

MINERÍA RESPONSABLE: MECANISMOS E INCENTIVOS EN EL CASO DEL CARBÓN EN COLOMBIA

HAROLD CARDONA TRUJILLO
VIVIANA CANO CHICA*

RESUMEN

Este artículo estudia los principales incentivos a la minería de carbón responsable en Colombia y en otros países. También presenta su estado actual y analiza críticamente los métodos y fuentes empleadas. Se parte de identificar las limitaciones del mercado para la absorción de minería responsable y su organización productiva. El resultado de la evaluación de las limitaciones del mercado muestra que la gran minería exhibe economías de escala con mayor margen de ganancia, al contar solo con prácticas de mitigación de impactos ambientales y sociales que exige la ley (planes de manejo), frente a la minería responsable que implementa este tipo de prácticas más allá de las exigencias legales. Por último, se examina el hecho de que los mecanismos o incentivos a la minería responsable se fundamentan en incentivos de mercado, incentivos gubernamentales e incentivos técnicos.

* Los autores son, en su orden, profesor de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia, y egresada del programa de Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la misma universidad. Correos electrónicos: harold.cardona@udea.edu.co y vivianacanochica@gmail.com. Este artículo es uno de los productos del proyecto de investigación “Evaluación del impacto ambiental de la explotación carbonífera en la cuenca del Sinifaná, a partir del análisis de ciclo de vida”. Los autores agradecen la financiación del Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI) y a la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia. Todos los comentarios son responsabilidad de los autores. Recibido: julio 15 de 2016; aceptado: septiembre 12 de 2016.

Palabras clave: Minería responsable, carbón, mecanismos e incentivos, teoría de juegos.

Clasificaciones JEL: L72, O31, C6, C7.

ABSTRACT

Responsible Mining: Mechanisms and Incentives in the Case of Coal in Colombia

This essay studies the main incentives to responsible coal mining in Colombia and other countries. It also examines their current situation and critically analyzes the methods and sources employed. It begins by identifying the marketing limitations for responsible mining absorption and its productive organization. This evaluation shows that mining has economies of scale with higher gross profits when putting into place practices that reduce environmental and social impacts required by law, compared to responsible mining that adopts these practices beyond the legal requirements. Finally, the essay examines the fact that responsible mining mechanisms or incentives can be divided into market, government and technical incentives.

Key words: Responsible mining, coal, mechanisms and incentives, game theory.

JEL Classifications: L72, O31, C6, C7.

I. INTRODUCCIÓN

Desde 1987, cuando fue publicado el informe “Nuestro Futuro Común” por la Comisión Brundtland, la sostenibilidad ocupa una parte importante de la agenda académica, política y económica. Se entiende por sostenibilidad la posibilidad de atender necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social.

Después del Informe Brundtland, en diferentes regiones del mundo se dio inicio a manifestaciones de compromiso con la sostenibilidad. De allí derivaron

prácticas asociadas al cuidado del medio ambiente en distintos sectores económicos (agricultura, producción industrial, extracción de recursos naturales, comercio, entre otros). En este contexto, se presentan, para el caso de la minería, acciones en torno a buenas prácticas mineras, mecanismos de desarrollo limpio y minería responsable a nivel mundial. Este tipo de acciones se enmarcan en el desarrollo sostenible bajo el enfoque de sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte. Según Zarsky y Stanley (2013), la primera evalúa la posibilidad de obtener una ganancia neta en el bienestar humano, que sustituya la pérdida de recursos no renovables; la segunda, indica que los sistemas de soporte vital de la naturaleza no son sustituibles.

Los mecanismos de desarrollo limpio hacen parte de los planteamientos del Protocolo de Kyoto (Naciones Unidas, 1998), que se redacta con el propósito de reducir las emisiones de carbono a la atmósfera y, por lo tanto, mitigar el calentamiento global. Estos centran su metodología en tres principios base: 1) sostenibilidad; 2) reducción de gases de efecto invernadero; y 3) certificación de la actividad.

Para el caso de la minería se ha desarrollado una metodología que establece las condiciones de extracción. Esta contempla indicadores que miden las emisiones de gases antes y después de la ejecución del proyecto minero (Naciones Unidas, 1998). A nivel de las empresas se cuenta con acciones en torno a buenas prácticas mineras que se centran en la gestión de la actividad minera desde la implementación de las mejores prácticas, en las que se aplican todas las políticas relevantes, normatividad existente para el sector y los procedimientos establecidos por las guías y recomendaciones emitidas por los gobiernos a las empresas que se dedican a la actividad extractiva (Goodland, 2012a).

Según lo anterior, la extracción de recursos naturales no renovables no sería sostenible. Surge, entonces, el concepto de minería responsable, que incluye una serie de prácticas orientadas a controlar, minimizar, eliminar y compensar los impactos sobre el ambiente y las comunidades donde se desarrollan las prácticas de extracción minera. Así se asegura, de una parte, el cumplimiento de leyes y, de otra, se garantiza una extracción racional de los recursos naturales. Con ello se busca la eficiencia de costos de producción, y se reducen riesgos futuros y pasivos sociales y ambientales derivados de la actividad extractiva (*Ibid.*, 2012a).

La minería de carbón supone por sí misma impactos sociales y ambientales significativos: desplazamiento de comunidades y atracción de población foránea para la producción minera, emisiones de metano, de aguas de drenaje subterrá-

neas, de roca estéril y otros recursos que generan impactos negativos a los recursos naturales (Viana, *et al.*, 2013). De esta forma las prácticas que reducen el impacto ambiental y contribuyen al desarrollo económico y social son acciones que ayudan al desarrollo de una minería responsable con su entorno social y ambiental. En otras palabras, el enfoque de minería responsable supone la gestión social para mitigar esos impactos negativos (Saade, 2014).

La minería es una actividad que genera perturbaciones, incluso en las minas mejor manejadas. No obstante, los impactos sociales y ambientales negativos se pueden reducir considerablemente si las compañías mineras ajustan sus operaciones a los mejores estándares posibles (Mejía, 2014), si se cuenta con mercados que reconozcan un valor económico diferenciado a fuentes energéticas de bajo impacto ambiental o minería responsable que parte de aprovechar el crecimiento de la economía y la mayor conciencia ambiental actual de la población (Qian Ming-gao, 2003).

II. MECANISMOS E INCENTIVOS A LA MINERÍA DE CARBÓN RESPONSABLE EN COLOMBIA Y EN OTROS PAÍSES

A. Mecanismos e incentivos internacionales a la minería de carbón en algunos países

La extracción de carbón se realiza mediante dos sistemas. El primero es a cielo abierto, lo que supone la remoción de las capas superficiales del suelo para llegar al manto de carbón. Este tipo de práctica es propio de grandes explotaciones, y genera un mayor impacto sobre los ecosistemas. En el segundo, la extracción se realiza mediante técnicas de minería subterránea. Esta produce menores impactos en los ecosistemas, pero aun así genera algunos problemas: hundimiento del suelo y sumersión de cuerpos de agua (Bétournay, 2011). La magnitud de la explotación minera condiciona los impactos que se derivan de ella. Se reconocen dos tipos: la gran minería y la minería a pequeña escala o tradicional. Esta última es entendida por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) (2007) como “empresas pequeñas y micro, de cooperativas de producción o grupos de mineros tradicionales, cuyas labores están entroncadas con la cultura regional y que no consideran a la minería como un negocio sino una actividad de sustento”.

A partir de la década de los ochenta se adelantaron en el mundo diversos programas y acciones dirigidos a la gestión de impactos negativos derivados de las actividades humanas, en particular la minería, y en especial de fuentes de energía como el carbón y el petróleo. Los países que desarrollaron sus economías a partir de los recursos minerales generaron capacidades para aprovecharlos con bajo impacto social y medioambiental, obteniendo ingentes beneficios económicos. Alemania y Estados Unidos son dos ejemplos. Estos países han sido pioneros en la gestión de los impactos sociales y ambientales asociados a la actividad minera, aunque Australia es reconocida por el desarrollo de técnicas y métodos de recuperación de zonas impactadas por la minería (Cárdenas y Reina, 2008).

La extracción y uso de carbón en los Estados Unidos, principalmente para la generación de energía, ha aumentado desde hace algunas décadas. Actualmente ese país cuenta con una de las políticas más fuertes frente a la reducción de impactos en la explotación, comercialización y uso. Dichas políticas influyen en las decisiones y en la legislación que regulan la industria del carbón. Los Estados Unidos cuentan con más de treinta leyes y reglamentos federales para la minería orientados principalmente a reducir el impacto ambiental. Cabe destacar la Ley Nacional de Política Ambiental (US Congress, 1969) y la Ley Federal de Política y Administración de Tierras (US Department of Interior, Bureau of Land Management, and Office of the Solicitor, 2001). En cuanto a la producción de carbón merece mención la Ley Federal de Seguridad y Salud de Minas de 1977 (US Congress, 1977), Además, en 2006, el Congreso aprobó la Ley para el Mejoramiento de Minas y Respuesta a Emergencias (US Congress, 2006). Existen, además, leyes particulares para la gestión del agua, el aire, los suelos y la biodiversidad. En 2004 se diseñó el programa para aprovechar el poder del consumidor a partir del uso de los sistemas de certificación para promover el buen gobierno en las organizaciones mineras (Parikh, *et al.*, 2004).

En 1920, ante los problemas de los pobladores de algunas zonas mineras en Alemania, se dio inicio en ese país a la restauración de las zonas degradadas y a la recuperación de los ecosistemas. Después de 200 años de extraer carbón en los Estados de Renania del Norte-Westfalia y el Sarre, el gobierno alemán fijó 2018 como el año en que dejarán de extraer carbón en su territorio por ser un sector no rentable y al que se destinan miles de millones de euros en subvenciones. En este sentido, el gobierno alemán cuenta con un complejo marco regulatorio minero, basado en la Ley Federal de Minería, Bundesberggesetz, BBergG (Federal Ministry of Justice and for Consumer Protection, 1980). Su fundamento es la

gestión del cierre de las minas y la posterior restauración de los ecosistemas con recursos obtenidos por impuestos a la explotación minera y subsidios del Estado.

En Australia, las políticas se orientan a regular la producción y manejo de los residuos derivados de la minería en torno a la gestión del agua, los gases, el ruido y los riesgos inherentes a la extracción del carbón. Estos diferentes controles han suscitado la creación de organizaciones para la protección del medio ambiente, conformadas por representantes de las empresas que hacen parte de la cadena del sector carbonífero y la sociedad civil. La restauración de las áreas afectadas por la actividad minera se encuentra a cargo de la oficina de medio ambiente del gobierno. Como se ve, desde los sectores públicos y privados se realizan avances significativos en el desarrollo de tecnologías para mitigar el impacto ambiental de la minería, convirtiendo a Australia en líder en este segmento (Franks, *et al.*, 2010; van Berkel, 2007).

B. La normatividad minera en Colombia

En Colombia, el marco regulatorio y técnico para el desarrollo de minería responsable se impulsa a partir del Decreto 2811 de 1974, que estableció el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, para la gestión ambiental (Presidente de Colombia, 1974). En 2001 se expidió el Código de Minas (Congreso de Colombia, 2001), modificada en 2010 por la Ley 1382 (Congreso de Colombia, 2010), con el propósito de actualizar la política minera, buscando convertirla en un dinamizador de la economía minera mediante el aumento en la productividad y competitividad del sector, el incremento de la inversión y la regulación de los trámites para obtener o renovar los títulos mineros (Martínez, *et al.*, 2014). Además, se han adoptado medidas que prohíben desarrollar actividades mineras en zonas de páramo y humedales, según la clasificación Ramsar.¹

¹ La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional se denomina la Convención de Ramsar. Es un tratado intergubernamental que promueve la conservación y uso de los humedales. El Artículo 1 de esta Convención define los humedales como “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (p. 1). El convenio se adoptó en 1971 en la ciudad iraní de Ramsar y su aplicación se inició en 1975. En la actualidad es el único tratado internacional para un ecosistema en particular.

No obstante, a partir del 11 de mayo de 2013 volvió a regir el Código de Minas de 2001, al declarar la Corte Constitucional de Colombia inexecutable la Ley 1382 por haber omitido la consulta previa a los grupos étnicos del país. Con este panorama, la gestión de la minería de bajo impacto ambiental en el país ha retrocedido frente al interés de desarrollar el sector de manera sostenible, como se promovió en la década de los noventa. Así las cosas, se evidencia un limitado avance en la investigación y el desarrollo de mecanismos que incentiven la minería de carbón de bajo impacto ambiental en Colombia, más allá de las licencias ambientales definidas en la Ley 99 (Congreso de Colombia, 1993).

Pese a lo anterior, se observan algunas iniciativas importantes, como la Asociación del Sector de la Minería a Gran Escala, creada en 2011 con el objetivo de promover una minería responsable y competitiva que, además de obtener una rentabilidad de su negocio, contribuya con el desarrollo sostenible y equitativo del país.² Dicho ente propende por un buen posicionamiento y un mejor entendimiento de la minería formal a gran escala, para lo cual se relaciona con las instituciones del Estado y con la opinión pública colombiana. Las empresas nacionales y extranjeras afiliadas a la Asociación buscan incorporar las mejores prácticas reconocidas a nivel internacional en el marco de la minería responsable y sostenible.

III. BARRERAS A LA MINERÍA RESPONSABLE DEL CARBÓN

La implementación de minería responsable en la extracción del carbón enfrenta restricciones relacionadas con el mercado y con la organización de la producción.

A. Limitaciones del mercado

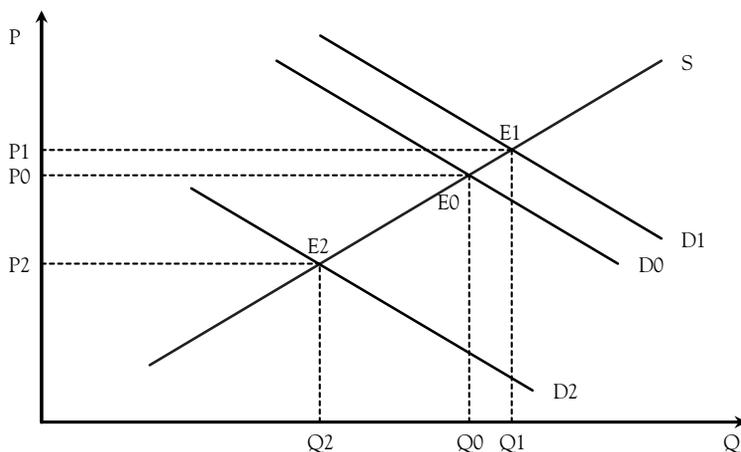
El principal reto de la minería responsable es mantener la ventaja competitiva, para lo cual es necesario pensar en estrategias para fomentar las prácticas respon-

² La Asociación del Sector de la Minería a Gran Escala enfoca su gestión en temas de seguridad industrial, salud ocupacional, gestión ambiental, relacionamiento comunitario e incidencia socioeconómica, derechos humanos, ética y transparencia.

sables y para su mayor adopción. Ming-yin, *et al.* (2009) proponen un modelo para comprender la relación entre minería responsable y minería de alto impacto ambiental (Gráfico 1). En el gráfico, D_1 es la demanda de carbón responsable y D_2 la demanda por carbón de la minería de alto impacto ambiental (se supone que los consumidores conocen la diferencia entre carbón responsable y carbón de alto impacto ambiental). Asociado a cada tipo de carbón se encuentra el precio: P_1 representa el precio del carbón responsable y P_2 el del carbón a partir de la minería de alto impacto ambiental.

Por lo general las empresas de la minería de alto impacto ambiental no muestran toda la información relacionada con las externalidades negativas que se producen en el desarrollo de su actividad. De otro lado, las empresas que ejercen prácticas de minería responsable no miden o divulgan los logros en la reducción de las externalidades negativas. Estas situaciones explican la existencia de información asimétrica, de manera que los consumidores no diferencian entre las empresas que producen carbón responsable o la minera de alto impacto ambiental.

GRÁFICO 1
 La conducta competitiva del carbón bajo la minería responsable
 y la minería de alto impacto ambiental



Fuente: Ming-yin, *et al.*, (2009).

En la actualidad, los consumidores tienden a adquirir bienes y servicios con menor impacto ambiental y social, a lo que se suma el aumento de la demanda de carbón como fuente de energía. De esta manera, la probabilidad de compra de carbón responsable será q y para el carbón de alto impacto ambiental, $1 - q$. Así, la curva de demanda real sería

$$D_0 = qD_1 + (1 - q)D_2 \quad (1)$$

y el precio real,

$$P_0 = qP_1 + (1 - q)P_2 \quad (2)$$

De esta forma, se obtiene la función de demanda y precio del carbón responsable y de alto impacto ambiental (Ming-yin, *et al.*, 2009).

Además de lo anterior, si se supone que la tasa de interés de las empresas extractoras de carbón es r , el costo de la minería responsable, C_1 , y el costo de la minera de alto impacto ambiental C_2 ; la diferencia de los dos tipos de minería radica en la investigación e implementación de acciones que reduzcan las externalidades negativas a la sociedad y al medio ambiente. En el caso de la minería responsable se incurre en acciones adicionales de investigación e implementación, por lo que este tipo de práctica se hace más costosa, es decir, $C_1 > C_2$. Se supone que los beneficios de los dos tipos de empresas de carbón es r ; así que:

$$P_1 = C_1 (1 + r) \quad (3)$$

$$P_2 = C_2(1 + r) \quad (4)$$

Por lo tanto, el precio real en el mercado es

$$P_0 = [qC_1 + (1 - q)C_2](1 + r) \quad (5)$$

Por lo anterior, el beneficio de la empresa de carbón responsable es:

$$r_1 = \frac{P_0 - C_1}{C_1} = \frac{rC_1 - (1 + r)(1 - q)(C_1 - C_2)}{C_1} \quad (6)$$

Y la tasa de beneficio de la empresa de alto impacto ambiental de carbón es:

$$r_2 = \frac{P_0 - C_2}{C_2} = \frac{rC_2 - (1+r)(1-q)(C_1 - C_2)}{C_2} \quad (7)$$

El precio real en el mercado, P_0 , no es conveniente para las empresas de carbón responsable, pero sí lo es para la producción de alto impacto ambiental, lo que es un estímulo negativo al mantenimiento de prácticas responsables en la minería o a la adhesión de nuevas empresas que deseen desarrollar minería responsable. La probabilidad de demanda de carbón responsable, q , se determina por la decisión de los consumidores a partir de información asimétrica, lo que se deriva en nuevos precios de equilibrio, usualmente más bajos que el anterior. Por lo tanto, la diferencia entre r_1 y r_2 se irá incrementando, haciendo que las empresas de carbón responsable vayan reduciendo su participación en el mercado hasta que q tienda a 0 y prevalezca la minería de alto impacto ambiental (*Ibid.*, 2009).

B. Limitaciones en la organización de la producción

La producción de carbón responsable está determinada por variables sociales, políticas y organizacionales. Por ello, es necesario que las empresas que ejercen prácticas de minería responsable lideren procesos al interior de la organización que busquen el equilibrio entre dichas variables. Un sustento importante es la información derivada de procesos de investigación que permita identificar las externalidades negativas de la minería y, a partir de esto, diseñar estrategias acordes con las necesidades de cada explotación.

La ausencia de información y las políticas laxas para la minería, derivadas de gobiernos que ceden ante las presiones de grupos de interés, hace que el contexto no sea favorable. Esta situación permea la existencia de prácticas mineras de alto impacto ambiental y social que deben ser soportados por la sociedad en general. En este contexto aplica de manera parcial y laxa el principio “quien contamina, paga”.³

³ Este principio indica que aquel organismo que emite la contaminación al medio ambiente debe cubrir los gastos de prevención, control y limpieza de los problemas ocasionados, con el fin de asignar un costo a la contaminación y que este sea internalizado por el contaminador. En 1972 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) recomendó el uso de este principio económico. A partir de 1990 se adopta como un principio legal internacional.

Las organizaciones deben transformarse a partir de una nueva estrategia de gestión en la que se asignen objetivos, proyectos y recursos que busquen favorecer el desarrollo de una minería responsable, al integrar la visión de la dirección de la empresa con los diferentes *stakeholders*.⁴ Estos son los principales demandantes de la reducción de las externalidades negativas de la minería, al supervisar y promover las acciones de los gobiernos y las empresas.

C. Limitaciones técnicas

A nivel mundial en la actualidad, se cuenta con diversas técnicas de explotación minera que permiten reducir las externalidades negativas de la explotación carbonífera para una minería responsable. Estas técnicas tienen que ver con la gestión del agua, la extracción y el uso del metano, el manejo de la excavación para evitar la subsidencia del suelo y de las aguas, y el tratamiento de la roca resultado del proceso de extracción, entre otras. Dichas técnicas deben evaluarse de acuerdo con la geología de cada lugar, en razón a la variabilidad de las características de los yacimientos mineros. Para la promoción de estas técnicas mineras es necesario que los gobiernos creen incentivos a la innovación, además de que las empresas mineras adopten nuevas tecnologías.

En el caso de Colombia la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías surge como iniciativa de las empresas privadas. Además, en la actualidad es limitado el apoyo del Estado a la promoción, la investigación y el desarrollo del sector minero.

IV. INCENTIVOS A LA MINERÍA RESPONSABLE

Los incentivos de mercado parten de la capacidad de las empresas para implementar acciones responsables certificadas que deriven en el acceso a mejores precios y a fortalecer la imagen de la organización. La certificación es un requisito fundamental para validar la minería responsable, aunado al conocimiento de la

⁴ Los *stakeholders* son “cualquier grupo o individuo que puede afectar o ser afectado por el logro de los objetivos de la empresa” (Freeman, Wicks y Parmar, 2004), concepto expuesto originalmente por Freeman en 1984.

disponibilidad a pagar por parte de los consumidores de carbón de un producto con menores externalidades negativas en su proceso de producción. Estas acciones se consolidan en aspectos positivos que impulsan las prácticas de minería responsable. Llegados a este punto, surgen algunos interrogantes respecto a la producción responsable: ¿cuáles son las motivaciones para implementar la minería responsable?, ¿qué tipo de incentivos de mercado son apropiados para cada región?

En concreto, al mejorar la disponibilidad de información sobre las formas de producción de las compañías mineras, se obtendrá una mejor percepción de los consumidores sobre las empresas del sector minero, lo que contribuirá a estimular los mercados al mejorar el entorno competitivo de las empresas mineras.

A. Mecanismos de incentivos del gobierno

La minería responsable genera beneficios sociales y reduce los impactos negativos al medio ambiente y a los intereses corporativos (Goodland, 2012b). Por eso, el fomento de la minería responsable se debe acompañar de incentivos del Gobierno, pues los beneficios iniciales que da el mercado no son suficientes. Es decir, los gobiernos cumplen un papel fundamental en la implementación de la minería responsable a través de la promoción del desarrollo sostenible por medio de impuestos preferenciales, subsidios, las leyes y fondos para la investigación sobre tecnología. Con ello se pretende reducir la asimetría de la competencia en el mercado, al mejorar la capacidad competitiva de las empresas de carbón que optan por una minería responsable. La regulación debe ser cada vez más estricta con las prácticas mineras de alto impacto ambiental y social para incentivar la migración hacia prácticas más responsables.

En el caso colombiano, los mercados no reconocen un sobrevalor a la minería responsable de carbón, en esencia porque las empresas que realizan estas prácticas cumplen con los mínimos estándares de producción ambiental que les exige la ley, lo que no responde a procesos estandarizados y certificados que garanticen la inocuidad de sus actividades de extracción de carbón. Como ya se había enunciado, en la actualidad se cuenta con exigencias ambientales laxas que deben cumplir las empresas extractoras de carbón.

Frente a tal situación, Mingyin, *et al.* (2009) proponen el uso de la teoría de juegos como herramienta para explicar los problemas de decisión multipersonales

a partir de modelos de intercambio (von Neumann y Morgenstern, 2007). En este sentido, se debe partir del supuesto de que, por ejemplo, las empresas A y B cuentan con dos opciones para realizar la explotación minera: la primera con métodos que generen alto impacto ambiental y externalidades negativas, y la segunda con prácticas sostenibles que llevan al desarrollo de una minería responsable. Estos dos tipos de minería se representan por C (altos impactos ambientales) y G (minería responsable) en el Cuadro 1.

Según Ming-yin, *et al.* (2009), si las empresas A y B desarrollan minería de alto impacto ambiental obtienen una utilidad de 1, que representa una ganancia actual corriente.⁵ En caso de que la empresa A elija la minería responsable y la empresa B elige minería de alto impacto ambiental, entonces B obtendrá la ganancia de A, quien perderá su mercado y recibirá utilidades de 0. De acuerdo con la teoría de juegos, el equilibrio de Nash es (C, C).⁶ Esto significa que las

CUADRO 1
*Matriz de pagos de la minería responsable y
 la minería de alto impacto ambiental*

		B	
		G	C
A	G	1,1	0,2
	C	2,0	1,1

Fuente: Ming-yin, *et al.* (2009)

⁵ Ese también sería el resultado en caso de que ambas firmas decidieran desarrollar minería responsable.

⁶ En sus estudios de doctorado, John Nash desarrolló un concepto de equilibrio que se usa en la teoría de juegos como un modo de obtener una estrategia óptima para juegos que involucren a dos o más jugadores.

empresas *A* y *B* eligen la minería de alto impacto ambiental, asumiendo que en los dos escenarios se llega al mismo beneficio (1,1). En suma, este análisis muestra cómo las empresas desarrollan minería de alto impacto ambiental por razones de competencia.

La implementación de incentivos por parte del gobierno se puede identificar con el parámetro t , $t > 0$ (Cuadro 2). Según Ming-yin, *et al.* (2009), si las empresas *A* y *B* desarrollan minería responsable, entonces las utilidades serían $1 + f(t, g)$ —donde g constituye el nivel de minería responsable—; y con la minería de alto impacto ambiental obtendrían solo 1 de utilidad. Así mismo, el gobierno recauda impuestos y regalías a la extracción de carbón, a las que se les deduce y realiza exenciones según los niveles de minería responsable que desarrollen las empresas. Esto se expresa de la siguiente forma: $f(t, g)$. $f \geq 0$, la primera derivada $f' \geq 0$, dando a entender que t se incrementa al igual que g . En este caso, $1 + f(t, g) \geq 2$, así que el equilibrio de Nash es (G, G). El gobierno puede contribuir a este equilibrio ajustando t . Por lo tanto, este debe generar incentivos para la minería responsable a partir de la certificación de los procesos y la identificación de las externalidades negativas de cada empresa, para poder contar con medidas de comando y control ajustadas (Ming-yin, *et al.*, 2009).

CUADRO 2
 Matriz de pagos de la minería responsable y
 de alto impacto ambiental en virtud de la política fiscal

		B	
		G	C
A	G	$1 + f(t,g), 1 + f(t,g)$	$f(t,g), 2$
	C	$2, f(t,g)$	1,1

Fuente: Ming-yin, *et al.* (2009)

B. Mecanismos de incentivos a la tecnología

La minería de alto impacto ambiental genera externalidades negativas que solo pueden ser internalizadas por la tecnología y que conllevan al desarrollo de prácticas que propendan por una minería responsable. Este proceso debe desarrollarse a partir de la inversión pública y privada, en forma directa o indirecta, por medio de impuestos y subvenciones. Igualmente, las empresas mineras de carbón deberán cooperar con los actores que realizan investigación para el desarrollo de tecnologías que reduzcan las externalidades negativas de la actividad minera. De esta manera se podrá innovar de mejor manera. Agregando a todo lo dicho, se puede realizar investigación al interior de la firma para así generar sinergias de conocimiento que se puedan implementar en todo el sector.

A continuación se presenta un caso de minería responsable que cumple con un proceso de certificación en el sector del oro en el Pacífico colombiano.

C. Una experiencia de minería responsable: El caso Oro Verde

La región pacífica colombiana se caracteriza por la alta dotación de recursos naturales, expresados en su biodiversidad: abundancia de fuentes hídricas, suelos fértiles y recursos minerales, como el oro y el platino (Galvis y Mojica, 1993). La extracción de estos minerales se ha desarrollado durante siglos de manera artesanal con prácticas de bajo impacto ambiental. Bajo este principio nació el programa Oro Verde, con el cual se busca promover las prácticas sostenibles de minería tradicional en el departamento del Chocó. El programa está dirigido a fortalecer las capacidades organizacionales, técnicas, administrativas y comerciales de las comunidades locales en el proceso de extracción de oro, en torno a la implementación de mecanismos artesanales para la separación de metales, sin productos tóxicos como el mercurio o el cianuro. Estos mecanismos parten de la extracción subterránea, barequeo en ríos y arroyos, y buceo por sedimento.⁷ Para la mitigación de los impactos ambientales se implementa la restauración ecológica de los

⁷ "Barequeo es la actividad que se contrae al lavado de arenas por medios manuales sin ninguna ayuda de maquinaria o medios mecánicos y con el objeto de separar y recoger metales preciosos contenidos en dichas arenas" (Congreso de Colombia, 2001, Art.155).

ecosistemas a través de una cuidadosa organización de los materiales excavados durante el proceso de extracción artesanal, denominada “mejoramiento de la morfología del paisaje”. Por último, se realiza la restauración de la fertilidad del suelo al restaurar las capas originales mediante plantaciones de cultivos locales, como la yuca, el plátano y frutas diversas (Vera, *et al.*, 2012).

El programa Oro Verde se sustenta en dos procesos interrelacionados. El primero es la construcción de organizaciones sociales con la comunidad local basadas en el diálogo y el consenso. El segundo consiste en la generación de una red internacional para la certificación y comercialización de la producción del oro verde. En este sentido, las comunidades afrocolombianas que habitan el Pacífico se organizan en instituciones civiles para la gestión de los territorios colectivos, llamados concejos comunitarios. Este capital social es aprovechado por el programa Oro Verde al desarrollar acciones con los concejos comunitarios: el Consejo Comunitario Mayor del Alto San Juan (Asocasán) y el Consejo Comunitario de Condoto y Río Iró (Cocomacoiro). Además, participan la Fundación Las Mojarras (Fundamojarras) y la Fundación Amigos del Chocó (Amichocó) (Sánchez, 2010). El fomento y fortalecimiento de los valores tradicionales parte del trabajo familiar, rescatando la cooperación del grupo familiar y su forma de organización en unidades familiares de producción tradicional.

Oro Verde cuenta con aportes significativos para el desarrollo económico y social, y para la construcción de alianzas internacionales. Los logros económicos se centran, en primer lugar, en el acceso a un sobreprecio, que para el caso del oro es de 15% en el mercado internacional derivado del precio justo que se paga por el oro verde. Este sobreprecio se ha convertido en un estímulo positivo para que los mineros usen métodos ambiental y socialmente responsables. Además, el pago adicional al valor del oro del mercado ha sido usado tradicionalmente como capital de trabajo a través de un fondo rotativo. En la actualidad, estos recursos se reinvierten en proyectos sociales a través de procesos democráticos y transparentes, que animan a los mineros a convertirse en protagonistas en el desarrollo de sus propias comunidades (Sánchez, 2010). La promoción de actividades económicas complementarias a la actividad minera, como la reforestación, la producción de alimentos y la educación de los niños en el manejo responsable y sostenible de la tierra, son otros logros económicos y sociales del programa Oro Verde.

Para la construcción de alianzas internacionales, Oro Verde inspiró la creación de la Alianza por la Minería Responsable (ARM, por sus siglas en inglés) en

2004.⁸ Las familias mineras y líderes locales de Oro Verde participan en la creación de los criterios de certificación de comercio justo para metales, desarrollado por la World Fair Trade Organization (WFTO) y la ARM. Dichas certificaciones permiten garantizar la minería responsable que adelantan. La experiencia del programa Oro Verde aporta al establecimiento de normas relacionadas con el comercio de oro artesanal y metales preciosos, por medio de un acuerdo con la ARM y WFTO (Vera, *et al.*, 2012).

V. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN

En esta sección se presenta una breve descripción de los distintos componentes de un sistema de certificación. Estos varían en diseño y operación, pero cuentan con componentes claves como: 1) establecimiento de normas; 2) evaluación de la certificación del cumplimiento de las normas; 3) sello de certificación o etiqueta; 4) acreditación del certificador por el organismo de certificación; y 5) control del cumplimiento. La certificación se basa en estándares con requisitos que deben ser cumplidos por la empresa o el producto para ser certificado. Las normas pueden ser generadas internamente, por ejemplo, como un código de conducta voluntario para una empresa, o por partes externas, tales como una asociación comercial, el fabricante, la organización no gubernamental (ONG), un gobierno nacional o un organismo internacional. Las normas se pueden fundamentar en los sistemas de gestión o de desempeño sin especificar el nivel mínimo de rendimiento o de referencia alcanzado; es decir, no se requiere que cuenten con una meta de referencia en la medida en que la adopción es voluntaria y dependerá del nivel al que la misma organización quiera llevarlas.

La evaluación de certificación es el proceso utilizado para determinar si la empresa o el producto cumplen con las normas. Al igual que el establecimiento de normas, la evaluación de la certificación puede ser llevada a cabo internamente o por evaluación externa. Esta última tiene dos componentes: 1) la certificación del desempeño de la empresa a partir de un estándar; y 2) la certificación del producto mediante el seguimiento, desde la fuente certificada, a través de la cadena

⁸ Para ampliar información sobre la Alliance for Responsible Mining, remitase a: <http://www.communitymining.org/>

de custodia, con el fin de garantizar que se trata de una fuente certificada. Esta certificación de cadena de custodia por lo general requiere que los productos de fuentes certificadas se identifiquen y se separen de los productos no certificados, y que los procedimientos sean en el lugar para controlar la identificación y segregación de estos productos. No todos los sistemas de certificación ofrecen certificación de cadena de custodia.

Existen diversos tipos de certificaciones, entre ellas *Responsible Care*, ISO 14001, Certificación de Promoción de la Paz y Resolución de Conflictos: Los diamantes de conflicto y el Proceso de Kimberley, Sistemas de Certificación específicas por país y la Certificación para Promover el Trabajo Justo y Comercio Justo.

La Certificación para Promover el Trabajo Justo y Comercio Justo se centra en la creciente preocupación de los consumidores por los impactos sociales y ambientales del desarrollo económico. Se orienta, entonces, a reconocer prácticas laborales y relaciones de comercio justas a nivel global. Gracias a la presión de organizaciones y gobiernos, algunas compañías publican los códigos de conducta de las condiciones de trabajo de sus trabajadores. La principal restricción de la adopción de los códigos de conducta radica en la no obligatoriedad de cumplimiento, ya que son estrategias de adopción voluntaria. Vale aclarar que estas no cuentan con un sistema de verificación externa.

De otro lado, la ARM es el organismo encargado de la formulación de las normas para organizaciones de Minería Artesanal y en Pequeña Escala (MAPE). Su objetivo es desarrollar la capacidad de los productores para ofrecer metales y minerales con certificación (*fairmined*). De esta forma, la ARM propone mejorar la calidad de vida de los mineros artesanos marginados y la de sus comunidades. La ARM ha basado su trabajo en dos normas: el Estándar Cero y los estándares *Fairtrade* y *Fairmined*. El Estándar Cero para Oro Artesanal de Comercio Justo, Plata y Platino Asociados incluye una serie de proyectos que han adoptado los principios de *Fairtrade Labelling Organizations International* (FLO) para los pequeños productores.

La norma *Fairtrade* y *Fairmined* fue formulada conjuntamente por la ARM y por FLO para oro y productos de minería artesanal y de pequeña escala. El estándar incluye cuatro tipos de requisitos: 1) desarrollo social; 2) desarrollo económico; 3) desarrollo laboral; y 4) desarrollo ambiental. El estándar de desarrollo social promueve la formalización y legalización de las organizaciones de mineros, lo que permite su participación en un entorno social, además del libre ejercicio de sus derechos. La organización que desee certificarse debe tener una estructura

democrática y una administración transparente que permitan un control efectivo de los ingresos por parte de su directiva y de la totalidad de los trabajadores. La afiliación y participación en la organización minera, así como la distribución de los beneficios, debe hacerse de manera igualitaria, manteniendo la equidad entre hombres y mujeres y sin ningún tipo de discriminación. No es posible excluir a una persona por su raza o su religión, por ejemplo.

Por su parte, el estándar de desarrollo económico evalúa que la organización tenga acceso a medios logísticos, administrativos y técnicos para colocar un producto de calidad en el mercado. Es necesario desarrollar un plan para el fortalecimiento gradual de la gestión administrativa y financiera de la organización, como también para el aumento en eficiencia de la producción, mediante una mejor tecnología de procesamiento. La organización debe también tener el compromiso y la capacidad para administrar la prima de Comercio Justo de una manera transparente y democrática, teniendo siempre en cuenta las necesidades de las mujeres y de los grupos desfavorecidos.

Para diseñar un desarrollo laboral como uno de los requisitos se parte del concepto de trabajo digno de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que define el estándar de desarrollo social en cuanto “Involucra oportunidades de trabajo que sea productivo y provea un ingreso justo, seguridad en el lugar de trabajo y protección social para las familias, mejores perspectivas para desarrollo personal e integración social, libertad para que las personas expresen sus preocupaciones, organicen y participen en las decisiones que afecten sus vidas e igualdad de oportunidad y trato para todas las mujeres y los hombres”.

El concepto de trabajo digno puede resumirse en cuatro objetivos básicos: 1) derecho al trabajo; 2) empleo digno; 3) protección social; y 4) diálogo social. Con este concepto se busca, igualmente, alcanzar objetivos en torno a la erradicación del trabajo infantil, garantizar la seguridad y salud ocupacional y la libre asociación.

Por último, los requisitos del estándar de desarrollo ambiental están orientados a minimizar los riesgos más significativos y los impactos negativos, típicos de la minería de pequeña escala. Con estos requisitos se otorga prioridad a aquellos asuntos ambientales cuyos retos deben ser entendidos y resueltos por los mineros artesanales en el corto o mediano plazo. Con la exigencia de estos requisitos se busca lograr la responsabilidad ambiental de los mineros y el progresivo mejoramiento ambiental en cuanto a la reducción en el uso de químicos —como los metales pesados— la protección y restauración ecológica de las áreas intervenidas y el cumplimiento de la legislación ambiental.

En cuanto a los requisitos de cumplimiento, la Asociación para la Minería Responsable genera políticas de cumplimiento con requisitos inmediatos y de largo plazo. Los requisitos inmediatos se desarrollan a partir de un sistema de políticas, de conformidad al *Fairtrade* y de acuerdo con requisitos “mínimos” en los que se establecen criterios ambientales, laborales y sociales que se deben cumplir para la certificación. No se ha determinado un plazo específico para el cumplimiento de los requisitos a largo plazo. Sin embargo, cabe señalar que estos están relacionados con la evolución de los requisitos sociales, especialmente.

VI. CONCLUSIONES

La supervisión de los gobiernos es fundamental cuando se trata de regular la actividad minera por medio del cobro de impuestos y la definición de leyes que reduzcan los efectos que esta genera sobre los ecosistemas. Las organizaciones ambientalistas ayudan a diferenciar entre las empresas con buenas prácticas de producción y aquellas que no las tienen. Estas constituyen algunas de las medidas definidas entre los incentivos y regulaciones para lograr una minería responsable a partir de la experiencia en algunas regiones del mundo. Esto hace que se deba volver la mirada sobre las prácticas exitosas de minería responsable en Colombia para replicar la experiencia al resto del país.

Las principales limitaciones para el desarrollo de una minería responsable radican en la valoración por parte del mercado de las prácticas responsables frente a las prácticas de alto impacto ambiental, además de las dificultades en la gestión de la organización, el acceso a tecnología y a mercados que reconozcan un sobre-valor para el carbón producido con menores externalidades negativas.

La minería a gran escala que no está certificada con buenas prácticas de Trabajo Justo y Comercio Justo obtiene ganancias más altas, pues no incurre en gastos propios de la adopción de este tipo de medidas. Este estímulo negativo a la ejecución de prácticas responsables hace que las empresas opten por no llevarlas a cabo, cumpliendo solo las exigencias legales, que en Colombia son muy laxas.

En cuanto a las limitaciones organizacionales se debe partir de las demandas de los diferentes *stakeholders* para definir acciones al interior de la organización. Las limitaciones tecnológicas se enmarcan en la incipiente investigación y desarrollos tecnológicos con los que cuenta el país, al no tener una política clara de investigación y desarrollo con recursos económicos para crear capacidades en la

minería que se desarrolla en él. Estas actividades son fundamentales no solo para el desarrollo de técnicas que reduzcan las externalidades negativas de la actividad minera, sino también para aumentar la productividad y la rentabilidad. Por otro lado, la regulación minera no presiona para la adopción de tecnologías o prácticas desarrolladas en otros países.

En resumen, las indefiniciones normativas presentan un obstáculo para el desarrollo del sector desde el punto de vista de las prácticas responsables. Mientras a nivel regulatorio no se presente un fomento en este sentido, la implementación de procesos organizativos, económicos, sociales y tecnológicos en torno a una minería responsable estarán aún más atrasados.

De otro lado, se debe evidenciar en las cadenas de valor, el uso del carbón, al ser un recurso energético base para la producción de diferentes productos en diversos sectores económicos. En este sentido, es importante que las prácticas responsables de cualquier sector económico o industria empiecen a extender, evidenciar y fomentar la responsabilidad en toda la cadena, desde la producción de materias primas hasta la disposición final de sus productos.

Los incentivos para la producción de carbón de manera responsable deben derivar de diferentes mecanismos otorgados por el mercado, el gobierno y el desarrollo técnico. En cuanto al mercado, las empresas deben motivar a los *stakeholders* para el consumo de carbón responsable. Además, es necesario que los gobiernos intervengan en el desarrollo de prácticas responsables por parte de los mineros para lo que el presente trabajo evidencia que las estrategias a ser desarrolladas por los gobiernos se pueden evaluar usando la teoría de juegos. Un primer análisis del equilibrio de Nash demuestra que con la definición de medidas de comando y control expresada inicialmente en impuestos y subsidios se favorece la adopción de prácticas responsables en la minería del carbón.

Finalmente, los incentivos técnicos serán resultado del desarrollo en investigación y desarrollo de las técnicas mineras que adelanten las empresas; también serán resultado del estímulo del gobierno como resultado de un proceso de cooperación. En la actualidad, son débiles las restricciones legales. Hay poca regulación para el desarrollo de la minería, a lo que se suma un frágil sistema de vigilancia y control fiscal sobre las empresas que desarrollan la actividad en el territorio colombiano. Ello deriva en pérdida de recursos por parte del gobierno, que bien podrían haber sido reinvertidos en la mitigación de las externalidades negativas que deja la actividad minera.

REFERENCIAS

- Bétournay, Marc C. (2011), “Underground Mining and Its Surface Effects”, *Event Mines Fourth Biennial Abandoned Underground Mine Workshop*, Washington, DC: Interstate Technical Group on Abandoned Underground Mines Report MMSL 02-021(TR), [Available at: <http://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/hazards/mine/workshops/iawkshp/betourna2.cfm>].
- Cárdenas, Mauricio, y Mauricio Reina (2008), *La Minería en Colombia: Impacto socioeconómico y fiscal*, Bogotá: Fundación para la educación Superior y el Desarrollo (FEDESARROLLO), [Disponible en: <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-minería-en-Colombia-Informe-de-Fedesarrollo-2008.pdf>]
- Congreso de Colombia (1993), Ley 99 de diciembre 22, “por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”, [Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>].
- Congreso de Colombia (2001), Ley 685 de agosto 15, “Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones”, [Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9202>].
- Congreso de Colombia (2010), Ley 1382 de febrero 9, “Por el cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas”, [Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38863>].
- Federal Ministry of Justice and for Consumer Protection (1980), Article 11 of the Act of October 24th, Federal Mining Act, [Available at: <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbergg/gesamt.pdf>].
- Franks, Daniel M., David Brereton, and Chris J. Moran (2010), “Managing the Cumulative Impacts of Coal Mining on Regional Communities and Environments in Australia”, *Impact Assessment and Project Appraisal*, Vol. 28, No. 4.
- Freeman, R. Edward, Andrew C. Wicks, and Bidhan Parmar (2004), “Stakeholder Theory and ‘The Corporate Objective Revisited’”, *Organization Science*, Vol. 15, No. 3.
- Galvis, J., y Jairo Mojica (1993), “Geología”, en Pablo Leyva (editor), *Colombia Pacífico*, Tomo I, Bogotá: Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”.

- Goodland, Robert (2012a), “Minería responsable: ¿Qué se entiende por minería responsable?”, *Documento de Política Pública*, Foro Nacional Ambiental y Friedrich Ebert Stiftung en Colombia (FESCOL).
- Goodland, Robert (2012b), “Responsible Mining: The Key to Profitable Resource Development”, *Sustainability*, Vol. 4, No. 9.
- Martínez, Astrid, Natalia Salazar, y Cesar González (2014), “Definición y análisis de alternativas para desarrollar un plan de choque en el sector productor de carbón al interior del país”, *Informe Final presentado a la UPME*, Bogotá: Fundación para la educación Superior y el Desarrollo (FEDESARROLLO).
- Mejía, Luis J. (2014), *El carbón. Origen, atributos, extracción y usos actuales en Colombia*, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mingyin, Lu, Zhang Zhen-fang, Meng Xing, and Li Dai (2009), “Study on Incentive Mechanisms of Coal Green Mining”, *Procedia Earth and Planetary Science*, Vol. 1, No. 1.
- Naciones Unidas (1998), *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, [Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>].
- Parikh, S., S. Attorneys, J. Austin, S. Bass, y D. Farah (2004), *Programa para aprovechar el poder del consumidor a partir del uso de los sistemas de certificación*.
- Presidente de Colombia (1974), Decreto 2811 de diciembre 18, “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”, [Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>].
- Qian Ming-gao (2003), “Technological Systems and Green Mining Concept”, *Coal Science and Technology Magazine*, No. 4.
- Saade, Miryam (2014), “Buenas prácticas que favorezcan una minería sustentable. La problemática en torno a los pasivos ambientales mineros en Australia, el Canadá, Chile, Colombia, los Estados Unidos, México y el Perú”, *Serie Macroeconomía del Desarrollo*, No. 157, Naciones Unidas, [Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37106/S201420301_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y].
- Sánchez, Elisa (2010), “Oro Verde: Una minería limpia y sustentable con el entorno ambiental y social”, octubre 13, *Veoverde*, [Disponible en: <http://www.veoverde.com/2010/10/oro-verde-una-mineria-limpia-y-sustentable-con-el-entorno-ambiental-y-social/>].
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, and Office of the Solicitor (editors) (2001), *The Federal Land Policy and Management Act of*

- 1976 As Amended, Washington: U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management Office of Public Affairs.
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) (2007), *Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2010. Gestión pública para propiciar la actividad minera*, [Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Plan_Nal_Des_Minero_2007_2010.pdf].
- US Congress (1969), National Environmental Policy Act of 1969, as amended, “An Act to establish a national policy for the environment, to provide for the establishment of a Council on Environmental Quality, and for other purposes”, [Available at: http://energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/Req-NEPA.pdf].
- US Congress (1977), Federal Mine Safety and Health Act of 1977, [Available at: <http://arlweb.msha.gov/REGS/act/mineact77.pdf>].
- US Congress (2006), Ley de mejoras mineras y nueva respuesta de emergencia del 2006, [Available at: <http://arlweb.msha.gov/REGS/ACT/LEYdelMINERO.pdf>].
- van Berkel, Rene (2007), “Eco-efficiency in the Australian Minerals Processing Sector”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, No. 8–9.
- Vera, Luz-Dinora, Emmanuel Raufflet, and Marlei Pozzebon (2012), “Community-Building and Green Gold Certification”, *Greener Management International*, No. 57.
- Viana, Jaime (editor) (2013), *Minería en Colombia, Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos*, Bogotá: Contraloría General de la República, [Disponible en: <http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/182119332/MineriaEnColombia-Vol2.pdf/6cc33e0c-29e9-4a65-8561-1215fa8d07a0>].
- Viana, Jaime, Óscar Alarcón, y Román Medina (editores) (2013), *Minería en Colombia. Fundamentos para superar el modelo extractivista*, Bogotá: Contraloría General de la República.
- von Neumann, John, and Oskar Morgenstern (2007), *Theory of Games and Economic Behavior (Commemorative Edition)*, Princeton: Princeton University Press.
- Zarsky, Lyuba, and Leonardo Stanley (2013), “Can Extractive Industries Promote Sustainable Development? A Net Benefits Framework and a Case Study of the Marlin Mine in Guatemala”, *Journal of Environment and Development*, Vol. 22, No. 2.