

Valoración y riesgos socioambientales en el cierre de minas

ALEIDA AZAMAR ALONSO¹
DANIEL TAGLE ZAMORA²

Resumen

El objetivo de este trabajo es plantear propuestas que ayuden a entender los riesgos que las empresas mineras deben de considerar para disminuir los impactos negativos que ocasionan actualmente, ya que aparte de los efectos que no se consideran durante la operación del proyecto, generalmente no se realiza un adecuado cierre al finalizar el proyecto. Como resultado de la investigación se presenta la propuesta de algunos indicadores que podrían ser aplicados y que ayudarían a reducir el impacto social y ambiental; además de disminuir la cantidad de proyectos mineros a cielo abierto. Se utiliza como ejemplo el marco normativo de México debido a que cuenta con mayor amplitud para el objetivo de este trabajo. Se concluye que la actividad minera fortalece y crea dependencias estructurales económicas para la mayoría de los países que la practican, por lo que se expresa la necesidad de suspender gradualmente esta práctica debido a que perjudica los aspectos ambientales, sociales y económicos.

Palabras clave: valoración, minería, extractivismo.

Clasificación JEL: H23, L72.

Fecha de Recepción: 15-Feb-18 Fecha de Aprobación: 22 – May-18.

1. Profesora-investigadora en el Área de Análisis y Gestión Socioeconómica de las Organizaciones, Departamento de Producción Económica, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco. gioconda15@gmail.com
2. Profesor-investigador en el Departamento de Estudios Sociales, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guanajuato, Campus León. datagle@yahoo.com.mx

ASSESSMENT AND SOCIO-ENVIRONMENTAL RISKS IN MINE CLOSURE

Abstract

The objective of this paper is come up with proposals that help to understand the risks that mining companies must consider in order to reduce the negative impacts that they currently cause, since apart from the effects that are not considered during the operation of the project, they generally do not carry out an appropriate closure at the end of the project. As a result of the research, the proposal of some indicators that could be applied and that would help to reduce the social and environmental impact is presented; besides reducing the amount of open-pit mining projects. The normative framework of Mexico is used as an example because it has a broader scope for the purpose of this work. It is concluded that the mining activity strengthens and creates economic structural dependencies for most of the countries that practice it, for which it expresses the need to suspend this practice gradually because it harms the environmental, social and economic aspects.

Keywords: environmental valuation, mining, extractivism.

JEL Classification: H23, L72

Introducción

La mayoría de las industrias en el mundo requieren de una gran cantidad de minerales para poder realizar sus actividades, ya que casi todos los productos que se consumen actualmente se componen principalmente de este tipo de recursos (Nowlan, 2001). Varios países desarrollados y otros denominados emergentes han incrementado su demanda de materias primas, sobre todo de minerales durante el siglo XXI, afectando el desarrollo ambiental, económico y social de los países proveedores que no cuentan con instituciones fuertes para establecer un marco normativo adecuado que proteja a las naciones y garantice su capacidad de aprovisionamiento para este tipo de bienes.

Satisfacer las necesidades internacionales y las demandas locales constituye un reto quizá excesivo para las naciones subdesarrolladas que no poseen una metodología adecuada en cuanto a los efectos negativos ambientales que supone la explotación minera intensiva. No obstante, el mercado globalizado exige mantener una posición de producción y competitividad a los países independientemente de sus condiciones de desarrollo o de los riesgos que se generan por este tipo de conducta productivista.

Actualmente América Latina basa su estrategia minera en un marco legislativo débil que facilita la apropiación y monopolización territorial, así como

un mecanismo tributario laxo que disminuye la carga económica de este sector facilitando su operación y las condiciones de inversión para los empresarios interesados en esta actividad con la finalidad de atraer capitales que fomenten la creación de más proyectos.

Azamar (2016, 2017) señala que gran parte de los impactos negativos socioambientales de la minería derivan de un control normativo sumamente relajado en el que la prioridad es incrementar los incentivos económicos, dejando grandes vacíos legales en el tema de seguridad y en el cobro de impuestos, sin garantías a la población, sin permisos de operación y sin obligaciones ecológicas de largo plazo, entre otros, generando prácticas ilegales que no son restringidas por el Estado y que precarizan las zonas donde se llevan a cabo estos proyectos.

Para disminuir la mayor cantidad de estos problemas, en los países desarrollados se ha fomentado la creación de políticas públicas, marcos normativos e imposiciones fiscales a la industria minera con la finalidad de mantener un balance entre el interés económico y el bienestar socioambiental futuro (Pachón, 2014).

El desarrollo tecnológico, económico y social, la globalización, la revolución de la comunicación, la presión de los mercados financieros, las necesidades urgentes de los pobres del mundo, la necesidad de respetar la diversidad cultural, el imperativo del respeto a los derechos humanos, la necesidad de eliminar los peligros ambientales, de proteger la biodiversidad biológica así como la conservación y utilización racional de los recursos naturales, ofrecen un reto a la humanidad y al sector minero en especial, en un mundo donde han ocurrido cambios drásticos y dramáticos en los ámbitos demográfico, económico y ecológico que han llevado a las naciones y a la comunidad internacional a la adopción de medidas globales, regionales y nacionales para prevenir, atenuar y controlar estos impactos y desequilibrios (Guerrero y Blanco, 2000: 94).

Como lo mencionan Guerrero y Blanco (2000), la minería se enfrenta a grandes retos que deben ser tratados por medio de profundas modificaciones en su esquema de trabajo y producción. Por ello, la intención de este artículo es proponer una metodología para el correcto cierre de minas. El documento está dividido en tres secciones, además de la introducción. En la primera se describe el principal tipo de práctica minera que se realiza en América Latina —minería a cielo abierto—; en el segundo apartado se analizan los elementos necesarios para disminuir los riesgos de esta actividad extractiva; en la tercera sección se aborda la metodología sugerida para evaluar de forma más eficiente el cierre de minas en términos ecológicos y ambientales para México; finalmente, se presentan las conclusiones.

1. Minería a cielo abierto: los riesgos ambientales y el dilema de la sustentabilidad

Durante la última década de este siglo se ha generado un importante debate alrededor de los impactos de la minería, y en particular de la minería de cielo abierto (en adelante MCA), la cual se realiza únicamente en países subdesarrollados debido a que está prohibida en Europa, Estados Unidos y Canadá. Por una parte, se supone que debido a su bajo costo y facilidad para incrementar la productividad, aumenta el interés para invertir en países subdesarrollados, mientras que por otro lado existe una gran cantidad de conflictos sociales y ambientales por efecto de la nocividad de esta actividad.

Ambas posturas son relevantes, ya que existen innumerables accidentes mineros en el mundo, pero también han colocado a América Latina como uno de los principales destinos para la recepción de inversión en esta actividad (S&P Global, 2017). Como punto medio entre estas dos perspectivas se encuentra la idea de una minería basada en los principios de sostenibilidad que promueve un crecimiento económico a través de políticas enfocadas en la protección de los recursos naturales para las generaciones futuras (Morán, 2016).

Sin embargo, el desarrollo sustentable ha justificado la práctica de distintas actividades que por la falta de un marco normativo eficiente ha derivado en la vulnerabilidad social, incrementando la pobreza, marginación y el deterioro ambiental. En este sentido, este concepto puede ser entendido como un proceso de largo aliento que busca el mejoramiento constante de todas las dimensiones humanas y ecológicas, por lo que no debe considerarse como un estado ideal que se puede alcanzar.

En concreto, para la actividad minera la sostenibilidad —por parte de algunos autores— tenía como preocupación la disminución en la cantidad de bienes disponibles que provocaría esta actividad. Sin embargo, el incremento en la demanda mundial de estos recursos ha generado riesgos ecológicos en otras dimensiones, además de la escasez, por lo que el tema requiere una revisión de múltiples variables orientadas a la revisión de los proyectos que generan mayores efectos ambientales por ser más eficientes en su práctica (Oyarzún y Oyarzún, 2011).

Con la finalidad de incrementar la rapidez en obtener minerales se realiza la MCA, la cual está específicamente diseñada para mejorar el nivel de eficiencia operativa en yacimientos cercanos a la superficie (Álvarez, 2016). La denominación MCA se refiere al hecho de que no se realiza de forma subterránea, sino que se realiza un boquete en la tierra y se emplean diversas técnicas para la extracción de los recursos, siendo las de tipo seco y húmedo las principales.

En ambos casos se emplean grandes cantidades de agua para la separación, purificación y obtención de los minerales, mientras que los desechos generados son guardados en depósitos que suelen tener filtraciones hacia el subsuelo,

contaminándolo, o que son devueltos a los ríos sin previo tratamiento (Álvarez, 2016).

La MCA se orienta a cubrir la demanda internacional, por lo que la mayoría de los bienes que se extraen son para la industria de la construcción, la electrónica y la joyera. En el cuadro 1 se muestran los principales recursos obtenidos a partir de esta actividad.

Cuadro 1
Principales materias primas extraídas de la minería a cielo abierto

<i>Extracción en seco</i>		<i>Extracción en húmedo</i>	
- Lignito	- Minerales pesados (ilmenita, rutilo, minerales de tierras raras, circón)	- Diamantes	- Diamantes
- Diamantes		- Oro	- Minerales pesados
- Oro		- Minerales pesados	(ilmenita, rutilo, circón, monacita)
- Caolín	- Arcilla	- Casiterita	- Casiterita
- Fosfatos	- Casiterita	- Arena, grava	
- Arena, grava			

Fuente: elaboración propia con datos de Álvarez (2016).

Los metales industriales son fundamentales para el desarrollo de computadoras, celulares y otros bienes de producción. Asimismo, el sector de la construcción se ha convertido en uno de los principales ejes para el crecimiento desarrollista de China e India; mientras que los metales preciosos, en particular el oro, son refugios financieros en época de crisis económicas.

Como se observa en el cuadro 1, la MCA se enfoca en cubrir la demanda externa de materias primas para el desarrollo de industrias de alta tecnología, por lo que se desconecta del medio local de donde se obtienen los recursos. Si bien los impactos negativos de esta actividad dependen de múltiples factores —tamaño, intensidad, tecnología, etc.—, es imposible no provocar daños con la separación de los minerales en el lugar de trabajo, generando diversos efectos que Álvarez (2016) ha clasificado de la siguiente forma:

En el cuadro 2 se categorizan los posibles daños ambientales que la MCA puede generar, mostrando que es una actividad nociva transversal a todas las dimensiones de la vida —humana y ambiental—, afectando cada uno de los elementos en el medio donde se lleva a cabo y generalmente provocando conflictos violentos entre la población, las empresas y el Estado.

Para obtener los minerales —los cuales no son renovables— se debe destruir una gran cantidad del territorio en el que se encuentran, debido a que la mayor parte de lo extraído es tierra que no puede ser aprovechada —vendida— en el mercado internacional.

Este desecho de material cubre el territorio no dañado por la extracción, de modo que el suelo de donde se van a obtener los minerales se daña irreme-

Cuadro 2
Principales riesgos ambientales de la minería a cielo abierto

	<i>Extracción en seco</i>	<i>Extracción en húmedo</i>	<i>Extracción marina de profundidad</i>
<i>Superficie terrestre</i>	Devastación de superficies; alteración de la morfología; peligro de derrumbes en frentes de arranque; destrucción de bienes culturales	Devastación de superficies, modificación de la morfología y del curso de los ríos; formación de grandes escombreras	
<i>Aire</i>	Ruido y vibraciones en general, ruido y vibraciones de detonaciones; formación de polvo por tráfico y erosión; humos (incluye humos de escombreras autoinflamadas); vapores de voladura, gases nocivos	Ruido producido por equipos generadores de energía, trabajos de extracción, tratamiento y transporte; gases de escape	Ruido; gases de escape
<i>Aguas superficiales</i>	Alteración del ciclo de nutrientes (posible eutrofización); contaminación con aguas residuales; contaminación causada por una intensificación de la erosión	Desnitrificación; contaminación del cauce receptor con grandes cantidades de aguas residuales lodosas y/o con aguas residuales contaminadas	Enturbiamiento; incremento de la demanda de oxígeno; contaminación con aguas residuales
<i>Aguas subterráneas</i>	Descenso del nivel freático; deterioro de la calidad de las aguas subterráneas	Alteración del balance hídrico y de la calidad de las aguas subterráneas	
<i>Suelo</i>	Erosión en la zona de explotación; disminución del rendimiento, desecación, hundimiento del suelo, peligro de empantanamiento tras el restablecimiento del nivel freático, erosión	Erosión en la zona de explotación	Reducción de nutrientes en el suelo marino
<i>Flora</i>	Destrucción de la flora en el área de explotación; destrucción parcial/alteración de la flora en el área circundante debido a cambios del nivel freático	Destrucción de la flora en el área de explotación	
<i>Fauna</i>	Desplazamiento de la fauna	Desplazamiento de la fauna	Destrucción de organismos marinos inmóviles (corales)

	<i>Extracción en seco</i>	<i>Extracción en húmedo</i>	<i>Extracción marina de profundidad</i>
<i>Población</i>	Conflictos relacionados con el uso del suelo; establecimiento o desarrollo de asentamientos a raíz de las actividades mineras, destrucción de zonas de recreación	Conflictos relacionados con el uso del suelo; conflictos sociales en periodos de auge, establecimiento o desarrollo de asentamientos debido a las actividades mineras	Deterioro de la pesca (destrucción de zonas de desove)
<i>Edificaciones</i>	Daños causados por el agua tras restablecer el nivel freático		
<i>Otros</i>	Posible modificación del microclima	Modificación del microclima; proliferación de agentes patógenos y vectores en aguas estáticas	

Fuente: tomado de Álvarez (2016).

diablenamente con la actividad y con desechos. Los boquetes abiertos cambian completamente la morfología del suelo, afectando las capas vegetales superiores, destruyendo la composición del subsuelo.

Además de las afectaciones en la tierra, se requiere una gran cantidad de agua para todos los procesos de extracción y separación de materiales, pero también se debe proteger la mina de las corrientes naturales de los ríos o cualquier otro cauce, por lo que la obra los desvía por medio de canales y mediante drenajes que aseguran que el líquido proveniente de precipitaciones sea almacenado y después vertido en la red hídrica local, afectando la composición química de ésta, deteriorando su calidad.

Por otra parte, los depósitos naturales de agua subterránea alrededor de la mina son drenados para que no afecten los pisos inferiores del proyecto, lo que provoca sequía de los pozos que suelen ser empleados por la población; además hunde el territorio y daña el balance ecológico, afectando la fauna y la flora local.

Asimismo, los desechos generados suelen tener filtraciones graves y contaminan los canales y drenajes por donde se desvió el agua originalmente, por lo que el líquido que no haya sido afectado durante la extracción será contaminado en el largo plazo, imposibilitando el uso humano o para los animales (Azamar, 2017).

Oyarzún y Oyarzún (2011) señalan que la mayoría de estos impactos no son limitados a un área, sino que se extienden y dañan el conjunto general del ecosistema, por lo que no se puede estimar el riesgo total que podría provocar esta actividad de forma que es insostenible para su práctica común.

De acuerdo con estos autores, la minería sostenible se refiere específicamente a:

[...] se entiende una actividad que tiene una cierta continuidad en el tiempo, preferentemente en la misma localidad o región, de modo que logra una inserción adecuada en el desarrollo general. También se entiende que esa minería coexistirá satisfactoriamente con otras actividades económicas en su área de influencia geográfica y que idealmente contribuirá a impulsarlas. Naturalmente el concepto de minería sostenible implica también el respeto y cuidado por el medio ambiente, por la dignidad y derechos de los trabajadores y poblaciones durante la explotación como después del cierre de la mina (Oyarzún y Oyarzún, 2011: 10).

En el caso de la minería sostenible, para éstos y otros autores como concepto se refiere a que esta industria puede contribuir para mejorar las condiciones del lugar de donde obtiene la materia de trabajo. Además, estos autores opinan que la minería sostenible es la que concilia el interés económico con la preocupación socioambiental e institucional (Zulueta, 2013). No obstante, la naturaleza de dicha actividad requiere la apropiación territorial y la destrucción irreversible de un espacio vivo, por lo que en la práctica es inviable alcanzar

lo sugerido, pero a pesar de que la minería sostenible no es posible, se debe de intentar disminuir la influencia negativa del extractivismo en la sociedad —mediante la disminución de agua, madera y otros recursos, así como en la prohibición de químicos nocivos o agresivos para la salud humana, tal como se prohibió en Europa el uso de cianuro, etc.—; de forma que mientras se siga realizando dicha actividad es necesario establecer metodologías y objetivos comunes que ayuden a alcanzar este propósito.

Jenkins y Yakovleva (2006) señalan que la misma naturaleza y la necesidad humana obligarán a utilizar todos los recursos minerales en el largo plazo sin que esto pueda ser evitado; por lo tanto, la minería debería crear bienes con mayor duración que serán empleados en el largo plazo. En el mismo marco de desarrollo productivo, se deben fomentar programas de apoyo para el reciclaje de bienes productivos derivados de los recursos minerales; finalmente, es necesario impulsar la innovación para poder diversificar el aprovechamiento con otro tipo de metales que actualmente no son rentables por sus costos de extracción.

2. Aspectos prácticos y necesarios para disminuir los riesgos de la minería

Como se ha mencionado, la minería es una actividad insostenible en los términos que se practica; sin embargo, la dependencia humana de todos los recursos que se obtienen a partir de ella —particularmente combustibles— ha logrado que no se prohíba completamente y de forma tajante, ya que se podrían provocar riesgos de otro tipo.³ Por lo tanto, es fundamental disminuir el riesgo ambiental que genera la minería con la finalidad de desarrollar otras alternativas que la sustituyan en el largo plazo.

Como primer paso se debe reconocer que los minerales son recursos no renovables. En algunos países de América Latina, como México, el potencial de aprovechamiento es de 70-80% del territorio, del cual solamente se ha explorado 25% con técnicas básicas, por lo que se estima que los depósitos encontrados son la cabeza de *iceberg* del total que tiene el país (Camimex, 2015). Es decir, lo primero es que cada nación debe ser capaz de inventariar de forma transparente la totalidad de sus recursos naturales con la finalidad de establecer pautas de aprovechamiento ante una demanda creciente.

La evaluación debe considerar el tipo de mineral a extraer y el material que será destruido en el proceso. Se debe dejar atrás la objetivación puramente económica, para centrarse en el tipo de relaciones tróficas que se ponen en riesgo.

3. Todos los bienes tecnológicos empleados para el cuidado y atención a la salud requieren numerosos minerales para su realización; adicionalmente, la mayor parte de la electricidad es producida gracias a los combustibles fósiles. Es imposible abandonar el uso de minerales en forma inmediata sin provocar efectos secundarios para toda la población humana.

Sin embargo, la exploración también entraña numerosos riesgos y es sumamente costosa, por lo que se requiere la supervisión del Estado con el fin de que se pueda garantizar la seguridad ambiental y social. Por lo anterior, para lograr disminuir los riesgos en la salud socioambiental por la práctica minera, esta actividad no puede ser puramente privada.

Por otra parte, reducir los impactos en términos ecológicos y humanos de las prácticas extractivas depende de la innovación técnica, ya que en la medida que los procedimientos para la exploración y extracción se hacen más sofisticados, los peligros productivos se minimizan —aunque no se terminan—, por lo cual además de exigir un mayor control estatal en la regulación normativa, también es fundamental la inversión para la creación de procedimientos más eficientes.

El propósito de la innovación es de doble papel; en el primero, se trata de minimizar los impactos negativos de la minería. En el segundo, de disminuir los costos de su práctica de forma que no pueda ser monopolizado por un solo grupo de empresas o países. Las naciones con grandes dotaciones de recursos minerales, pero con limitada infraestructura y presupuesto tendrían la posibilidad de fortalecer su posición en el mercado mediante el uso de estructuras productivas más eficientes que reducirían sus costos; el riesgo es que con ello se incrementaría la demanda y, por lo tanto, se fomentaría una práctica más nociva que afectaría principalmente la salud social, por lo que se asume que en este sentido no existe forma de lograr que sea sustentable.

Para disminuir los riesgos ambientales de la minería se debe de tomar en cuenta la seguridad de los trabajadores, en particular de condiciones en las que laboran y la retribución que obtienen, ya que en la mayoría de los casos los salarios son bajos para el clima de inseguridad que se vive en cualquier mina (Aristegui, 2013).

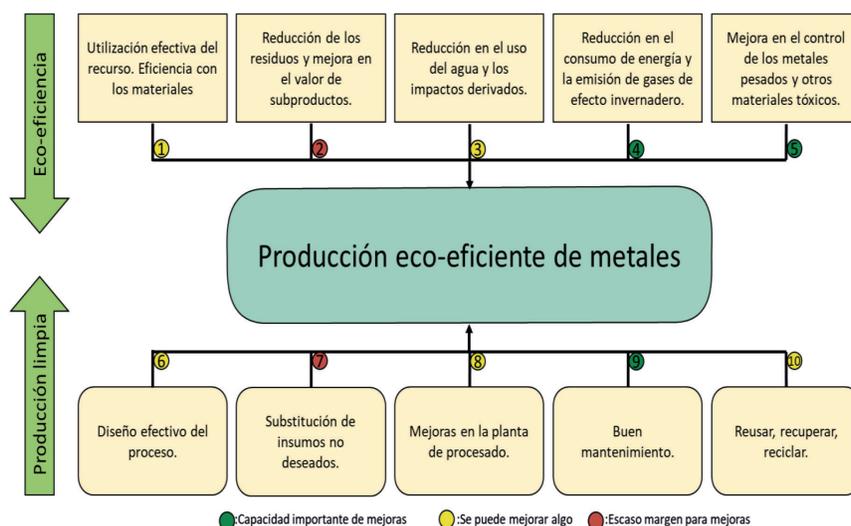
Los mineros se enfrentan a varios tipos de condiciones desfavorables, destacando la inestabilidad de cualquier proyecto, ya que ante un movimiento de la tierra por efectos humanos o desastres naturales pueden quedar sepultados, inundados o afectados por gases subterráneos. Por otra parte, la maquinaria empleada puede sufrir desperfectos, por lo que se requiere supervisión humana que podría verse comprometida por falta de capacitación, estudios o simple distracción, de modo que también las herramientas empleadas inadecuadamente pueden provocar pérdida de vidas o daños graves a la salud. Adicionalmente existen varias enfermedades comunes entre dichos trabajadores que se desarrollan por la exposición a todos los elementos de esta labor.

La protección del trabajador se vincula directamente con el bienestar general de la comunidad, pues al ser éstos generadores de la riqueza del grueso de la población, la mejora en sus condiciones de vida y trabajo repercute po-

sitivamente en el resto de los habitantes.⁴ Este aspecto cobra importancia ya que es precisamente la sociedad en su conjunto la que permitirá o rechazará la realización de este tipo de actividades (Azamar, 2016).

La suma de estos factores señala que la conceptualización de una minería menos dañina requiere ser ecoeficiente en el sentido de ser adaptable a las demandas económicas, pero también a los ciclos naturales, abandonando un esquema puramente privado enfocado en la obtención de recursos financieros. Oyarzún y Oyarzún (2011) señalan que este objetivo depende de 10 pasos que se muestran en el siguiente diagrama.

Imagen 1
Parámetros de ecoeficiencia en la producción minera



Fuente: Oyarzún y Oyarzún (2011: 71).

Como se observa en la imagen 1, la estrategia de minería sostenible propuesta por Oyarzún y Oyarzún parte de una planeación efectiva en el proceso de la utilización de recursos y control de desechos, pero no se limita únicamente al proceso de extracción, sino que considera el ciclo abierto de la economía en la que existe una generación de desechos que pueden ser aprovechados para reiniciar el ciclo. No obstante, no se consideran los múltiples efectos físicos

4. Evidentemente el costo de producción se eleva al mejorar el bienestar de los trabajadores, pero en el largo plazo esto tendría un efecto positivo ya que disminuirían los riesgos a la salud y, por lo tanto, los gastos de las compañías asociados a inasistencias, incapacidades, tratamientos por enfermedad y otros padecimientos derivados de la mina.

de químicos, así como la modificación territorial, destrucción de las relaciones tróficas y otros múltiples efectos, imposibilitando que sea sostenible, aunque podría ser menos riesgosa.

Con el fin de poder realizar un planteamiento de evaluación ambiental sobre la minería, se toma como ejemplo el caso de México debido a la gran cantidad de normas oficiales que detallan aspectos particulares sobre los elementos que la minería puede afectar y que generalmente no se retoman en las leyes mineras de otros países.

3. Principios de valoración en el cierre de minas

Lo comentado hasta el momento se enfoca en los elementos que dan pie al proceso de disminución de riesgo en la actividad minera; sin embargo, no se ha abordado la forma en cómo podría ser evaluada esta práctica. Para ello es necesario establecer criterios que ayuden a la creación de indicadores de sostenibilidad que permitan valorar los impactos negativos de la minería sobre el medio ambiente.

Los indicadores son elementos sustanciales para la creación de metodologías de evaluación que puedan ayudar a la elaboración de un proyecto menos riesgoso para la población y la naturaleza. Éstos sirven principalmente para establecer el alcance de las metas planteadas por la industria minera, tales como saber si se alcanzó un nivel de producción mayor que el del año anterior, y también se emplean para establecer los elementos de estudio que se deben tomar en cuenta ante un escenario fluctuante como lo son las relaciones hombre-naturaleza. A través de éstos se podrá obtener información sobre el nivel de daño generado, el malestar poblacional, la capacidad de la política pública para disminuir los riesgos o la afectación en la calidad de vida de los habitantes cercanos a estos proyectos.

Como principal interés de este trabajo se sugiere un sistema general de indicadores para la evaluación ambiental (SGIEA) de la actividad minera. Este primer acercamiento reconoce que las tendencias de la demanda y oferta de los minerales en el mundo cambian constantemente dependiendo de distintos factores,⁵ por lo que las propuestas que se presentan se basan en un contexto general de adaptación al interés contemporáneo en el que puedan aplicarse.

En este sentido, los sistemas de valoración ambiental más comunes (costo-beneficio, costo de viaje, etc.) no solamente carecen de los diferentes niveles de enfoque que la minería requiere, sino que se mantienen en el proceso de

5. Las crisis económicas afectan notablemente el precio de los minerales, pero también lo hace la normatividad aplicada a la protección ambiental y social, los riesgos de inversión y sobre todo el nivel de demanda que se tiene respecto de los mismos. Éstos son solamente algunos de los múltiples procesos que afectan el valor de estos bienes en el mercado internacional.

valorizar todos los elementos en términos económicos sin considerar los principios de la sostenibilidad, aunque en el caso de la minería sería imposible que pudiera tener valoración positiva debido a sus graves riesgos.

Estos indicadores se enfocan en el cierre de minas, ya que la evaluación para la práctica diaria de un proyecto requiere un mayor nivel de observación debido a la gran variedad de minas que se encuentran activas, además por la falta de una regulación oficial más clara y precisa sobre la forma en que esto puede hacerse o el nivel de exigencia a la que deben estar sujetas las empresas (NewGold, 2015). El interés de favorecer un adecuado cierre de minas es disminuir los efectos nocivos de mediano y largo plazo, así como para exigir las reparaciones necesarias al territorio por el uso de éste.

La propuesta se basa en la realización de un proceso de precondiciones que servirán para determinar la forma en que el proyecto operaba; una fase de evaluación económica en la que se determinan los costos asociados a la práctica minera; una etapa de rehabilitación para el proyecto y, finalmente, un seguimiento al proceso de cierre basado en las conclusiones del primer proceso.

En el primero, se evalúa el proyecto en los términos de la regulación y normatividad ambiental vigente; para ello se solicita un seguimiento que la empresa debe hacer en conjunto con el Estado sobre las descargas de aguas residuales realizadas durante el proceso (NOM-001-ECOL-1996), el tipo y la cantidad de residuos peligrosos generados (NOM-052-ECOL-1993), la cabalidad de que se cumplieron los procedimientos para la extracción de recursos peligrosos (NOM-053-ECOL-1993), la identificación puntual y completa de todas las especies de flora y fauna que podrían verse amenazadas por el proyecto (NOM-059-ECOL-1994), la medición constante del tipo de partículas suspendidas y otros componentes peligrosos por la operación del equipo (NOM-085-ECOL-1994), la certificación de que se cumplieron y se validaron durante todo el proyecto los requerimientos de protección ambiental para las zonas secas y ambientes parecidos (NOM-120-ECOL-1997), la certificación de que el transporte de materiales peligrosos se hizo en vehículos adecuados (NOM-011-SCT2/1994), la prueba de que se verificó constantemente la protección de los acuíferos en la zona (NOM-004-CNA-1996), la validación por parte de la Secretaría competente de que los trabajadores siempre fueron procurados con las mejores condiciones de seguridad e higiene en sus labores (NOM-121-STPS-1996; NOM-023-STPS-2003), la validación de que todas las presas de jales empleadas siempre cumplieron con todos los requerimientos legales (NOM-141-SEMARNAT-2003) y las subsecuentes validaciones de haber cubierto a cabalidad con la Ley Minera; la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus Reglamentos en Materia de Impacto Ambiental, Manejo de Residuos Peligrosos y Emisiones a la Atmósfera; la Ley de Aguas Nacionales; la Ley General de Salud; la Ley Federal del Trabajo, y la Ley Forestal.

En la segunda etapa se realiza un análisis económico y en profundidad de la mina con la intención de establecer cuáles han sido las prioridades del proyecto y se establecen las valoraciones mediante las cuales la empresa deberá resarcir a las comunidades afectadas y al Estado por el daño ambiental provocado. En este proceso se detallan los elementos que componen los ciclos de vida de la mina, incluyendo las etapas de diseño, exploración, construcción, operación y cierre.

La evaluación correcta del proceso de operación requiere considerar diversos aspectos de la valoración internacional de los minerales y también los costos de producción, además el valor económico para la restauración de los espacios dañados por la actividad considerando los siguientes elementos:

1. El precio de mercado del bien extraído (P_m).
2. El costo de producción, que se determina del precio de mercado entre las toneladas producidas (C_p).
3. Las pérdidas, que se determinan por la cantidad de toneladas no extraídas del diagnóstico inicial y durante el proceso (P).
4. El costo de apropiación territorial y de construcción (C_c).
5. El costo de rehabilitación, que se determina por el precio de mercado por metro cuadrado entre la extensión (C_r).

Para lo cual se obtendría como resultado un valor que se denominaría: costo de valoración ambiental (CVA)

$$CVA = (P_m - C_p - P - C_c) * C_r$$

El CVA representará el valor económico mínimo que la empresa obtuvo por el derecho de aprovechar la mina y se empleará para partir de la retribución que finalmente le corresponde al Estado por los riesgos ambientales generados. La intención de este planteamiento es crear una medida económica que sirva como disuasoria de un desarrollo que amenace el bienestar socioambiental y no como un método de negociación para poder contaminar o afectar de forma más grave si se tienen los recursos para afrontarlo, por lo tanto, en determinado nivel de riesgo inaceptable para el entorno y la población es posible que la cifra sea prohibitiva para cualquier empresa.⁶

Después de que termine la vida útil de la mina se determinará cuánto empeoró el territorio utilizado en contraste con las condiciones originales sobre las que empezó a operar el proyecto minero. Para ello, se realizarían diversas consultas sociales y ambientales dirigidas y coordinadas por organismos públicos que la empresa deberá pagar y que serán transparentes en sus resultados

6. Este planteamiento de evaluación parte de los estudios previos realizados por la primera autora de este trabajo.

con la población, ya que estarán a disposición de quien desee consultarlos. En esta etapa se evalúa si se cumplió correctamente con todos los fundamentos legislativos correspondientes al proceso productivo que se establecieron en la primera etapa.

La construcción del plan para el cierre de la mina depende específicamente de la capacidad de la empresa por haber anticipado los efectos negativos de su actividad sobre la región, por lo cual se requiere una valoración adicional de la propia compañía que pueda ser cotejada con la que se emitirá por parte del Estado, de esta forma se valora si la empresa ha tomado las responsabilidades necesarias y las provisiones adecuadas.

Finalmente, se presenta el plan de cierre en el que se especifican los actores que serán compensados (medio ambiente, población, trabajadores mineros, Estado), lo que se hace basándose en el CVA, para lo cual el Estado emite una valoración sobre el cumplimiento de cada paso en el cierre, el cual determina con un porcentaje final que será consignado a cada actor dependiendo del riesgo, daño y tiempo del proyecto.

La definición de cada aspecto quedará a responsabilidad del Estado, debido a que cada locación puede tener prioridades diferentes; sin embargo, debe quedar constancia que el principal interés es minimizar los riesgos ambientales mediante la creación de valores de largo plazo para la población.

El tiempo que determina la empresa para culminar el proceso de cierre debe cumplirse a cabalidad y es durante este periodo que el Estado realizará una revisión del cumplimiento de cada uno de los aspectos mencionados en la propuesta del cierre de minas con la finalidad de establecer el riesgo de mantener una relación productiva con dicha empresa.

En resumen, la metodología se compone de cuatro etapas:

1. Revisión y evaluación sistémica normativa.
2. Proceso de evaluación económica histórica del proyecto para obtener el CVA.
3. Determinación de los costos de rehabilitación.
4. Plan de cierre y evaluación de la empresa.

Este proceso en su conjunto requiere una preparación que debe planearse junto con el Estado para determinar adecuadamente la estructura de costos y la valoración territorial, así como los riesgos ambientales. Por otra parte, es necesario señalar que la población afectada por el proyecto minero debe integrarse activamente a los procesos de evaluación y recuperación, pues depende de éstos poder valorar los alcances negativos específicos del proyecto extractivo.

Por ello es importante crear comisiones locales de soporte, coordinación y comunicación con los organismos del Estado y las empresas involucradas, con capacidades jurídicas para poder intervenir efectivamente en el proceso de cierre, pero también en las demás etapas del proyecto minero.

Conclusiones

La minería ha formado parte de la historia de América Latina desde su época precolonial y se ha ido fortaleciendo a lo largo del tiempo al punto de ser una región clave para el mercado mundial; sin embargo, los impactos negativos y la cantidad de elementos dañinos que provoca dicha actividad limitan las posibilidades de tomarla como una opción de largo plazo en la que se pueda apoyar en mayor grado la economía de estas naciones.

El continente tiene un potencial minero elevado, pues la riqueza de estos bienes no se ha explorado por completo y la variedad es muy amplia; sin embargo, gran parte de los espacios en los que se ubican las vetas minerales están en territorios ecológicos protegidos o en zonas donde habitan comunidades indígenas por lo que dichas áreas no deberían de ser utilizadas para fines productivos sin previa autorización de estas poblaciones. No obstante, esto se hace comúnmente y se ha replicado como parte de la estrategia minera contemporánea global.

Por otra parte, la situación ambiental en la región es relativamente frágil, ya que es un territorio heterogéneo con grandes extensiones territoriales donde escasean los recursos hídricos y el suelo para cultivo, por lo que sacrificar estos recursos para obtener un proyecto minero con una duración limitada (15 a 30 años) es una decisión que debe tomarse con mucha cautela.

La intención de esta propuesta manifiesta la necesidad de concretar un proyecto general aplicable al desarrollo de la industria minera que pueda disminuir sus riesgos de forma paulatina, ya que mientras siga vigente dicha industria la intención es que por lo menos contribuya con un mejor control económico y un menor impacto ambiental para la sociedad.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, C. (2016). La minería en México. *El Punto sobre la I*, 5(23).
- Aristegui Noticias. (2013). Trabajadores pobres, empresarios ricos... así ve la prensa a las mineras en México. *Aristegui Noticias*. México. Disponible en: <http://aristeguinoicias.com/0606/mexico/trabajadores-pobres-empresarios-ricos-asi-ve-la-prensa-a-las-mineras-en-mexico/> [Consultado 28/09/2017].
- Azamar Alonso, A. (2016). La Mina de San Xavier: Actividad extractiva y daño al tejido social en México. *Paradigma Económico*, núm. 2, pp. 47-67.
- . (2017). *Megaminería en México: Explotación laboral y acumulación de ganancia*. México: Ítaca/Universidad Autónoma Metropolitana.
- Cámara Minera de México (Camimex). (2016). *Informe anual 2016*. México: Camimex.
- Guerrero Almeida, D., y Blanco Torrens, R. (2000). Criterios generales de sostenibilidad para la actividad minera. En: Villas Boas, R., y Beinhoff, C.

- (Eds.), *Indicadores de sostenibilidad para la industria mineral* (pp. 93-116). Brasil.
- Jenkins, H., y Yakovleva, N. (2006). Corporate Social Responsibility in the Mining Industry: Exploring Trends in Social and Environmental Disclosure. *Journal of Cleaner Production*, núm. 14, pp. 271-284.
- Morán, H. (2016). Presupuestos filosóficos del desarrollo sustentable. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, V(17): 183-200.
- NewGold. (2015). *Proceso integral de cierre de mina responsable*. México: NewGold MSX. México. Disponible en: <https://www.camimex.org.mx/files/6914/4112/8074/2-2.pdf> [Consultado 28/09/2017].
- Nowlan, G. (2001). The Earth and its People: Repairing Broken Connections. *Geoscience Canada*, 28(2): 51-54.
- Oyarzún, J., y Oyarzún, R. (2011). *Minería sostenible: Principios y prácticas*. España: Ediciones GEMM.
- Pachón Mahecha, C. T. (2014). *Minería sostenible, el reto*. Trabajo de grado para obtener el título de especialista en Gerencia en Comercio Internacional. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- S&P Global. (2017). *Worldwide Mining Exploration Trends*. Estados Unidos: S&P Global.
- Zulueta Torres, A., Asencio García, J., Leyva Cisneros, D., y Montero Peña, J. (2013). Sustentabilidad empresarial de proyectos mineros: El análisis multicriterio como perspectiva acertada para su evaluación. *Minería y Geología*, 29(4): 79-94.