

Sustentabilidad empresarial de proyectos mineros: el análisis multicriterio como perspectiva acertada para su evaluación

Agustín Zulueta-Torres
Javier Asencio-García
Diliana Leyva-Cisneros
Juan M. Montero-Peña

Resumen

En los últimos años la mega tendencia de la sustentabilidad se ha convertido en premisa para las empresas, incluyendo las mineras; los decisores se han planteado el reto de evaluar la sustentabilidad de la minería. Sin embargo, las características agresivas del sector y el carácter sistémico de la sustentabilidad empresarial han demostrado la carencia de los métodos de evaluación tradicionales y provocado la necesidad de cambiar el paradigma decisonal, de un enfoque de optimización a un enfoque multicriterio. El propósito es mostrar algunos elementos que permiten identificar al análisis multicriterio como la perspectiva acertada para la evaluación de la sustentabilidad de proyectos mineros. Para ello se estableció el contexto en que se maneja, al nivel internacional, la sustentabilidad empresarial de proyectos mineros y de su evaluación. Se muestran aspectos correspondientes al análisis multicriterio y algunos enfoques manejados por diferentes autores respecto al tema.

Palabras clave: Análisis multicriterio; sustentabilidad empresarial; minería responsable; evaluación de la sustentabilidad empresarial.

Corporate sustainability of mining projects: the multicriteria decision analysis as right approach to their assessment

Abstract

In recent years, the emerging mega trend of sustainability has become a prerequisite for all companies, including mining companies. In this context, decision makers have embraced the challenge of assessing the sustainability of the mining activity. However, the aggressive characteristics of the sector, in addition to the systemic nature of corporate sustainability, have revealed the lacks of the traditional assessment methods and have presented the need for a paradigm shift decisional, from optimization approach to a multi-criteria approach. In this regard, the main objective of this investigation is to present the bases supporting the multi-criteria decision analysis as an effective approach to evaluate the sustainability of mining projects. It firstly describes the context in which sustainability of mining projects is handled worldwide as well as its evaluation. It also shows the aspects of the multi-criteria decision analysis and some approaches to sustainability assessment provided by different authors.

Key words: multi-criteria analysis; corporate sustainability; mining responsible; corporate sustainability evaluation

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la preocupación por la sustentabilidad de las empresas se ha convertido en una cuestión significativa en muchos países e industrias, aunque en ninguna más que en la industria minera.

La sustentabilidad exige que las dimensiones económica, ambiental y social se integren e interactúen en un equilibrio. Estas deben ser gestionadas de forma holística, para lo cual el tomador de decisiones requiere anticiparse y capitalizar los factores de cambio (tecnología, globalización, demografía, patrones de consumo, regulaciones gubernamentales, los recursos naturales y el medio ambiente). De acuerdo con Kearney (2013), el éxito de cualquier proyecto se define a partir de la habilidad que tenga el decisor para transformar dichos cambios en ventajas.

En el caso de los proyectos mineros esta habilidad debe ser aún mayor, pues las externalidades de la minería pueden provocar diversos conflictos (ambientales, sociales, económicos, etc.). En este ámbito, se requiere de un análisis acotado y previo, orientado a evaluar alternativas de desarrollo para el proyecto y para cada una de sus partes o, por lo menos, para aquellas de mayor relevancia ambiental (Silo & Aqueveque 2013).

En esta dirección, se debe destacar que los distintos criterios que se tienen en cuenta para la evaluación de la sustentabilidad de proyectos mineros entran en conflictos unos con otros. Por ejemplo, la compra de una determinada tecnología puede que quizás contribuya a que la actividad extractiva genere menos impactos negativos sobre el medio ambiente. Sin embargo, puede que, con su implementación, no se requiera de la utilización de una cantidad determinada de trabajadores, los cuales deben ser despedidos y, con ello, se percibe un impacto negativo sobre la sociedad.

Es así como se pueden encontrar un conjunto de criterios en conflicto en la gestión de la sustentabilidad de la actividad minera. En este sentido, el análisis multicriterio se presenta como una perspectiva consistente que permite a los tomadores de decisiones realizar dicha evaluación, de forma acertada, en el entorno de los proyectos mineros.

En este contexto, el presente trabajo muestra cómo la evaluación de la sustentabilidad empresarial de proyectos mineros se presenta, intrínsecamente, como un problema básico del análisis de decisiones multicriterio. De esta forma, se muestran a continuación los preceptos teóricos de la sustentabilidad empresarial de proyectos mineros. Luego se realiza una breve revisión de los principales aspectos que se tienen en cuenta para su evaluación a nivel internacional y, para concluir, se exponen algunos elementos que permiten sustentar al análisis de decisiones multicriterio como la perspectiva acertada para la evaluación de la sustentabilidad de la actividad minera.

2. SUSTENTABILIDAD EMPRESARIAL DE PROYECTOS MINEROS

Al nivel internacional ha sido difícil para la empresa comprender la manera en que puede aplicar el concepto de sustentabilidad dentro de su modelo de negocio. La empresa sigue creando, en su gran mayoría, estrategias aisladas o en una sola dimensión (ambiental, social o económica).

Para que el concepto de sustentabilidad se convierta en aplicable a la empresa es necesario que sea adaptado, a fin de ser comprendido, practicado y ejecutado.

En este orden de ideas, Carrillo (2011), en cita a Pablo Frederick, gerente de sustentabilidad y cambio climático de Deloitte, plantea que para una empresa "ser sustentable debe significar valor y competitividad, lo que se logra a través de una gestión de sus operaciones y de sus relaciones. De lo contrario, corre riesgos cada día más tangibles, de reducir o perder posiciones en algunos mercados y ser excluida de otros."

Por otra parte, Castañeda (2011) señala que la sustentabilidad empresarial consiste en "adoptar estrategias de negocio para satisfacer las necesidades de la empresa y sus interesados, mientras se protege y mantiene a los recursos naturales que serán necesarios en el futuro y se favorece el desarrollo de la sociedad".

2.1 Modelo de la sustentabilidad empresarial

Como se puede apreciar, las visiones de la sustentabilidad empresarial defienden el hecho de que la empresa, como ente económico, requiere mantener su óptica de generación de riqueza; sin embargo, la entidad no puede aislarse del entorno que la rodea. La organización debe incrementar su valor económico, pero a la vez, contribuir al valor social y ambiental de la localidad, la región y el territorio en el que se desarrolla (Figura 1).



Figura 1. Sustentabilidad empresarial. Fuente (Castañeda 2011).

Sin dudas, trabajar en estos tres factores de la sustentabilidad hará que la empresa pueda crear valor a partir de los aspectos económicos, ambientales y sociales con los que está relacionado (Figura 2). Para orientar adecuadamente su estrategia, la empresa necesita entonces integrar a su modelo de negocio todas las variables de las tres dimensiones mencionadas, por lo que se le exige lograr que las mismas se unan e interactúen en un equilibrio.



Figura 2. Modelo de Desarrollo Sustentable. Fuente (Castañeda 2011).

De esta forma, los modelos de negocio pueden ser visualizados, desde la óptica de la sustentabilidad, en tres dimensiones que finalmente puedan convertirse en una sola: sustentabilidad económica, ambiental y social (sustentabilidad empresarial). En este sentido, la empresa sustentable debe ser:

... altamente competitiva y económicamente exitosa (sustentabilidad económica), al mismo tiempo que hace todo lo posible por impactar el mínimo en el medioambiente más allá de cualquier legislación ambiental (sustentabilidad ambiental) y contribuir a la igualdad de oportunidades y disminución de la pobreza, ya sea a través de sus mismos productos o servicios, o de acciones específicas (sustentabilidad social) (Carrillo 2011).

2.2 La evaluación de la sustentabilidad empresarial como necesidad imperante

Las empresas se encuentran en una etapa histórica que requiere trabajar en las tres dimensiones, ya que estas juegan un papel crítico para su crecimiento y supervivencia. No obstante, transformar un modelo de negocio, para dirigir a una empresa hacia la sustentabilidad, es un proceso de cambio que convoca políticas, planes, acciones, recursos, liderazgo,

involucramiento y participación de todos los integrantes de la misma. A su vez, es obligado un avance medible a través de niveles de implantación donde se siga una ruta clara que vaya desde la convicción de los más altos liderazgos hasta una sustentabilidad de excelencia. Aquella empresa que se haga sustentable tendrá un futuro. La que no, estará en un serio riesgo.

2.3 Sustentabilidad empresarial de la actividad minera

La sustentabilidad en el contexto de la actividad minera ha sido analizada por varios autores. Algunos trabajos relacionados son: Hayes 1997; Guerrero 2005; Montero 2006c; Montero 2006b; Almaguer 2007; Fernandes 2009; Sirolli 2009; Montero & Salazar 2011; Oyarzún & Oyarzun 2011; Silo & Aqueveque 2013. Otros puntos de vista que defienden la posibilidad de que la extracción de minerales puede ser sostenible son mostrados por Jenkins & Yakovleva (2006):

- El agotamiento de los recursos minerales debe ser compensada por la "generación de nuevas riquezas, que, en forma de capital útil y perdurable, pueda beneficiar las generaciones presentes y futuras" (Sánchez 1998, citado por Jenkins & Yakovleva 2006).
- El agotamiento de los minerales no es un problema para el futuro próximo debido a la posibilidad de reciclar muchos metales y minerales no combustibles (Crowson 1998, citado por Jenkins & Yakovleva 2006).
- El descubrimiento de nuevos yacimientos minerales y el avance de la tecnología para mejorar la recuperación de los minerales de los depósitos previamente no rentables.

De acuerdo con Jenkins & Yakovleva (2006), en la industria minera se podrían lograr avances en las tres dimensiones del desarrollo sostenible a través de:

- el desarrollo económico e inversión de los ingresos generados para asegurar el desarrollo futuro y la subsistencia a largo plazo de las comunidades (Epps 1996);
- la protección del medio ambiente e impacto ambiental de la explotación de los recursos naturales debe ser minimizado y la tierra rehabilitada, para permitir el uso posterior de la misma (Sánchez 1998);
- y la cohesión social y minimización de los trastornos sociales y culturales de las comunidades, el mantenimiento del diálogo entre los interesados y la transparencia de la operación minera (Sánchez 1998).

Para concluir, Jenkins & Yakovleva (2006) rescatan lo expresado por Hilson & Murck (2000), quienes plantean que el desarrollo sostenible en el contexto empresarial de la minería requiere un compromiso de una mejora ambiental y socioeconómica continua, desde la exploración mineral, a través de la operación, hasta el cierre.

3. LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EMPRESARIAL DE PROYECTOS MINEROS

Conforme con lo planteado por Silo & Aqueveque (2013), se puede afirmar que la incorporación del concepto «desarrollo sustentable» a la práctica industrial no ha sido fácil. Por esta razón, dichos autores plantean que se debe considerar que:

1. No habrá ganancias de modo alguno si la sociedad no está convencida de que una operación minera es sustentable y si la operación minera es postergada o completamente detenida;
2. Existen numerosos avances tecnológicos que son mejores desde el punto de vista ambiental y más económicos, por lo tanto, más rentables (técnicas de extracción que no producen emisiones de azufre o ácido, eficientes técnicas mineras de excavación);
3. La planificación creativa durante el cierre de minas puede dejar sitios que generen ganancias por usos recreativos, ambientales o industriales; lo cual deja de manifiesto la importancia de implementar en las empresas métodos integrados de evaluación y valoración de sostenibilidad económica, ambiental y social de sus políticas, programas y proyectos.

En este sentido, y conforme con lo expuesto por Durand (2012), las empresas mineras necesitan ir más allá del cumplimiento regulatorio, por incluir la ingeniería social como parte fundamental en sus evaluaciones técnico-económicas. Los indicadores de gestión deben ser evaluados en un contexto holístico para garantizar la sostenibilidad del proyecto, y en consecuencia, conseguir una licencia social para operar (Durand 2012).

Es así como diferentes organizaciones a nivel internacional han realizado sus investigaciones en este campo y se han desarrollado algunos sistemas de indicadores que permiten medir el nivel de actuación sustentable de las empresas. No obstante a ello, y debido a las características de la actividad de las empresas mineras, se propone realizar la evaluación de la misma desde una perspectiva de compensación, como propone Montero (2006a).

En este sentido, es válido señalar que la herramienta propuesta por Montero (2006a) no presenta la metodología para realizar su evaluación con un enfoque sistémico, lo cual dificulta el análisis de los elementos e indicadores que integran el índice. Es aquí donde se presenta el análisis de decisiones multicriterial como la perspectiva adecuada para la evaluación de la sustentabilidad empresarial de proyectos mineros.

4. EL ANALISIS DE DECISIONES MULTICRITERIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EMPRESARIAL DE PROYECTOS MINEROS

El modelo sistémico de la sustentabilidad requiere, para la valoración de los posibles cambios administrativos, que se identifique la influencia de los

múltiples criterios y dimensiones evaluados, en los demás criterios y dimensiones presentes en el análisis. Esto dificulta la evaluación de diversas estrategias encaminadas al mejoramiento del desempeño ambiental y social, así como al desarrollo económico y competitivo de las empresas, pues un cambio en un indicador de una dimensión puede provocar cambios en varios indicadores de las demás dimensiones y, con ello, tener un impacto positivo o negativo a nivel de sistema o de suprasistema.

De esta forma, e independientemente de que los métodos presentados en Epstein (2008) pueden proporcionar una estimación bastante acertada de cómo las empresas se están desempeñando en relación a la sustentabilidad, los autores de la presente investigación proponen el análisis de decisiones multicriterio, como perspectiva necesaria para la evaluación de la sustentabilidad empresarial de proyectos mineros.

4.1 El análisis de decisiones multicriterio

Conforme con lo planteado por Garza (2002), el análisis de la decisión se puede definir desde diferentes aristas, aunque técnicamente se puede ver como "una filosofía articulada por un conjunto de axiomas lógicos y una metodología de procedimientos, para analizar la complejidad inherente a los problemas".

En cuanto al análisis de decisiones multicriterio, se ha demostrado que tiene que ver con la estructuración y resolución de decisiones y la planificación de los problemas que involucran a múltiples criterios (Khademolqorani & Hamadani 2013). Algunos trabajos que presentan la utilización de este enfoque y su características son: (Zimmermann 1986; Proctor 1999; Marrero *et al.* 2001; Escribano & García 2002; Cruz *et al.* 2003; Martín 2003; Garza *et al.* 2005; Berumen & Llamazares 2007; Garza *et al.* 2007; Vitoriano 2007; Cabrerizo 2008; Vitoriano *et al.* 2009).

En este contexto, y de acuerdo con lo planteado por Garza (2002), la aplicación de técnicas de análisis de la decisión, específicamente las técnicas multicriterio, podrían enriquecer la solución del problema y permitir a la gestión una toma de decisiones que garantice elevar la eficiencia de la empresa. Esto propicia, además, la aplicación de métodos más flexibles debido a las ventajas que estas técnicas presentan con respecto a las monocriteriales (Tabla 1), lo que redundará en la obtención de mejores soluciones de compromiso entre objetivos en conflicto.

Tabla 1. Comparación entre decisiones monocriterio y decisiones multicriterio. Fuente Garza (2002)

Aspecto	Monocriterio	Multicriterio
Criterios	Únicos	Al menos 2
Solución	Óptima	Compromiso

Preferencias del decisor	Se tiene en cuenta en la función objetivo	Se considera en la solución del problema
Paradigma	Tradicional	Multicriterio
Problemas	Tecnológicos	Económicos y tecnológicos
Deseos del decisor	Un criterio	Criterios en conflicto
Debilidad	Se desvía considerablemente de los problemas reales de toma de decisiones	
Fortaleza		Mayor precisión en los problemas reales de toma de decisión

Por tanto, un problema puede considerarse como un problema multicriterio si solamente existen, tan siquiera, dos criterios en conflicto y existen al menos dos alternativas de solución. Estos problemas se pueden dividir en dos categorías: los problemas de alternativas que tienen múltiples criterios (MADM, por sus siglas en inglés) y los problemas de optimización de múltiples criterios (MODM, por sus siglas en inglés) (Tabla 2). Objetivamente, no hay una única solución óptima para este tipo de problemas y es necesario el uso de las preferencias del decisor para diferenciar entre las soluciones (Khademolqorani & Hamadani 2013).

Tabla 2. Aspectos de los problemas de alternativas con múltiples criterios y de optimización. Fuente Garza (2002)

Aspectos	MADM	MODM
Criterio definido por:	Atributos	Objetivos
Objetivos	Implícitas	Explícitos
Atributos	Explícitas	Implícitos
Restricciones	Inactivas	Activas
Alternativas	No. finito	Infinitas

	(discreto)	(continuo)
Uso	Selección	Diseño

Para concluir, es necesario puntualizar que la toma de decisiones se considera como el acto creador de la elección a partir de un conjunto de decisiones posibles, en el cual, los factores cuantitativos se combinan con las capacidades heurísticas de los hombres que toman las decisiones. Para que exista un problema de toma de decisión empresarial, y que se permita entender las diferentes fases del proceso de decisión que se propone para el problema de la sustentabilidad de proyectos mineros, tienen que estar presentes los siguientes elementos que la caracterizan:

1. un decisor o unidad decisora formada por un conjunto de individuos interesados en el problema;
2. existencia de al menos dos alternativas o posibles decisiones $x \in X$, y sea de interés:
 - seleccionar una (o varias) (la mejor o las mejores),
 - aceptar las que parecen buenas y rechazar las que parezcan malas,
 - el rango de todas de acuerdo a un orden (ordenamiento);
3. un sistema de relaciones que permite asignar a cada alternativa un resultado. Estos resultados $z \in Z$ se definen por ciertas medidas (atributos);
4. un conjunto de requerimientos de información de entrada que se obtendrán del decisor, y esto implica una metodología apropiada;
5. validación del procedimiento que se refiere al establecimiento de pruebas o comprobaciones experimentales que permitan concluir que el procedimiento que se propone responde a los propósitos establecidos.

4.2 La evaluación multicriterial de la sustentabilidad empresarial de proyectos mineros

La evaluación de la sustentabilidad empresarial de proyectos mineros se presenta entonces como una herramienta de incuestionable valor para el tomador de decisiones. Es evidente que, a partir de la aplicación de algún instrumento para la medición de los disímiles aspectos de las diferentes dimensiones, se pueden identificar las mejoras tecnológicas, así como los elementos críticos, dentro de la actividad, que necesitan tenerse en cuenta por los decisores para la gestión de la empresa minera.

Dada la problemática anterior, se presentó por el Ing. Julio Poterico (Durand 2012), una nueva forma de hacer los estudios de impacto ambiental con aplicación de ingeniería social, denominada Evaluación Multicriterial Optimizada (IMCA Model, por *Improved Multicriteria Assessment*). La misma se propone para ayudar a alcanzar una gestión sostenible en la actividad minera y su empleo puede beneficiar al territorio minero en tres niveles:

- 1) A nivel empresarial. Servirá para que la empresa mejore sus proyectos porque se tendría la oportunidad de identificar qué componentes y variables se tienen que corregir, así como qué componentes y variables se tienen que fortalecer. Esto es para trabajar con una visión de responsabilidad social corporativa.
- 2) A nivel de Gobierno. Servirá para redireccionar o reforzar políticas públicas y hacerlos mucho más reales y eficientes.
- 3) A nivel comunitario. Servirá como un documento orientador, de transparencia, y trabajo participativo, por el cual se conocerá cómo el proyecto viene trabajando realmente en el área evaluada.

Durand (2012) define este modelo como una metodología innovativa, escalable para trabajar a niveles de aplicación macro y micro. De igual forma añade que es una herramienta de gestión confiable, participativa y vinculante, la cual ya ha sido aplicada para una experiencia minera en el Perú con resultados reveladores.

Lo que resulta evidente del modelo IMCA es que ayudará a tomar decisiones adecuadas y sostenibles, lo cual contribuiría a evitar los violentos conflictos sociales que cada vez son más comunes en el ámbito de la actividad minera. En esta dirección, se presenta como una opción para la evaluación de la sustentabilidad empresarial de un proyecto minero; este puede tomar como base el índice de sostenibilidad global (ISG) que se propone en Montero (2006a), puesto que incluye los elementos percibidos por el Ing. Julio Poterico en el diseño del modelo mismo.

Como el ISG solo realiza la evaluación cualitativa del problema de la sustentabilidad empresarial de los proyectos mineros, se propone combinar este aspecto con lo cuantitativo.

En este sentido, Silo & Aqueveque (2013) destacan que existen seis métodos que combinan la deliberación interpersonal con métodos cuantitativos. Estos son:

- **Valoración económica deliberativa.** Usa la deliberación formal respecto de un impacto ambiental para expresar su valor en términos económicos como un insumo para el análisis de costo-beneficio. Este método es el más adecuado para la evaluación de los proyectos cuyos impactos son bien entendidos, no son permanentes y no afectan a los servicios de los ecosistemas complejos, tales como la biodiversidad.
- **Evaluación social multicriterio.** Combina técnicas participativas y análisis multicriterio para facilitar la toma de decisiones respecto de políticas, programas o alternativas de proyectos, teniendo en cuenta los conflictos de interés. Destaca la transparencia y aprendizaje social durante el proceso de evaluación. Este método es el más apropiado para la evaluación de proyectos cuyos impactos no se conocen bien

todavía y, por lo tanto, la modelación multidisciplinaria de los impactos es útil.

- **Análisis multicriterio de 3 etapas.** Utiliza técnicas participativas y análisis multicriterio para facilitar la toma de decisiones sobre políticas, programas o alternativas de proyectos cuyos impactos son razonablemente bien entendidos por expertos, y que contienen un elemento técnico significativo. Aquí, la secuencia y la elección de los participantes se basa en el modelo de «discurso cooperativo», donde los interesados o *stakeholders* seleccionan los criterios de evaluación, los expertos presentan información y medición de los impactos, y los ciudadanos examinan/exploran valores.
- **Mapeo multicriterio.** Es un análisis multicriterio basado en entrevistas; centrado en obtener y documentar juicios técnicos y evaluativos detallados respecto al desempeño de las opciones alternativas. Las partes interesadas (*stakeholders*) y especialistas individuales evalúan el desempeño de opciones relevantes y discrecionales contra sus propios conjuntos de criterios. Este método es el más adecuado para la evaluación de proyectos en donde las partes interesadas tienen alguna exposición y donde las visiones, no solo de los datos, sino también acerca de las opciones y criterios, son controversiales.
- **Mapeo deliberativo.** Combina técnicas participativas y análisis multicriterio para facilitar la toma de decisiones sobre las opciones. Este método es más apropiado para la evaluación de los proyectos donde las visiones son controvertidas. Además de medir el desempeño específico de cada opción, destaca la necesidad de explorar los argumentos que los participantes usan para justificar sus juicios de valor. Los especialistas y pequeños grupos de ciudadanos acompañan el proceso de evaluación.
- **Decisión de *stakeholders*/diálogo de análisis.** Combina el uso de técnicas de deliberación grupal y el análisis multicriterio para ayudar a la toma de decisiones. Se destaca la formulación de problemas, opciones de ámbito, obtener criterios y emitir juicios a través de la deliberación con facilitador. Este método es apto para la evaluación de proyectos donde es importante trabajar primero en un entendimiento común del problema y en el que una evaluación aproximada del impacto es suficiente como insumo en el proceso de decisión.

Se debe subrayar que los métodos de decisión multicriterio, lejos de ser considerados elementos infalibles y certeros, cuya utilización permite encontrar una solución óptima y definitiva, son una base, sustentada en elementos científicos, que aporta mejoras distintivas para asumir una decisión (Berumen & Llamazares 2007). Respecto a ello, estos autores rescatan lo planteado por Hammond *et al.* (2001), quienes concluyen que en todo caso se trata de decisiones basadas en componentes cuantificables que permiten ponderar el riesgo y, en virtud de ello, son capaces de elegir la «decisión» que, en el mejor de los casos, resulta ser la más satisfactoria, y en el peor, la menos insatisfactoria (Hammond *et al.* 2001; Berumen & Llamazares 2007).

Por otra parte, se debe resaltar que el proceso de evaluación de alternativas y sus modificaciones constituye un proceso engorroso dado el gran volumen de cálculos que se deben realizar. En este sentido, las tecnologías de la información y el conocimiento han resultado ser herramientas de gestión muy eficaces, por lo que la utilización de las mismas se presenta como una solución de incuestionable valor para la empresa minera.

6. CONCLUSIONES

El análisis multicriterio se presenta como una visión acertada para la evaluación de la sustentabilidad de los proyectos mineros dado el enfoque sistémico de la sustentabilidad y el carácter agresivo de la actividad minera. De esta forma, este proceso requiere que se tengan en cuenta algunos elementos de vital importancia para la empresa:

- En primer lugar, los objetivos de la evaluación no deben centrarse únicamente en la posibilidad de obtener un alto índice de sustentabilidad en algunas de las dimensiones establecidas, sino que debe integrar todas las dimensiones del modelo de sustentabilidad empleado para poder realizar una toma de decisiones integral y con un alto nivel de compromiso.
- La evaluación de la sustentabilidad de un proyecto empresarial requiere de un análisis holístico que permita evaluar, de manera multicriterial, las diferentes decisiones que puedan tomarse encaminadas a este propósito.
- Las tecnologías de la información y el conocimiento se presentan como una alternativa viable que pueden incorporar disímiles beneficios a la evaluación multicriterial de la sustentabilidad de una empresa.

7. REFERENCIAS

- ALMAGUER, C. 2007: Desarrollo local sostenible y comunidad minera: un enfoque sociocultural. *Revista Futuros* V(17): 8. Disponible en: <http://www.revistafuturos.info>
- BERUMEN, S. A. & LLAMAZARES, F. 2007: La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. *Cuadernos de Administración* 20(34): 65-87.
- CABRERIZO, F. J. 2008: *Nuevos modelos de toma de decisión en grupo con información lingüística difusa*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- CARRILLO, G. 2011: Sustentabilidad en las Organizaciones: Nuevos enfoques y formas de entender del concepto. *Administración y Organizaciones* (27): 5-11.
- CASTAÑEDA, T. 2011: Sustentabilidad empresarial. *Mundo Verde*. Consulta: 14 jun 2013. Disponible en: <http://totiizgreen.blogspot.com/2011/07/el-desarrollo-sustentable-de-la-empresa.html>.

- CROWSON, P. 1998: Environmental and community issues and the mining industry. *Natural Resources Forum* 22(2): 30.
- CRUZ, G.; SENENT, E. G.; MELÓN, M. G. & BELTRÁN, P. A. 2003: Aplicación de técnicas de decisión multicriterio y multiexperto a la ponderación de los factores determinantes del problema de la distribución en planta. Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia.
- DURAND, G. 2012: Para prevenir los conflictos. *La Primera Digital [Especial] Perú*. Junio del 2012 [citado el 7 de noviembre 2013]. Disponible en: http://www.diariolaprimeraperu.com/online/especial/para-prevenir-los-conflictos_114169.html
- EPPS, J. 1996: Environmental management in mining: an international perspective of an increasing global industry. *The Journal of South African Institute of Mining and Metallurgy* 96(2): 67-90.
- EPSTEIN, M. J. 2008: Making Sustainability Work: Best practices in Managing and Measuring Corporate Social, Environmental and Economic Impacts. T. Bekefi, Daedalus Strategic Advising: 52. Disponible en: http://www.bkconnection.com/static/Making_Sustainability_Work_DISCUSSION.doc
- ESCRIBANO, M. C. & GARCÍA, M. C. 2002: Dificultades de la puesta en práctica de los Métodos de Decisión Multicriterio Discretos. *Recta* (1): 256-270
- FERNANDEZ DA SILVA, E. J. 2009: Minería sustentable en Venezuela... ¿Sueño o Realidad? *El Progreso Digital*. XV (5693) [Consulta: 30 de Agosto 2013]. Disponible en: <http://www.diarioelprogreso.com/Cuerpo-B09/html/pag11-a.htm>.
- GARZA, R. 2002: Técnicas multicriteriales para la toma de decisiones empresariales. Consulta: 18 marzo 2010. Disponible en: www.Gestiopolis.com.
- GARZA, R.; GONZÁLEZ, C. & SALINAS, E. 2005: Aplicación de las técnicas multicriterio multiexpertos dentro del perfil del ingeniero industrial. *Ingeniería Industrial* 26(1): 12.
- GARZA, R.; GONZÁLEZ, C. & SALINAS, E. 2007: Toma de decisiones empresariales: un enfoque multicriterio multiexperto. *Ingeniería Industrial* 28(1): 8-.
- GUERRERO, D. 2005: Sistema de indicadores mineros para la explotación sostenible de los recursos minerales. *Minería y Geología* 21(2): 55.
- HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L. & RAIFFA, H. 2001: *Decisiones inteligentes: Guía práctica para tomar mejores decisiones*. España, Gestión 2000.
- HAYES, W. 1997: La minería y su contribución al desarrollo sustentable. *Ambiente y Desarrollo* XIII(1): 3.
- HILSON, G. & MURCK, B. 2000: Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective. *Resources Policy* 26: 227-238.

- JENKINS, H. & YAKOVLEVA, N. 2006: Corporate social responsibility in the mining industry: Exploring trends in social and environmental disclosure. *Journal of Cleaner Production* 14(3-4): 271-284.
- KEARNEY, A. T. 2013: Responsabilidad social corporativa. Consulta: 20 sept 2013. Disponible en: <http://www.atkearney.es/index.php/About-us/responsabilidad-social.html>.
- KHADEMOLQORANI, S. & HAMADANI, A. Z. 2013: An Adjusted Decision Support System through Data Mining and Multiple Criteria Decision Making. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 73: 388-395.
- MARRERO, F.; ASENCIO, J.; CESPÓN, R.; ABRÉU, R.; OROZCO, R. & SÁNCHEZ, J. 2001: Aplicación de la toma de decisiones multicriterio en la cadena de corte, alza y tiro de la caña de azúcar. *Ingeniería Industrial* 22(3): 5.
- MARTÍN, J. M. 2003: *Modelos Multicriterio Difusos: Aplicaciones*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- MONTERO, J. M. 2006A: *El desarrollo compensado como alternativa a la sustentabilidad en la minería (aprehensión ético-cultural)*. Tesis doctoral. Universidad de La Habana.
- MONTERO, J. M. 2006b: El desarrollo social compensado en la minería: una alternativa ante el capitalismo neoliberal. En: VIII Encuentro Internacional de Economistas sobre Globalización y Problemas del Desarrollo. Memorias. La Habana, Cuba, 12-16.
- MONTERO, J. M. 2006c: Realidad minera y sustentabilidad en la minería. *Futuros* IV(13). Disponible en: <http://www.revistafuturos.info>.
- MONTERO, J. M. & SALAZAR, Y. 2011: La reinserción laboral tras el cierre de minas: una vía para lograr el desarrollo sustentable en la minería. *Minería y Geología* 27(4): 64-87.
- OYARZÚN, J. & OYARZUN, R. 2011: *Minería sostenible: Principios y prácticas [en línea]*. Ediciones GEMM [consultado 20 JULIO 2013]- Disponible en: http://www.aulados.net/GEMM/Libros_Manuales/Libro_Mineria_Sostenible.pdf.
- PROCTOR, W. 1999: A Practical Application of Multi Criteria Analysis to Forest Planning in Australia. From Theory To Practice-Gaps and Solutions in Managerial Economics and Accounting in Forestry. I. I. Symposium. Czech University of Agriculture, Prague, Czech Republic.
- SÁNCHEZ, L. 1998: Industry response to the challenge of sustainability: the case of the Canadian nonferrous mining sector. *Environmental Management* 22(4): 31.
- SILO, C. & AQUEVEQUE, C. 2013: Minimizando incertezas en el desarrollo de proyectos. *Minería Chilena*. Chile, editec S. A. [consultado 27 de marzo del 2013]. Disponible en: http://www.mch.cl/revistas/imprimir_articulo.php?id=2553.
- SIROLLI, E. 2009: La minería y el desarrollo de las comunidades: de la retórica a la práctica. [consultado 20 de julio 2013]. Disponible en:

<http://www.sirolli.com/Evidence/ErnestoSirolli/tabid/169/articleType/ArticleView/articleId/39/La-mineriacutea-y-el-desarrollo-de-las-comunidades-de-la-retoacuterica-a-la-praacutectica.aspx>.

VITORIANO, B.; RODRÍGUEZ, J. T. & MONTERO, J. 2009: A Fuzzy Multicriteria Decision Support System for Humanitarian Logistics. MCDM 2009. En: The 20th International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Chengdu/Jiuzhaigou, China.

VITORIANO, B. 2007: Teoría de la decisión: Decisión con incertidumbre, Decisión multicriterio y Teoría de juegos. [citado 27 de Septiembre del 2013]. Disponible en: http://www.mat.ucm.es/~bvitoria/Archivos/a_dt_UCM.pdf.

ZIMMERMANN, H. J. 1986: Multicriteria Decision Making in crisp and Fuzzy Environments. En: A. Jones, A. Kaufmann y H.-J. Zimmermann eds. *Fuzzy Sets Theory and Applications*_243-256.

Agustín Zulueta Torre azulueta@ismm.edu.cu

Departamento de Informatización.
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.

Javier Asencio García asencio@uclv.edu.cu

Departamento de Ingeniería Industrial.
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

Diliana Leyva Cisneros dlcisneros@ismm.edu.cu

Departamento de Ciencias Económicas.
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.

Juan M. Montero Peña jmpena@ismm.edu.cu

Departamento de Marxismo.
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.