebWID/WTB-070522-2256F-C9820?OpenDocument#.U1bXdBYzk5g
- Minera Camargo SA de CV. (2013). Minera Camargo SA de CV. Recuperado de <http://www.mineracamargo.com/projects/vmsjalisco.html>
- Minera Autlán. (2011). Minera Autlán. Recuperado de <http://www.autlan.com.mx/#/compania>
- Minera Frisco. (2011). Minera Frisco. Recuperado de http://www.minerafrisco.com.mx/ES/Unidades_mineras/Paginas/minera_Tayahua.aspx
- Mining World. (2013). The global mining equipment market. 10 (2).
- National Association for Business Economics. (2009). World Mining Machine. 44 (3).
- New Energy Connections LLC. (2013). Mexico Mining Review (2013 ed.). (N. E. LLC, Ed.) Estados Unidos.
- Pit&Quarry. (March de 2014). Global demand for mining machinery expected to rise.
- Primero Mining. (2013). Primero Mining. Recuperado de <http://www.primeromining.com/Operations/>
- Refugio, G. M. (1980). Panorama de la Legislación Minera en la Historia de México. Anuario .
- Reichl C., S. M. (2013). World Mining Data. Obtenido de www.wmc.org.pl/ites/default/files/WMD2013.pdf.
- Rogelio, M. S. (2013). La exploración geológica. EPISTEMUS, 15.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2012). NOM-023-STPS-2012 - Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación.

- Secretaría de Economía & Servicio Geológico Mexicano. (2014). Empresas y Proyectos mineros en México. Recuperado de <http://portalweb.sgm.gob.mx/economia/es/mineria-en-mexico/empresas-mineras.html>
- Secretaría de Economía. (2013). Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2012. CG Minería.
- Secretaría de Economía. (2013). Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Secretaría de Economía. (2014). Prontuario - Industria Minero Metalúrgica. Secretaria de Economía, Coordinación General de Minería - Dirección General de Desarrollo Minero.
- Secretaría de Economía. (2011). Cadenas productivas del Sector Minero - Una guía metodológica. Recuperado de <http://www.economia.gob.mx/files/GuiaMetodologicadelasCadenasProductivasdelSectorMinero.pdf>
- Secretaría de Economía. (2013). Sistema de Administración Minera. Recuperado de http://www.siam.economia.gob.mx/es/siam/vv_2012
- Sjostrom L.S., C. K. (2012). Mining in the future - A fully integrated process. (07).
- UNAM. (2013). Palacio de minería. Antecedentes de la Minería Recuperado de http://www.palaciomineria.unam.mx/historia/epo_colonial.php
- Zacatecas en Imagen (2014). *Invierte el Clusmin \$13.8 millones en proyecto aprobado por el Inadem*. 11 de mayo de 2014. Recuperado de <http://www.imagenzac.com.mx/nota/invierte-el-clusmin-13-8-millones-nen-p-23-00-07-92>

Apéndice A: IES y CI a nivel nacional relacionadas con el área Minería

Tabla 11. Principales IES generadoras de capital humano para el sector minero.

EDO	INSTITUCIÓN	CAMPUS/ SEDE/ UNIDAD	ESCUELA/FACULTAD	NIVEL DE ESTUDIOS	PROGRAMA DE ESTUDIOS
BCN / S	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada		Departamento de Ciencias de la Tierra	Maestría / Doctorado	Ciencias en Ciencias de la Tierra
	Universidad Autónoma de Baja California Sur	Campus La Paz	Ciencias del Mar	Licenciatura	Geólogo
CHIS	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	Centro de Investigación en gestión de riesgos y cambio climático	Licenciatura	Lic. en Ciencias de la Tierra
CHIH	Universidad Autónoma de Chihuahua	Campus 2	Facultad de Ingeniería	Licenciatura	Ing. Geólogo / Ing. de Minas y Metalurgista
COAH	Universidad Autónoma de Coahuila		Escuela Superior de Ingeniería Adolfo López Mateos	Licenciatura	Ing. en Recursos Minerales y Energéticos
			Facultad de Metalurgia	Licenciatura	Ing. Químico Metalurgista y Materiales
				Maestría	Ciencia y Tecnología de la Metalurgia
				Maestría	Ciencias de la Metalurgia con acentuación en Siderurgia
COL	Universidad de Colima	Coquimatlán	Facultad de Ingeniería Civil	Maestría	Ciencias e la Tierra
			Facultad de Ciencias Químicas	Licenciatura	Ing. Químico Metalúrgico
	Instituto Politécnico Nacional		Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas	Licenciatura	Ing. en Metalurgia y Materiales / Ing. Metalúrgico

DF				Doctorado	Metalurgia y Ciencias de los Materiales
	Universidad Nacional Autónoma de México	Ciudad Universitaria	Facultad de Ciencias	Licenciatura	Lic. En Ciencias de la Tierra
				Maestría	Ciencias de la Tierra
			Facultad de Química	Licenciatura	Ing. Química
			Unión de Facultades e Institutos	Doctorado	Ciencias en Ciencias de la Tierra
			Facultad de ingeniería	Licenciatura	Ing. de Minas y Metalurgia
					Ing. en Geología
	Universidad Autónoma Metropolitana	Unidad Atzacapatzalco	División de Ciencias Básicas e Ingeniería	Licenciatura	Ing. Metalúrgica
DGO	Universidad Tecnológica de la Laguna			Técnico Superior Universitario	TSU. de Minas y Metalurgia
	Universidad la Salle	Campus Laguna		Licenciatura	Ing. en Minas
EDO MEX	Universidad Autónoma del Estado de México		Facultad de Geografía/ Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías	Licenciatura	Lic. En Geología Ambiental y Recursos Hídricos
					Lic. en Geoinformática
				Especialidad	Cartografía Automatizada, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica
				Maestría	Análisis Espacial y Geoinformática
GRO	Universidad Autónoma de Guerrero	Ciudad Universitaria Zona norte	Unidad Académica de Ciencias de la Tierra	Licenciatura	Ing. Geólogo
GTO	Universidad de Guanajuato	Campus Guanajuato	División de Energía	Licenciatura	Ing. Geólogo Ing. de Minas Ing. Metalúrgico
	Universidad Politécnica Juventino Rosas			Licenciatura	Ing. Metalúrgica

HGO	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Ciudad Universitaria	Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería	Licenciatura	Ing. en Geología Ambiental Ing. Minero Metalúrgico
JAL	Universidad de Guadalajara		Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías	Maestría	Ciencias de la Tierra
				Doctorado	Ciencias de la Tierra
MICH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Unidad Morelia	Instituto de Investigaciones Metalúrgicas	Maestría	Geociencias y Planificación del Territorio
	Instituto Tecnológico de Morelia		Departamento de Ingeniería Metal-Mecánica	Maestría	Metalurgia
	Instituto tecnológico Superior de Acámbaro			Licenciatura	Ing. en Geociencias
NL	Universidad Autónoma de Nuevo León	Linares	Facultad de Ciencias de la Tierra	Técnico Superior Universitario	TSU. en Geociencias
				Licenciatura	Ing. Geólogo Ambiental/ Ing. Geólogo Mineralogista
				Maestría	Ciencias Geológicas
				Doctorado	Ciencias con Orientación en Geociencias
PUE	Instituto Tecnológico Superior de Vesnustiano Carranza			Licenciatura	Ing. en Geociencias
SN	Universidad Autónoma de Sinaloa	Centro	Facultad de Ingeniería	Técnico Superior Universitario	TSU. en Minas y Metalurgia
SLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Unidad de San Luis Potosí	Facultad de Ingeniería	Licenciatura	Ing. Geólogo/ Ing. Geomático/Ing. Metalurgista y de Materiales
				Maestría	Ciencias en Geología Aplicada/ Metalurgia e Ingeniería de Materiales
	Universidad de	Hermosillo	División de	Licenciatura	Ing. Minero/ Ing.

SON	Sonora		Ingeniería		Metalúrgico
			División de Ciencias Exactas y Naturales	Licenciatura	Lic. en Geología
				Maestría	Ciencias (Geología)
		Caborca	División de Ingeniería	Licenciatura	Ing. Minero
	Universidad Estatal de Sonora	Hermosillo		Licenciatura	Ing. en Geociencias
	Instituto Tecnológico Superior de Cajeme			Licenciatura	Ing. en Geociencias (Especialidad Minería)
	Universidad Tecnológica de Hermosillo			Técnico Superior Universitario	TSU. en Minería
TMPS	Instituto Tecnológico de Ciudad Madero			Licenciatura	Ing. en Geociencias
VER	Universidad Veracruzana	Xalapa	Facultad de Economía	Licenciatura	Lic. En Geografía
ZAC	Universidad Autónoma de Zacatecas	Campus II	Unidad Académica de Ciencias de la Tierra	Licenciatura	Ing. Geólogo/Ing. Minero Metalurgista
	Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas			Técnico Superior Universitario	TSU. en Minería

Fuente: CamBioTec, 2014, con información de la A.I.M.M.G.M 2014

Tabla 12. Centros de Investigación de apoyo para el sector minero.

Lugar	Ubicación	Servicio
1. Centro Experimental Chihuahua	Chihuahua	Preparación de muestras, caracterización de minerales, análisis químicos e investigación metalúrgica.
2. Centro Experimental Oaxaca	Oaxaca	Contribuir al desarrollo sustentable de las empresas mineras de Peñoles mediante la generación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico: procesamiento de
3. Centro de Investigación y Desarrollo		

Tecnológico (CIDT)	Coahuila	minerales, reducción de consumos de energía, entre otras.
---------------------------	----------	---

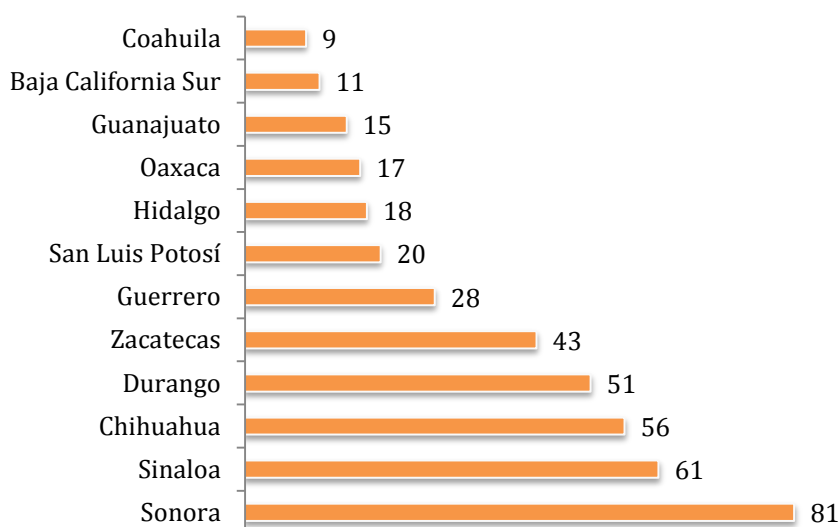
Fuente: CamBioTec, 2014

Los Centros Experimentales están certificados en la norma ISO 9001 desde 1998 y El Centro Experimental Oaxaca está acreditado ante la EMA en la norma ISO/IEC-17 025, en la cuantificación analítica de oro y plata y participan en pruebas internacionales de intercomparación en el servicio de análisis químico a través de ensayos de aptitud desde el 2001 hasta la fecha con SGS (LQSI en EUA y ANALAB en Australia).

Apéndice B: Empresas más importantes en el país en el área de especialización

Las entidades federativas con el mayor número de empresas mineras operando en su territorio son: Sonora, con 81 empresas mineras; Sinaloa, con 61 empresas; Chihuahua, con 56 empresas; Durango, con 51 empresas y Zacatecas, con 43 empresas. Estas cinco entidades cuentan con la presencia de más del 68% de las empresas mineras ubicadas en México.

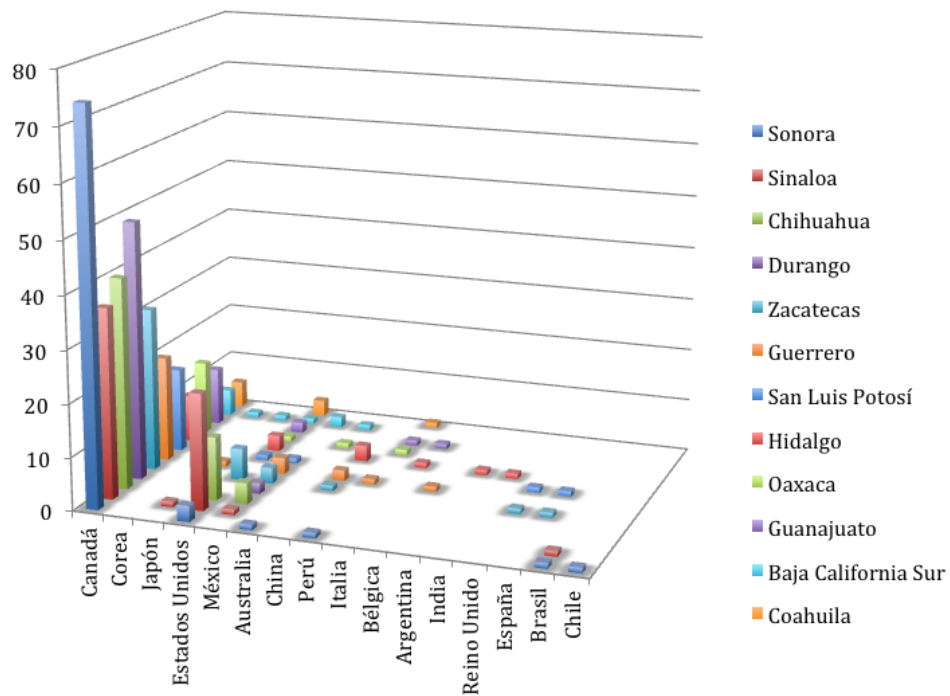
Ilustración 33. Empresas mineras, por entidad federativa.



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de (Secretaría de Economía & Servicio Geológico Mexicano, 2014).

Las empresas mineras con presencia en nuestro país tienen diversas nacionalidades, predominando las empresas canadienses, estadounidenses, australianas y mexicanas.

Ilustración 34. Nacionalidad de las empresas mineras, por entidad federativa.



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de (Secretaría de Economía & Servicio Geológico Mexicano, 2014).

Algunas de las principales empresas mineras con operaciones en el territorio nacional son:

- First Majestic Silvercorp. Empresa canadiense con operaciones en Coahuila, Durango, Jalisco, Sinaloa, Sonora y Zacatecas. Es propietaria de cinco minas en México para la extracción de plata: La Encantada, ubicada en el estado de Coahuila, que ha sido explotada desde el 2006 y cuenta con una capacidad de 4.1 – 4.3 millones de onzas de plata al año; La Parrilla, localizada en estado de Durango, con una producción de 3.3 – 3.5 onzas de plata anuales; San Martín, con una capacidad para producir 1.4 - 1.6 millones de onzas de plata al año; La Guitarra y Del Toro. First Majestic Silvercorp cuenta con una tecnología de molinos de cianidación de plata, la cual ha reemplazado el uso de los molinos de flotación.

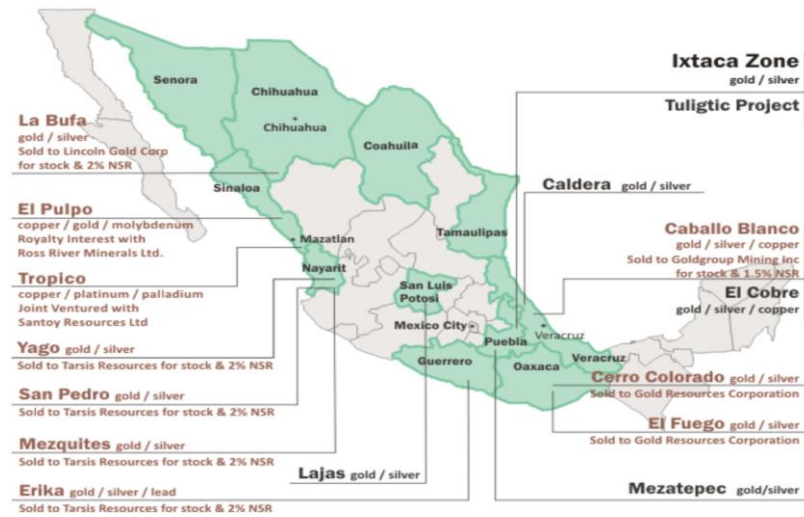
Ilustración 35. Mina La Encantada, Coahuila.



Fuente: First Majestic Silver Corp (First Majestic Silver Corp.).

- Almaden Minerals. Empresa canadiense con operaciones en Coahuila, Chihuahua, Sinaloa, Sonora y Zacatecas. Especialista en la exploración de yacimientos de oro, plata y cobre. Ha desarrollado diversos proyectos de exploración, los cuales han sido posteriormente vendidos a empresas mineras. Algunos de estos proyectos son: La Bufa, para la extracción de oro y plata en Zacatecas; El Pulpo, para la extracción de oro, cobre y molibdeno en Sinaloa; Trópico, para la extracción de cobre, platino y paladio en Mazatlán; Yago, la para extracción de oro y plata en Nayarit, entre otros.

Ilustración 36. Proyectos de exploración desarrollados por Almaden Minerals en México.



Fuente: (Almaden Minerals).

- Primero Mining. Empresa canadiense con operaciones en Chiapas, Guanajuato, Chihuahua, Durango, Jalisco y Sinaloa. Empresa de exploración, extracción y producción de metales preciosos en México y Canadá. Es propietaria de la minas: San Dimas, ubicada en Durango y productora de oro y plata; Cerro del Gallo, localizada en el estado de Guanajuato. Se encuentra también desarrollando actividades de exploración en diferentes entidades de la República.

Ilustración 37. Mina San Dimas, Durango.



Fuente: (Primero Mining, 2013).

- Goldcorp Inc. Empresa canadiense dedicada a la producción de oro con operaciones en Guerrero, Durango, Sinaloa, Sonora y Zacatecas. Es propietaria de cinco minas en Canadá y los Estados Unidos, tres minas en México y tres en el Centro y Sur del continente Americano. Las minas ubicadas en México propiedad de Goldcorp Inc son: Peñasquito, ubicada en Zacatecas; Los Filos, localizada en Guerrero y El Sauzal, en Chihuahua.

Entre las empresas mexicanas podemos mencionar:

- Grupo México, propietaria de Southern Copper Corporation y ASARCO, compañía americana de Fundición y Refinación. Southern Copper Corporation opera en México y Perú y realiza actividades de exploración en Chile. Las operaciones en México constan de dos minas de cobre a tajo abierto (La Caridad y Cananea), varias minas subterráneas de zinc y plata, y un gran complejo metalúrgico en La Caridad (Grupo México, 2014).
- Industrias Peñoles. Grupo minero con operaciones integradas para la extracción, fundición, y afinación de metales no ferrosos y la elaboración de productos químicos. El grupo está conformado por: la división minera (plata, oro, cobre, zinc, tungsteno y plomo), la división de exploración; la

división de tecnología e innovación; la división de energía; la división de metales y la división química. Sus operaciones incluyen nueve minas subterráneas, dos minas a cielo abierto y la refinería Met-Mex en el estado de Coahuila.

Industrias Peñoles es el mayor productor a nivel mundial de plata afinada y bismuto metálico, líder latinoamericano en la producción de oro y plomo afinados y se encuentra entre los principales productores a nivel global de zinc afinado y sulfato de sodio (Business insight in Latin America, 2014).

Dentro de sus proyectos de desarrollo tecnológico se pueden mencionar: la puesta en marcha de la primera etapa del parque eólico en el 2011, ubicado en el municipio de El Espinal, Oaxaca. Este parque cubre el 91.4% de sus requerimientos totales de electricidad, representando un ahorro de \$70.4 millones de dólares; la planta de lixiviación dinámica para incrementar la producción de oro en 51kOz promedio al año en Sonora (Industrias Peñoles, S.A. de C.V., 2012).

- Minera Autlán. Forma parte del Grupo FerroMinero. Dedicada a la producción y comercialización de diversas clases de minerales de manganeso y ferroaleaciones. Actualmente cuenta con tres unidades mineras y tres plantas de ferroaleaciones (Minera Autlán, 2011).
- Inventure Group. Empresa dedica a la inversión en activos mineros. Su principal activo es la Mina de cobre Piedras Verdes en el estado de Sonora. Esta mina produce anualmente 70 millones de libras de cobre catódico grado A, mediante la extracción a cielo abierto y la operación de lixiviación de material triturado. Es también propietaria del proyecto de oro y plata Monteverde ubicado en Chihuahua, con una reserva de 1.2 millones de onzas de oro y del proyecto Los Cardones ubicado en Baja California Sur.
- Minera Camargo. Con operaciones desde 1999, cuenta con participación en 64 denuncios mineros en 4 estados del país. Es propietaria de: la mina Tango, para la extracción de oro y molibdeno en Sinaloa; del proyecto VMS en Jalisco (Minera Camargo SA de CV, 2013).
- Minera Frisco. Es propietaria de diversas unidades mineras, entre las que se encuentran Minera María SA de CV, mina de tajo ubicada en Cananea Sonora y productora de concentrados de cobre; Real de Asientos, mina subterránea ubicada en el estado de Aguascalientes para la producción de concentrados de plomo-plata, zinc y cobre; Real de Ángeles Coronel, mina de tajo ubicada en el estado de Zacatecas, para la producción de barras mixtas de doré (oro y plata); Real de Ángeles San Felipe, mina subterránea localizada en Baja California, productora de barras mixtas de oro y plata;

San Francisco del Oro, localizada en Chihuahua y productora de plata-plomo, zinc y cobre y, finalmente Minera Tayahua, situada en el estado de Zacatecas. Es una mina subterránea para la producción de plata-plomo, zinc y cobre. (Minera Frisco, 2011).

Asociaciones que agrupan a las empresas del sector

Algunas de las asociaciones que agrupan a las empresas del sector minero a nivel nacional son:

- Cámara Minera de México
- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
- Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México
- Asociación de Mineros de Sonora
- Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros
- Asociación Nacional de fabricantes de Cal
- Asociación Mexicana de la Industria Salinera
- Asociación Nacional de Directores de Minería
- Sociedad Geológica Mexicana

Clústeres, parques industriales

En México existen dos clústeres constituidos en apoyo al sector minero con los que se pretende generar más valor y derrama económica:

Tabla 13. Clústeres mineros en México.

Clúster	Nombre	Ubicación	Observaciones
CLUSMIN	Clúster Minero de Zacatecas , A.C.	Zacatecas	El primero a nivel nacional en 2011.
CLUMIN	Clúster Minero de Chihuahua , A.C.	Chihuahua	Inaugurado en 2013.
CLÚSTER SONORA	Clúster Minero de Sonora	Sonora	Instalado en 2014

Fuente: CamBioTec, 2014

Empresas globales que realizan investigación en las áreas tecnológicas identificadas

Con el propósito de identificar a las empresas líderes en el desarrollo de tecnología orientada al sector minero a nivel global, se realizó una búsqueda de patentes y solicitudes de patente que hacen referencia a tecnologías orientadas a la solución de los diversos problemas y las demandas planteadas por la industria minera.

Se identificó que la mayor parte de los solicitantes son de nacionalidad china, rusa y coreana. Se identificó también que las patentes relacionadas con tecnologías orientadas a la reducción del impacto ambiental son desarrolladas, en su gran mayoría, por Universidades y Centros de Investigación.

Son pocas las tecnologías orientadas al tratamiento del agua empleada en la industria minera. La mayoría de estas tecnologías se enfocan a la remoción de cianuros, sulfatos, tiosulfatos y partículas suspendidas. Una de las empresas titulares de estas patentes es Mobil Oil Corp.

En relación con las tecnologías de la información para el monitoreo y control remoto, se describen sistemas para el monitoreo de la presión, los niveles de metano y monóxido de carbono; sistemas de operación remota para el abatimiento de polvos; operación remota de los sistemas de excavación; plataformas para el monitoreo en tiempo real y sistemas de monitoreo basados en tecnologías de la comunicación en base al estándar para el control de procesos OPC, entre otras. Nuevamente, la gran mayoría de estas tecnologías

son chinas, sin embargo se identifican titulares europeos, entre los que se encuentran la inglesa Dowty Mining Equipment Ltd., las estadounidenses Westfalia y Stolar Inc.

Con respecto a las tecnologías enfocadas a la seguridad, éstas se orientan al aumento de la seguridad en el transporte, a través del uso de tecnologías de Identificación por Radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés); sistemas para disminuir el riesgo de inundaciones; el monitoreo de los niveles de gas; la reducción del riesgo de explosiones y, métodos para la ampliación de túneles, entre otras. Entre los principales titulares de estas tecnologías se encuentra la empresa canadiense Caterpillar Global Mining.

Al igual que en el caso de las tecnologías de gestión de agua, se identificaron muy pocas tecnologías relacionadas con la gestión de la energía para la industria minera. La mayoría de estas tecnologías son de origen chino, ruso y estadounidense y los titulares son, principalmente Universidades y Centros de Investigación. Esto nos indica que se trata aún de tecnologías en etapas tempranas.

En este sentido, la empresa Canyon West Energy, de origen estadounidense, cuenta con una solicitud de patente internacional que describe una tecnología que consiste en un método y aparato para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía solar, geotérmica y eólica.

Apéndice C: Política de apoyo al área Minería

Programas de fomento al sector minero en el país

Tabla 14. Programas de apoyo al sector minero.

FIFOMI	Fideicomiso de Fomento Minero	
	Minería Social	México
	Apoyos Fiscales al Sector Agrícola, Ganadero, Pesquero y Minero	
COREMI	Consejo de Recursos Minerales	
	Sectores Productivos	
	Fondo Estatal de Promoción y Fomento Minero	Chihuahua
	Cartografía Geológico, Geoquímica, Geofísica Minera del Estado	Durango
	Financiamiento a la Minería	
	Capacitación y Adiestramiento del Pequeño Minero	
	Promoción Nacional e Internacional de la Minería	
	Apoyo a la Minería Social	
	Evaluaciones Geológicas	Guanajuato
	Información Cartográfica Minera del Estado	
	Visitas de Reconocimiento Geológico Mineras	
	Asesoría Técnica Minera	
	Programa Estatal de Minería	Hidalgo
	Asesoría Geológico Minera	México
	Evaluación Geológico- Minera de Proyectos de Sector Social	
	Reconocimiento Geológico Minero a Concesiones Mineras	
	Asesoría Geológico Ambiental	
FAPEMIN	Fideicomisos de Apoyo al Programa de Exploración Minera en el Estado	Sonora
	Apoyos y Asesoría para una buena operación minera	Zacatecas
	Proyecto de Proveeduría del sector minero	
	Fondo Minero	
	Fondo Plata Zacatecas	

Fuente: CamBioTec, 2014

Políticas nacionales

Durante la Época Colonial, la explotación minera estaba regulada por una serie de disposiciones conocidas como “Las Ordenanzas de la Nueva España”. Esta regulación se mantuvo vigente desde la Época Colonial hasta 1884, año en el cual Porfirio Díaz ocupó la presidencia de la República por segunda ocasión. (Rogelio, 2013).

Con la llegada de Porfirio Díaz por segunda ocasión al poder, se creó el Código de Minas de 1884, el cual entró en vigor a partir de enero de 1885, derogando “Las Ordenanzas de la Nueva España” y las demás leyes y decretos de la Época Colonial. La entrada en vigor del Código de Minas de los Estados Unidos Mexicanos de 1884, abrió la puerta a nuevas inversiones extranjeras. (New Energy Connections LLC, 2013). Este antecedente dio lugar a la ley del 4 de junio de 1892, la cual dotaba a la Secretaría de Fomento de poder para otorgar minas en propiedad irrevocable y perpetua, mediante el pago del impuesto federal. La Ley de Minas de 1892 daba al minero la posibilidad de adquirir la propiedad de las minas que deseara y otorgaba completa libertad de acción industrial; el poder de trabajarlas con los sistemas de extracción, desagüe y ventilación que más le convinieran y con el número de operarios que él mismo definiera. (Instituto Nacional de Estudios Políticos, AC, 2014), (Refugio, 1980). Esta regulación dio origen a violentas protestas y fue hasta 1917, cuando a través de la Constitución en su artículo 27, se establece que corresponde a la Nación el dominio directo de todos los minerales o sustancias en vetas, mantos, masas o yacimientos que constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece también que el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y que la explotación, el uso o aprovechamiento de los recursos, no podrá realizarse sino mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal. Cabe resaltar que las concesiones mineras no confieren derechos para la explotación y extracción del petróleo y los demás hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos. (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917).

Las concesiones mineras son otorgadas bajo el marco de las siguientes leyes, reglamentos y normas, cuyo propósito es la vigilancia del cumplimiento de los deberes y obligaciones de quienes lleven a cabo la exploración, explotación o beneficio de minerales o sustancias concesibles, la vigilancia de la salud ocupacional, la seguridad del trabajador, el cuidado ambiental y la gestión de residuos, entre otros.

- Ley Minera y su Reglamento.
- Manual de Servicios al Público en Materia Minera.
- Ley de Inversión Extranjera y su Reglamento.
- Ley General de Bienes Nacionales.
- Ley Federal de Derechos.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de Contaminación de la Atmósfera.
- Reglamento de la Ley Minera en Materia de Gas asociado a los Yacimientos de Carbón Mineral.
- Ley Federal del Trabajo.
- Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.
- Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Norma Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2003 – Minas subterráneas y minas a cielo abierto – Condiciones de seguridad y salud.
- Norma Oficial Mexicana NOM-032-STPS-2008 – Seguridad para minas subterráneas de carbón.
- Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-1997 – Protección ambiental en exploración minera directa.
- Norma Oficial Mexicana NOM-141- SEMARNAT-2003 – Especificaciones y criterios depósitos de jales.
- NOM-147-SEMARNAT-SSA1-2004 – Concentraciones de remediación de suelos.

- NOM-155-SEMARNAT-2007 – Protección ambiental para lixiviación de oro y plata.
- NOM-157-SEMARNAT-2009 – Planes de manejo de residuos mineros.
- NOM-159-SEMARNAT-2011 – Protección ambiental para lixiviación de cobre.

En fechas recientes, el Gobierno Federal ha mostrado especial interés en la revisión de la contribución que tiene el sector minero en el gasto público nacional. Esto ha dado lugar a diversas modificaciones en materia fiscal, específicamente en materia del Impuesto Sobre la Renta (ISR) y en la imposición de nuevos gravámenes.

La Ley del Impuesto sobre la Renta (LISR), vigente a partir del 2014, ya no contempla el beneficio de deducir las erogaciones realizadas por concepto de exploración y cuantificación de nuevos yacimientos en periodos pre-operativos en el mismo periodo en el que se incurren, por lo que tendrán que ser deducidos de manera parcializada en distintos ejercicios bajo el método de línea recta a razón del 10% anual.

Se han establecido también algunos derechos especiales, como los que se mencionan a continuación:

- Derecho especial sobre minería, el cual se determina a razón de un 7.5% sobre la diferencia positiva que resulte de disminuir de los ingresos acumulables, las deducciones autorizadas en la Ley del Impuesto sobre la Renta, incluyendo las inversiones realizadas por la prospección y exploración minera. No serán deducibles el resto de las inversiones, los intereses devengados y el ajuste anual por inflación.
- Derecho sobre concesiones no productivas, el cual consiste en el 50% de la cuota máxima por hectárea a aquellos concesionarios que no efectúen obras y trabajos de exploración y explotación comprobados durante dos años continuos, dentro de los primeros 11 años de vigencia, contados a partir de la fecha de expedición de su respectivo título.
- Derecho sobre enajenación de oro, plata y platino, que consiste en un gravamen a razón del 0.5% sobre el valor de la enajenación de metales preciosos, sin posibilidad de deducir ningún concepto. (Mancera, 2014).

Entidades gubernamentales federales y estatales de apoyo al sector

Dentro de las entidades gubernamentales federales involucradas en actividades mineras y apoyo al sector en México se encuentran:

- La Secretaría de Relaciones Exteriores
- La Secretaría de Hacienda y Crédito Público
- La Secretaría de Economía
- El Servicio Geológico Mexicano
- La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
- La Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano
- El Registro Agrario Nacional
- La Comisión Nacional del Agua
- La Secretaría del Trabajo y Previsión Social
- La Secretaría de Energía

La Secretaría de Economía pone al servicio del sector minero a las siguientes unidades administrativas:

Tabla 15. Unidades administrativas de apoyo para el sector minero.

Unidad	Función
Coordinación General de Minería	Promoción y diversificación de mayores niveles de inversión, ampliación de la cobertura de financiamiento y el fomento y desarrollo para el sector estratégico mediante sus siguientes áreas:
<i>Dirección General de Regulación Minera (DGRM)</i>	Garantizar seguridad jurídica a la actividad minera nacional, mediante la aplicación transparente y oportuna de la normatividad minera y la vigilancia de su cumplimiento.
<i>Dirección General de Desarrollo Minero (DGDM)</i>	Promoción de la competitividad y la inversión en el sector minero a través de procurar que las políticas públicas que le aplican contribuyan a su desarrollo así como identificar oportunidades de negocio y facilitar las inversiones.
<i>Fideicomiso de Fomento Minero (FIFOMI)</i>	Fomentar el desarrollo de la minería nacional, la generación de empleos e inversión mediante apoyos de capacitación, asistencia técnica y/o financiamiento a personas físicas y morales dedicadas a la exploración, explotación, beneficio, industrialización, comercialización y consumo de minerales y su cadena productiva, así como a los prestadores de servicios relacionados con el sector minero.

Dirección General de Inversión Extranjera (DGIE)	Diseñar y proponer programas, actividades y acciones con la finalidad de incrementar el interés por México como destino de inversión. Inscripción al Registro Nacional de Inversiones Extranjeras.
---	--

Fuente: CamBioTec, 2014, con información de la SE.

