

**IMPACTO EN EL DESARROLLO COMUNITARIO DE NUEVA TECNOLOGÍA
PARA LA RECUPERACIÓN DE ESPECIES METÁLICAS A PARTIR DE LAS
COLAS DE LA EMPRESA COMANDANTE ERNESTO CHE GUEVARA**

**IMPACT ON THE COMMUNITY DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGY FOR
RECOVERING METALLIC SPECIES FROM THE TAILINGS OF COMANDANTE
ERNESTO CHE GUEVARA NICKEL FACTORY**

Evangelia García Peña

Fecha de recepción: 20 de enero de 2017

Fecha de aceptación: 1 de abril de 2017

RESUMEN

Se presentó el impacto social, ambiental y económico que, desde los indicadores de la sustentabilidad y utilizando el ácido sulfúrico como agente lixivante, produce la aplicación del proceso de lixiviación ácida en las colas producidas por la tecnología carbonato amoniacal en la empresa Comandante Ernesto Che Guevara, en Moa, Cuba, para la extracción de cobalto, níquel, manganeso y otras especies metálicas. Para lograrlo, se utilizaron los métodos: histórico - lógico, análisis - síntesis, observación y experimentación; así como, los métodos técnicos: absorción atómica, fluorescencia de rayos X y difracción de rayos X. Se manifiesta un impacto en la calidad de vida de los miembros de las comunidades aledañas porque se incrementa la fuente de ingreso en divisas al país por concepto de venta de los productos obtenidos, se disminuyen las emanaciones de polvo y se generan nuevas fuentes de empleo.

PALABRAS CLAVES: Sustentabilidad; níquel; cobalto; proceso; tecnología; metales.

SUMMARY

The following work deals with the environmental, economic and social impact caused by the application of the acid leaching process in the tailings produced by the ammoniacal carbonate technology, taking into account the sustainability indicators and the use of sulphuric acid as a leaching agent at Comandante Ernesto Guevara nickel plant in Moa, Holguín, Cuba, for the exploitation of cobalt, nickel, manganese and other metallic species. Different methods were used such as: Historical-logical, analysis – synthesis, observation and experimentation; as well as, the technical methods: atomic absorption, X-rays fluorescence and X-ray diffraction. Inhabitants of the surrounding areas have improved their quality of life because the economic income of foreign currency to the country has increased, dust emissions are decreasing and new employment opportunities are created.

KEYWORDS: Sustainability; nickel; cobalt; process; technology; metals.

INTRODUCCIÓN

La sociedad para existir y desarrollarse necesita transformar el medio en que vive, precisa del intercambio de sustancias con el medio (Núñez Jover, 2004) pues, la interrelación del hombre con la naturaleza es una condición indispensable para la existencia y desarrollo de la sociedad. Sin embargo, en dependencia de cómo sea el nexo: planificado o arbitrario, nacional o internacional, consciente o espontáneo, así será también el futuro del medio natural en que habita el hombre y por consiguiente el de la propia humanidad.

El pasado siglo puede ser calificado como el de mayor avance en la conquista del hombre sobre la naturaleza y a la vez el de mayor depredación ecológica puesto que la tecnología y la ciencia lo invaden todo en el mundo contemporáneo. Ello significa que el hombre ha utilizado la ciencia y la tecnología como una herramienta eficaz para enfrentar los retos de la sociedad ante la naturaleza.

Según Núñez (1999), en el corazón de la civilización contemporánea está la moderna tecnología y ella es ciencia intensiva; pero el desarrollo tecnológico está alterándolo todo, desde lo económico y lo político hasta lo psicosocial, la vida

íntima de las personas, los patrones de consumo, la reproducción humana, así como, la extensión de la vida y sus límites con la muerte.

Ante esta situación, se piensa en la necesidad de mejorar la tecnología y la organización social, de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.

De modo que, si la tecnología es el conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes o servicios que facilitan la adaptación al medio y satisfacer las necesidades de las personas (Villavicencio, 2012), entonces las tecnologías pueden y deben ser usadas para proteger el medio ambiente y para evitar que las crecientes necesidades provoquen un agotamiento o degradación de los recursos materiales y energéticos de nuestro planeta.

Una de sus vías de solución, evidentemente, gira alrededor de la actitud del hombre ante la naturaleza. En este sentido la reflexión conduce directamente al planteamiento de una determinada ética ecológica que se convierta en el punto de partida para el surgimiento de una conciencia medioambiental que sirva de referencia cognitiva – valorativa para la formación de un comportamiento medioambiental socialmente responsable.

La toma de conciencia mundial sobre la explotación racional de los recursos naturales, sitúa la necesidad de encontrar una vía de desarrollo que permita perpetuar la especie humana en la mesa de los más diversos actores sociales, para lo cual se exige un medio ambiente donde sea posible la vida del hombre y las demás especies. La humanidad parece coincidir en que el tipo de modelo que debe imponerse es el de la sustentabilidad, el cual, en sus dimensiones, incluye lo ecológico, lo ambiental, lo político, lo social, lo económico, lo ético y lo axiológico.

Todos los autores que tratan el tema del desarrollo sustentable, y se puede decir que existen en la actualidad muchas definiciones diferentes sobre qué entender por sustentabilidad, coinciden en que el término desarrollo sustentable reúne dos líneas de pensamiento en torno a la gestión de las actividades humanas: una de ellas concentrada en las metas de desarrollo y la otra en el control de los impactos dañinos de las actividades humanas sobre el ambiente (Rojas et al, 2003; Sánchez, s/a; Zahedi & Gudynas, 2008).

Los retos que plantea, como modelo de desarrollo, no son alcanzables para cualquier país, sin embargo, sus principios teóricos deben ser la meta a lograr

por todas las naciones que realmente estén interesadas en promover una relación racional con la naturaleza.

Algunos autores utilizan, indistintamente, los términos sustentable y sostenible.

El término desarrollo sostenible, perdurable o sustentable se aplica al desarrollo socio-económico y consiste en satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

El ámbito del desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ambiental, económica y social (Barrios, 2010). Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. El triple resultado es un conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas.

Deben satisfacerse las necesidades de la sociedad como alimentación, ropa, vivienda y trabajo, pues si la pobreza es habitual, el mundo estará encaminado a catástrofes de varios tipos, incluidas las ecológicas. Asimismo, el desarrollo y el bienestar social, están limitados por el nivel tecnológico, los recursos del medio ambiente y la capacidad de este último para absorber los efectos de la actividad humana.

Particularmente, la minería está entre los factores económicos fundamentales que generan desarrollo en los diferentes países. Sin embargo, también está asociada con grandes impactos negativos en el medio ambiente. Así que los estudios actuales relacionados con el tema, enfatizan en la búsqueda de soluciones que, a partir de los indicadores que plantea la sustentabilidad, incrementen, simultáneamente, la explotación de los recursos mineros y disminuyan sus efectos perjudiciales.

Particularmente en Cuba, desde hace algunos años, constituye una preocupación del Estado la interrelación entre la sustentabilidad y la intensificación del desarrollo de la industria minero - metalúrgica, tan necesaria para la recuperación y desarrollo de la economía. Además, se considera como objetivo estratégico, el incremento de la producción de concentrado de níquel con mayor eficiencia en las inversiones.

Dentro del complejo tecnológico de la industria niquelífera cubana, la empresa Comandante Ernesto Che Guevara de Moa, produce sínter de níquel más cobalto por el proceso carbonato amoniacal (CARON). Las vías empleadas para el procesamiento de las menas lateríticas generan grandes volúmenes de colas al

año, lo cual ocasiona serios desequilibrios al ecosistema de la región y fuera de ella, así como la contaminación de ríos y mares por arrastres de sus componentes.

Entre los perjuicios fundamentales que ocasionan, se pueden citar que: los millones de toneladas de colas que se vierten en los depósitos de las llamadas colas negras son arrastradas por las aguas subterráneas. Como consecuencia, se contamina el lecho marino y se van extinguiendo algunas de las especies residentes en este.

También, cuando las colas están bien secas, son arrastradas por el viento debido a su fina granulometría y, por tanto, contaminan el aire, dañan la salud de las personas y ensucian todo el entorno. Además, en los depósitos de colas, al igual que en las superficies de explotación, se evidencian procesos erosivos intensos con formación de surcos, cárcavas y deslizamientos, lo que provoca la contaminación de las aguas.

Especialmente, en las colas negras, las primeras que se depositaron y que se encuentran más sumergidas en el mar, son mayores los contenidos de óxido de sodio, óxido de potasio y cloro puesto que asimilan estas sustancias presentes en el agua de mar.

No obstante, los volúmenes de estos residuales se incrementan en la medida en que aumenta la producción de la empresa, pues constituyen el desecho sólido de la producción de níquel, a la vez, son una importante materia prima para obtener metales valiosos como el cobalto, manganeso y pequeñas cantidades de níquel.

Independientemente de que la rentabilidad de estas empresas es elevada, se considera que en el costo de su producción y en la eficiencia de su proceso tecnológico incide significativamente el tratamiento de las colas, pues contienen minerales útiles que son depositados en los diques para su aprovechamiento futuro. Esto último, también permite trazar líneas perspectivas para el uso de las colas y para la obtención de una tecnología sustentable que permita recuperar las especies metálicas que las conforman.

Esta carencia justifica la necesidad de establecer vías para su tratamiento, por lo que el objetivo de la investigación consiste en proponer una tecnología que recupere las especies metálicas contenidas en las colas generadas por la tecnología carbonato amoniacal, específicamente, las generadas por la empresa Comandante Ernesto Che Guevara, con el mínimo daño ecológico, mayor eficiencia económica y mayor desarrollo social.

Con ello, se logrará un aprovechamiento racional e integral de los recursos minerales, la disminución de la contaminación ambiental, la generación de fuentes de empleo y la obtención de mayores ingresos por la recuperación de las especies metálicas que contienen la cola.

DESARROLLO

Buscando vías y condiciones para mejorar el bienestar social de los pobladores que radican en comunidades mineras, algunos estudios han enfatizado en el procesamiento de las colas de la tecnología carbonato amoniacal para la extracción de los metales valiosos contenidos en ellas (Samalea, 1996; Del Toro, 2001; Veglió et al., 2001; Tong et al., 2008).

Desde la década del 70 se vienen realizando investigaciones (Mustapha, 1977) con el objetivo de recuperar de las colas, la mayor cantidad posible de especies metálicas. Así se demostró por un grupo de especialistas cubanos y alemanes de la Academia de Ciencia la posibilidad de tratamiento y las posibles formas en que se pueden encontrar las combinaciones de manganeso, níquel y cobalto a partir de la lixiviación de las lateritas con soluciones residuales de sulfato de hierro II en condiciones de autoclaves a elevadas temperaturas e inyectándole oxígeno.

Estudios más recientes (Ariza et. al, 2004; Cruz, 2012) se han realizado a partir de la década del 90, sobre la lixiviación de las colas de la tecnología carbonato amoniacal, empleando diferentes vías para la recuperación de especies metálicas contenidas en ellas.

En investigaciones realizadas con las primeras colas depositadas en la empresa Comandante René Ramos Latour, de Nicaro (Samalea, 1996) se obtuvieron altas extracciones de cobalto (superiores a 90%) empleando el dióxido de azufre (SO₂) y el ácido sulfídrico (H₂SO₃) como agentes reductores.

La lixiviación de las colas de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara fue estudiada (Del Toro, 2001; García, 2010) utilizando el sulfato de hierro como agente reductor y el ácido sulfúrico para lixiviar; en este caso se obtuvieron extracciones de cobalto superiores al 90%.

Trabajos de laboratorio con las colas de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara (Martínez, 2006) han sido realizados por el método de lixiviación con ácidos orgánicos, en estos se han obtenido extracciones de cobalto de 60 %, los parámetros evaluados fueron la temperatura de trabajo y el tiempo de retención.

Se estudió la posibilidad de utilizar mezclas de ácidos orgánicos oxálicos y tartáricos para la recuperación de cobalto a partir de las colas de la tecnología carbonato amoniacal, específicamente con las de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara» (Peláez, 2002), donde se determinaron la temperatura, el flujo y la relación de ácidos respectivamente como variables más influyentes. Las extracciones de cobalto alcanzaron valores de 57 %.

Teniendo en cuenta que las colas tienen en su composición química alto contenido de hierro, algunos investigadores (Ferreiro et al, 2012) han desarrollado estudios con el objetivo de dar un uso siderúrgico a las mismas.

Independientemente de los trabajos realizados, en la actualidad no se ha establecido una metodología que, desde los indicadores que plantea la sustentabilidad, oriente la realización del procesamiento y utilización de las colas que genera la tecnología carbonato amoniacal, requerimiento de los últimos tiempos.

Ahora bien, a partir de los resultados obtenidos en los estudios realizados, se piensa que es posible estudiar la extracción de especies metálicas a partir de las colas que se generan y establecer las condiciones tecnológicas para su extracción y se considera que la biolixiviación constituye una opción a tener en cuenta para la solución de los principales problemas ambientales, sociales y económicos existentes de forma latente en la industria cubana del níquel.

Por ello, se propone una tecnología que recupere las especies metálicas contenidas en las colas generadas por la tecnología carbonato amoniacal, específicamente, las generadas por la empresa Comandante Ernesto Che Guevara, con el mínimo daño ecológico, mayor eficiencia económica y mayor desarrollo social. Dicha metodología, se fundamenta en el método de lixiviación ácida, que consiste en utilizar el ácido sulfúrico como agente lixivante para extraer cobalto, níquel, manganeso y otros metales (García et al., 2013).

Además, con el objetivo de disminuir los efectos perjudiciales al medioambiente, se propone que se aproveche el área que ocupa la presa de cola para la rehabilitación minera, además y ya se han establecido los llamados espejos de agua, para disminuir el arrastre del polvo fino de dichas colas.

Para lograr proponer el método objeto de estudio se debía determinar los parámetros tecnológicos requeridos para la recuperación de especies metálicas a partir de las colas. Así que se realizó una caracterización de los factores que inciden directamente en el proceso de lixiviación de las colas para la

recuperación de las especies metálicas que contienen, tales como: temperatura, concentración inicial del agente lixiviante, concentración inicial del agente reductor, contenido inicial de sólido, agitación y flujo de alimentación de pulpa.

Posteriormente, se realizaron experimentaciones en el laboratorio a partir de los métodos técnicos: absorción atómica, fluorescencia de Rayos X, difracción de rayos X e ICP. Estos permitieron determinar las diferentes especies metálicas que se encuentran en las colas empleadas y en los licores que se generan a partir de la aplicación de la lixiviación.

Finalmente, la obtención de una vía que permita establecer los parámetros del proceso de lixiviación ácida de las colas para la recuperación de especies metálicas con el empleo de una tecnología sostenible ofrece variadas ventajas, además de las altas extracciones de sínter de níquel y cobalto, se puede señalar un costo de producción inferior al que se logra con la aplicación de la tecnología carbonato amoniacal.

Por otra parte, también tiene un impacto para la industria metalúrgica en el ámbito social, ambiental y económico:

En lo económico

Se obtendrá una nueva fuente de entrada de divisas a la economía nacional por concepto de venta de los elementos metálicos que se recuperan a partir de las colas.

Se logra una utilización racional e integral de los recursos minerales ya que se aprovechará un residual que contiene elementos valiosos que pueden ser empleados en beneficio de la sociedad y en el suyo propio.

En lo social

La introducción de una nueva tecnología que recupere las especies metálicas contenidas en las colas, requeriría la construcción de una nueva planta metalúrgica, por lo que se generarían empleos y nuevos salarios, lo que traería consigo el mejoramiento de las condiciones de vida para los trabajadores que allí laboren.

Mejora considerablemente el entorno laboral y social, pues, con la disminución de las emanaciones de polvo hacia los barrios residenciales de la comunidad aumenta la calidad del aire, lo que conllevaría a minimizar los problemas respiratorios en los comunitarios.

También surge la necesidad de elevar el nivel de formación de los recursos humanos para poder implementar el método, pues, en los resultados de la investigación se introducen aspectos que no son del dominio del personal que está vinculado directamente con la producción, por lo que este debe ser capacitado para poder obtener los resultados esperados.

En lo ambiental

Se disminuirá la contaminación de aguas, flora y fauna de los territorios aledaños, con lo que se minimizará la afectación al paisaje y a las especies y plantas endémicas de la zona.

Además, la disminución de las grandes acumulaciones de este residual, favorecerán el restablecimiento del ecosistema de la zona para que exista una biodiversidad y que no se altere la cadena biológica.

CONCLUSIONES

El conocimiento científico sobre la recuperación de especies metálicas a partir de las colas de la tecnología carbonato amoniacal, permitirá al hombre como ser social, emplear confiablemente la tecnología de lixiviación ácida.

Se obtendrán nuevos parámetros fundamentados científicamente, a partir de un método que responde al uso de una tecnología sostenible para recuperar especies metálicas a partir de las colas, el cual permitirá mitigar las afectaciones de contaminación a las comunidades cercanas.

La aplicación de la tecnología propuesta, tiene un impacto económico, ambiental y social positivo; pues, logra incrementar la fuente de ingreso en divisas al país por concepto de venta de las especies metálicas que se extraen desde las colas, se disminuyen las emanaciones de polvo hacia las comunidades aledañas lo que mejora la calidad de vida de las personas y se genera fuente de empleo y nuevos salarios para personas que radican en la comunidad minera y que laboren en la nueva instalación que se construya.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIZA, M. S., SALAZAR, Y., CAPOTE, N., & BREFFE, J. (2004). Lixiviación química de las colas producto del proceso carbonato-amoniaco con ácidos orgánicos. *Tecnología Química*, 24(3), 32-37.
- BARRIOS, J. G. (2010). Sostenibilidad económica y social como prioridad para la sustentabilidad ambiental. *Venezuela: Gestipolis*. Recuperado de <http://www.gestipolis.com/sostenibilidad-economica-social-prioridad-sustentabilidad-ambiental>.
- DEL TORO, A. (2001). Lixiviación de residuales sólidos de la empresa «Comandante Ernesto Che Guevara» utilizando el sulfato de hierro II como agente reductor y ácido sulfúrico para lixiviar. Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa.
- FERREIRO, Y., SÁNCHEZ, A., SANTIESTEBAN, E., & PALACIOS, A. (2012). Obtención de metalizados de hierro a partir de los residuos sólidos de la industria del níquel en Nicaro, Cuba. *Minería & Geología*, 28(1), 62-75.
- GARCÍA PEÑA, E.; PALACIOS RODRÍGUEZ, A.; RODRÍGUEZ TORRES, M.; HERNÁNDEZ CORDERO, Y. (2013). Lixiviación ácida de residuales sólidos de la tecnología carbonato amoniaco. *Revista Minería y Geología* 29 (1): 17 - 28.
- GARCÍA PEÑA, E. (2010). *Extracción de cobalto por lixiviación ácida de los residuales sólidos de la tecnología carbonato amoniaco*. Tesis de maestría.
- CRUZ, D. V. (2012). *Lixiviación ácida de los concentrados de los residuales sólidos de la tecnología carbonato amoniaco «René Ramos Latour»*. Trabajo de Diploma ISMM, Moa.
- MARTÍNEZ L. (2006). *Lixiviación del sólido residual de la tecnología carbonato amoniaco con ácido sulfúrico y sulfato de Fe II como agente reductor*. Trabajo de Diploma. Moa, ISMM.
- MUSTAPHA C. (1977). *Contribución a la valoración de las ferralitas níquelíferas de Nueva Caledonia*. CIPIIMM, La Habana.
- NÚÑEZ JOVER, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*: Editorial Félix Varela, La Habana. Cuba.
- NÚÑEZ JOVER, J. (2004). *Ética, Ciencia y Tecnología*: Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.

- PELÁEZ R. (2002). *Evaluación experimental de la recuperación de cobalto mediante la lixiviación orgánica a partir de las colas de la empresa «Comandante Ernesto Che Guevara»*. Trabajo de Diploma. Moa, ISMM.
- ROJAS HERNÁNDEZ, J.; PARRA BARRIENTOS, O. & ET AL. (2003). «Trayectoria de la educación ambiental en la conformación de una disciplina pedagógica». En *Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable*. Colección Educar para el ambiente. Manual para el docente. Coordinadores Jorge Rojas Hernández, Oscar Parra Barrientos. p. 307
- SÁNCHEZ, E. B. (S/A). «El desarrollo humano sustentable: una nueva hermenéutica de las relaciones entre población y desarrollo».
- SAMALEA , G. (1996). Lixiviación de las colas viejas de la tecnología carbonato amoniacal en medio ácido con SO_2 y H_2SO_3 . Informe técnico. Nicaro, Cuba.
- TONG, Z.; SUN , Y.; WANG , F.; WEN , Y. & SU, H. (2008). Reductive leaching of manganese from low grade manganese ore in H_2SO_4 using cane molasses as reductant. *Hydrometallurgy* 93(3-4): 136-139.
- VEGLIÓ, F.; TRIFONI , M. & TORO, L. (2001). Leaching of manganiferous ores by glucose in a sulphuric acid solution: kinetic modeling and related statistical analysis. *Ind. Eng. Chem. Res.* 40(18): 3 895–3 901.
- VILLAVICENCIO OVIEDO, J. K. (2012). *Estudio de factibilidad para la creación de una agencia de la fundación desarrollo comunitario sin frontera DECOF en el cantón Huaquillas* (Bachelor's thesis).
- ZAHEDI, K., & GUDYNAS, E. (2008). *Ética y desarrollo sostenible. América Latina frente al debate internacional*.