La QUINTA OLA
del PROGRESO
de la HUMANIDAD
"LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE"

PROPUESTA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LOS PROCESOS DE EXPLOTACIÓN DE LA MINERÍA ARTESANAL

PROPOSAL FOR COMPREHENSIVE MANAGEMENT OF THE OPERATIONS PROCESS OF ARTISANAL MINING

Autor:
Ing. Yuri Patricio Espinoza Aguilar

Filiación:
Funinter (Consultoría e ingeniería ambiental), Av. de las Américas y Daniel Hermida.
Cuenca - Ecuador
ffuninter@yahoo.com

Universidad Técnica de Machala, Cdla. Universitaria Km. 5½. Vía Machala – Pasaje
yespinoza@utmach.edu.ec

Código: CIEA-EA-GMA-004

Fecha de entrega: 04/abril/2016
Fecha de aprobación: 26/mayo/2016

PROPUESTA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LOS PROCESOS DE EXPLOTACIÓN DE LA MINERÍA ARTESANAL

PROPOSAL FOR COMPREHENSIVE MANAGEMENT OF THE OPERATIONS PROCESS OF ARTISANAL MINING

Autor: Ing. Yuri Patricio Espinoza Aguilar
yespinoza@utmach.edu.ec

Resumen

El presente artículo se desarrolló por la evidente importancia que la sociedad en general concede a la protección del medio ambiente y especialmente en el campo de la minería por ser una de las actividades que ha provocado severos impactos ambientales en la zona sur del Ecuador y norte del Perú. Una de las alternativas o herramientas que permitan una mejor protección del medio ambiente y que ofrezca posibilidades de funcionamiento con mejores resultados fue desarrollar e implementar una propuesta de gestión integral de los procesos de explotación de la minería artesanal, que establezca las técnicas adecuadas para eliminar o reducir el impacto ambiental permitiendo alcanzar la sustentabilidad y progreso de los países.

La actividad minera artesanal desarrollada en el sur del Ecuador, provoca impactos ambientales sobre la calidad del agua, suelo, aire, cultivos, flora, fauna y salud humana, además de ocasionar problemas sociales como alterar en varios aspectos la economía local, tales como el turismo, inflación, calidad de vida. Por su poca organización en trabajos mineros, escaso desarrollo tecnológico, falta de control, incumplimiento de normas ambientales, ha permitido que los ríos, se encuentren contaminados afectando a diversas especies acuáticas, salud de los mineros y deteriorando las condiciones de vida de los agricultores de subsistencia, la contaminación es causada por metales pesados y Cianuro proveniente especialmente de los procesos de lixiviación, o por la refinación del Oro.

La minería artesanal es riesgosa en general, la producción de Oro es sumamente tóxica, frecuentemente los mineros separan el Oro del mineral por medio del antiguo método de la fusión con el Mercurio, es barato y eficaz, pero tan peligroso para la salud y el medio ambiente que ha sido prohibido en varios países del mundo. El proceso de lixiviar es otra forma de separación del metal, obteniendo una muy alta tasa de recuperación a través de la utilización de Cianuro, este reactivo químico produce daños ambientales a largo o a corto plazo, así como poner en riesgo la salud humana

Una vez detallados los procesos de explotación de la minería artesanal y evaluados e identificados los impactos ambientales provocados, se desarrolló la propuesta de gestión integral, aplicando estrategias de gestión ambiental, programas de acciones para evitar la contaminación. Se implementó y evaluó dicha propuesta para comprobar su funcionamiento y detectar así sus principales puntos débiles y fuertes, logrando cumplir con los objetivos de generar un mejor y mayor desarrollo sin perjudicar el medio ambiente.

En conclusión la propuesta de gestión integral es un aporte a la tecnología porque ha permitido cambiar la conducta y hábitos de todos los involucrados que interactúan en la actividad minera artesanal, contribuyendo a ordenar los procesos, registrar, analizar y a tecnificar el rol del minero con buenas prácticas operacionales y ambientales. Estos resultados clarifican la validez de la propuesta para su aplicación en diversas zonas mineras.

Palabras Claves: Minería artesanal/ gestión integral/ sustentabilidad/ lixiviación/ amalgamación/ auditoría ambiental.

Abstract

The present investigation was developed by the evident importance the society in general grants the protection of the environment, especially in mining field to be one of the activities that has caused severe environmental impacts in the different mining areas of sounth the Ecuador and north of Perú. One of the alternatives or tools that allow a better protection of environment a proposal of integral administration of exploitation processes in handmade mining which establishes the appropriate techniques to eliminate or to reduce the environmental impact allowing to reach the sustenance and progress of the country.

Artisanal mining activity in southern Ecuador, causing environmental impacts on water quality, soil, air, crops, flora, fauna and human health, as well as causing social problems such as altering in many ways the local economy, such as tourism, inflation, quality of life. For its little organization in mining operations, low technological development, lack of control, compliance with environmental standards, has allowed the rivers are polluted affecting various aquatic species health of miners and deteriorating living conditions of farmers subsistence pollution is caused by heavy metals and cyanide from especially leaching, or by refining gold.

Artisanal mining is hazardous, gold production is highly toxic, often miners separate the gold from ore using the old method of merging with Mercury, it is cheap and effective, but so dangerous to health and the environment environment that has been banned in several countries. The leaching process is another form of separation of the metal, resulting in a very high rate of recovery through the use of cyanide; this chemical reagent produces environmental long- or short- term damage and endanger human health.

Once detailed the exploitation processes on handmade mining and the provoked environmental impacts identified and evaluated; it was developed the proposal of integral administration, applying strategies according to environmental administration and action programs to avoid the contamination. Besides, it was implemented and evaluated the proposal in order to check its operation and in this way to detect main strong and weak points being able to fulfill the objectives of generating a better and bigger development without harming the environment.

In conclusion, the proposal of integral administration is a contribution to the technology, since it has allowed on changing the behavior and habits of all people who are involved and work in the handmade mining activity, helping to order the processes, to register, to analyze, and to use scientific knowledge in the miner´s roll whit good operational and environmental practices. These results clarify the validity of the proposal to its application in diverse mining areas of the country.

Keywords: minig craft/ integral conduct/ sustenance/ leaching/ amalgation/ environmental audit.

Introducción

La minería es el conjunto de actividades referentes al descubrimiento y la extracción de minerales que se encuentran debajo de la superficie de la tierra. Los minerales pueden ser metales (como Oro y Cobre) y no metales (como Carbón, Amianto, Grava). Los metales están mezclados con muchos otros elementos, pero ocasionalmente se encuentran grandes cantidades de ciertos metales concentrados en un área relativamente pequeña. Los impactos de la minería tienen que ver con el inicio del proyecto minero, con la mina, la eliminación de los residuos de la mina, con el transporte del mineral y con el procesamiento del mismo, que a menudo involucra o produce materiales peligrosos.

Minería subterránea y a cielo abierto

La minería subterránea o de socavón desarrolla su actividad por debajo de la superficie. En términos comparativos, la maquinaria que se usa en la minería subterránea es mucho más pequeña que la que se utiliza a cielo abierto, debido a las limitaciones que impone el tamaño de las galerías y demás labores, (Espinoza, 2013). Las minas pueden ser de varios tamaños, desde operaciones pequeñas que producen menos de 100 toneladas al día, hasta minas grandes que mueven cientos de miles de toneladas. El método de explotación utilizado para extraer determinado depósito de mineral depende del tipo, tamaño y profundidad del yacimiento mineral y de los aspectos económicos, financieros de dicho emprendimiento.

A la mina subterránea se accede por un pozo o una rampa que desemboca en las galerías y niveles de producción, los cuales están conectados entre sí por pozos inclinados que sirven para acarreo de mineral y movimiento del personal. Se utilizan perforadoras y explosivos para romper la mena, la mezcla de minerales de la que se puede extraer uno o más metales bajo tierra. Generalmente, este tipo de minería tiene menor impacto ambiental que las minas a cielo abierto. La perturbación en la superficie de la tierra es menor, pero puede igualmente tener efectos sobre el agua al contaminarla con ácidos y metales e interceptar acuíferos. Los trabajadores están expuestos a situaciones aún más peligrosas que los que trabajan en minas a cielo abierto, por el riesgo de hundimientos, mala calidad del aire y explosiones subterráneas. Las compañías han abandonado progresivamente este método por un problema de rentabilidad, aunque minerales tales como Carbón, Níquel, Zinc o Plomo siguen siendo en general extraídos con métodos de minería subterránea. (Espinoza, 2013)

Hasta mediados del siglo veinte, la minería subterránea era el método más común de extraer yacimientos masivos. Después de la Segunda Guerra Mundial, los avances en la tecnología y el desarrollo de razadoras, niveladoras, palas y camiones más grandes y poderosos permitieron el movimiento de enormes cantidades de materiales, que promovieron la explotación en minas a cielo abierto. No obstante, siguen existiendo minas subterráneas, como las de Oro de Witwatersrand, en Sudáfrica las más profundas del mundo, o las de El Teniente, en Chile la mina subterránea más grande del mundo, u Olympic Dam, en Australia.

Las minas a cielo abierto, o minas a tajo abierto, son aquellas cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño. Como ejemplos de este tipo de minas se pueden citar a Chuquicamata, La Escondida y Pascua Lama en Chile, Ernest Henry (Australia), minas de Riotinto, Alumbrera (Argentina), minas de Tharsis (España), el Cerrejón (Colombia). En la minería a cielo abierto, los costes de arranque, excavación y transporte son menores, debido a la posibilidad de emplear maquinaria de mayor tamaño, permite mayor

recuperación de las capas, venas o filones, no es necesaria la ventilación, ni el alumbrado, ni el sostenimiento artificial; permite utilizar explosivos de cualquier tipo y las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo son mucho mejores.

Por el contrario, requiere una mayor inversión inicial en equipamiento y maquinaria; es necesario ocupar grandes extensiones de terreno y las condiciones de trabajo son a la intemperie. Además produce un importante impacto visual y medioambiental (polvo, ruido, etc.) en la zona en la que se desarrolla, lo cual lleva a un importante rechazo social a su implantación e incluso al cierre de las existentes. Actualmente, más del 60% de los materiales extraídos en el mundo lo son mediante la modalidad de minería de superficie, que provoca la devastación del ecosistema en el cual se instala (deforestación, contaminación y alteración del agua, destrucción de hábitat). Dentro de este tipo de minería se distinguen, entre otras, las minas a cielo abierto (generalmente para metales de roca dura), las canteras (para materiales de construcción e industriales, como arena, granito, pizarra, mármol, grava, arcilla, etc.), y la minería por lixiviación (aplicación de productos químicos para filtrar y separar el metal del resto de los minerales).

Minería artesanal

La minería artesanal, es aquella actividad que se caracteriza por el trabajo personal y directo en la explotación del oro, mediante equipos manuales, simples, portátiles, con técnicas de extracción y procesamiento rudimentarios. Este tipo de minería, es la más antigua y la que mantiene a diversas familias que utilizan técnicas artesanales en los procesos de extracción del metal. Los mineros artesanales, son los que explotan los "filones" de Oro en las minas (informales), y quienes alquilan los molinos y plantas de beneficio para moler su mineral. Ellos controlan el proceso de amalgamación y recuperan el Oro "amalgable". (Espinoza, 2013).

Foto No. 1 Extracción del mineral

Fuente: *El Autor*

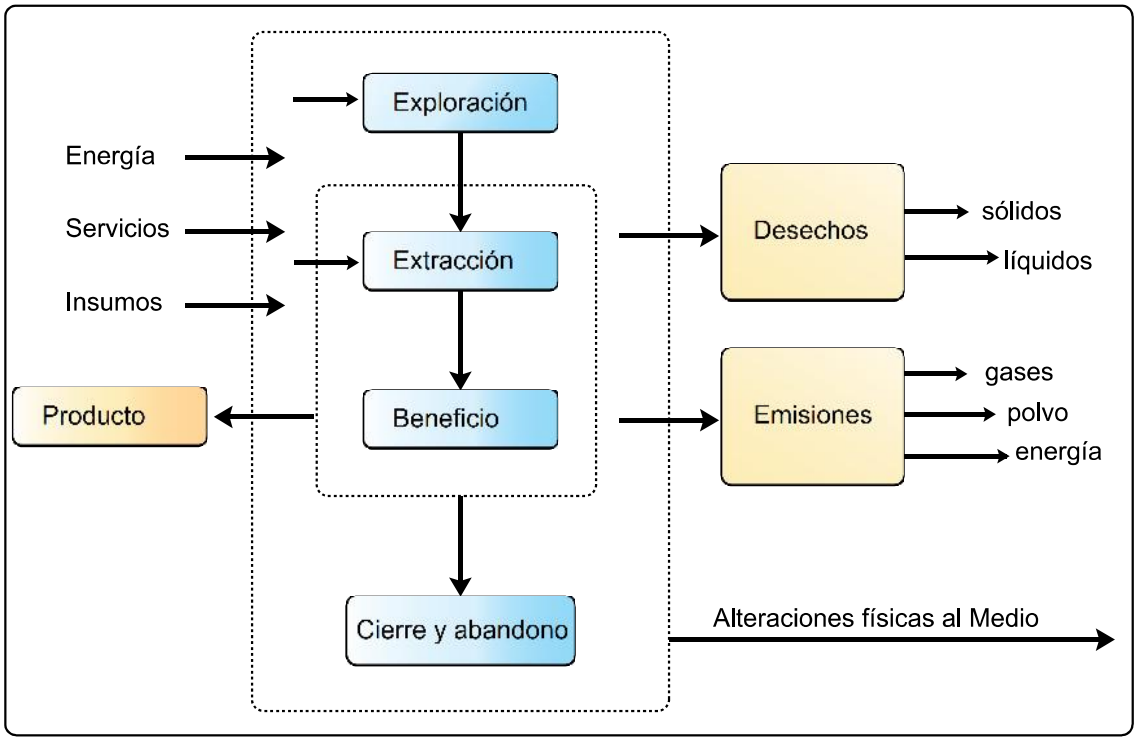
Impacto ambiental en la minería artesanal

Se mencionó anteriormente la existencia de dos formas de extracción según la obtención de los recursos naturales: minería subterránea y minería superficial o a cielo abierto. La primera es, en líneas generales, menos grave y agresiva que la de superficie, aunque su incidencia en lo referente a enfermedades tales como la silicosis, asbestosis, saturnismo (envenenamiento por plomo) o mercurialismo, es mayor.

La explotación superficial (canteras de materiales para la construcción, rocas ornamentales y áridas para las carreteras) ofrece, sin embargo, un mayor impacto en el medio ambiente, con destrucción de suelos naturales y creación de otros nuevos con fuertes limitaciones físicas, químicas y biológicas que dificultan la reimplantación de la vegetación.

Existe un impacto sobre el medio ambiente cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en algunos componentes del medio. De esta manera, resulta obvio que los procesos mineros generan impactos sobre los componentes del medio ambiente, así como también sobre los factores de tipo socioeconómico y cultural. Dichos impactos se producen en todas las fases de una actividad minera, desde sus inicios en la etapa de exploración y prospección, hasta después del abandono de la faena. La alteración que puede producir un proyecto minero sobre el medio ambiente viene expresada por la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia del proyecto y la situación del medio ambiente futuro tal y como habría evolucionado sin tal actuación, es decir, la alteración neta resultante de una actuación.

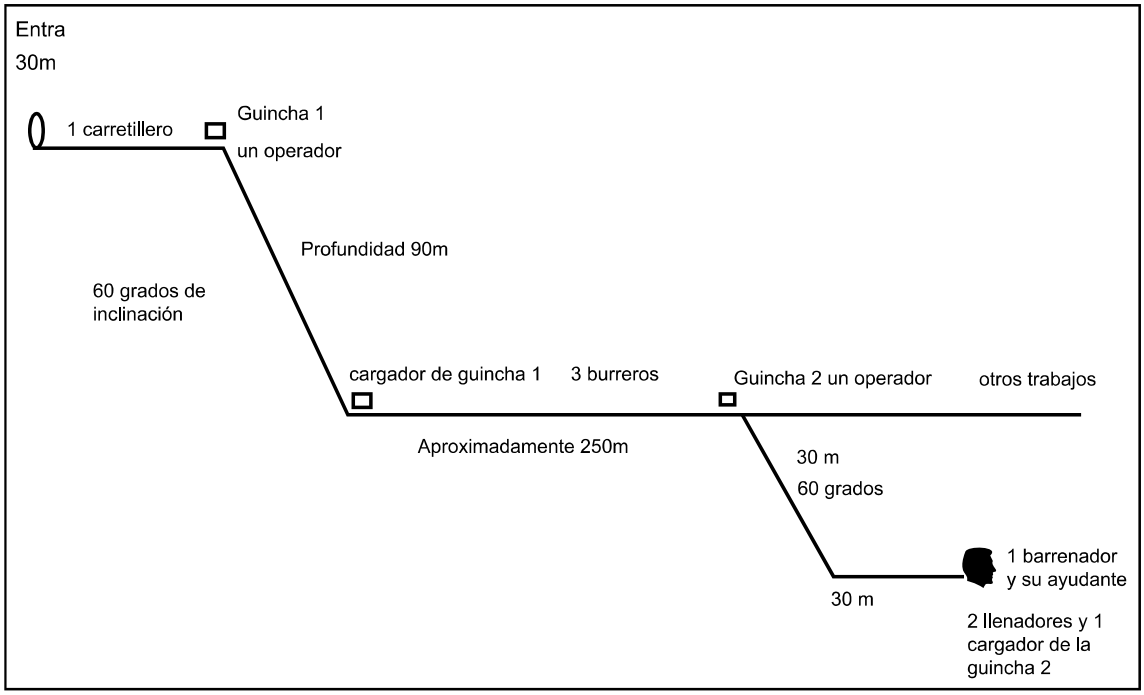
DIAGRAMA NO. 1 EFECTOS PRODUCIDOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO MINERO.



Fuente: *El Autor*

La minería subterránea produce efectos ambientales en tres ámbitos distintos: en el depósito y las rocas adyacentes, en los espacios abiertos bajo tierra y en la superficie del terreno. La planificación detallada de las operaciones y la selección acertada de los métodos y técnicas de extracción son un requisito indispensable para el aprovechamiento óptimo de los recursos y contribuyen a limitar los efectos ambientales. Los impactos ambientales más relevantes en el proceso de explotación extracción de una mina, corresponden a la modificación del paisaje, la acumulación de estériles, destrucción de flora y fauna, entre otros. Además del área perturbada por la socavación, el desgaste de las minas, provocan en la superficie la erosión y colmatación (sedimentación del lecho de los cursos de agua), y se ve agravado por los montones de residuos de roca sin valor económico (a los que se llama material estéril), que suele formar enormes montañas.

CROQUIS NO. 1 MINA SUBTERRÁNEA



Fuente: *El Autor*

Las lagunas de colas o escombreras de los molinos, son fuente inevitable de emisiones de polvo, además debe tenerse en cuenta, que las precipitaciones pueden iniciar procesos de lixiviación. El peligro de contaminación del agua surge cuando el lecho de la escombrera es excesivamente permeable y cuando el material depositado contiene una alta concentración de sustancias hidrosolubles o de metales pesados.

El Mercurio o azogue, es un metal pesado plateado que a temperatura ambiente es un líquido inodoro, puede permanecer en el ambiente circundante durante cien años. El Mercurio es conocido como un tóxico celular. El Mercurio ingresa al cuerpo por inhalación de sus vapores: por ingestión de metil Mercurio por el consumo de agua, alimentos contaminados y por penetración en la piel aunque menos frecuente provoca una acción irritante sobre la piel y la mucosa, (Corbitt, 2003).

Desde hace más de un siglo, el Cianuro ha sido el principal reactivo químico utilizado por la industria minera mundial para la producción de Oro. Es una sustancia química potencialmente peligrosa que requiere de cuidadosas prácticas

de manejo en su producción, transporte y utilización para garantizar la seguridad de las personas y medio ambiente, dentro y fuera de las operaciones mineras. Las operaciones mineras para la extracción de Oro utilizan soluciones muy diluidas de Cianuro de Sodio. Este reactivo químico, se dispersa en el ambiente y se transporta a grandes distancias del sitio de origen. Penetra en el agua y regresa al aire transformado en ácido cianhídrico. La exposición se puede dar por respirar aire contaminado, por beber agua que contenga concentraciones de esta sustancia, o ingerir alimentos contaminados.

Foto No. 2 Proceso de trituración y machacado del mineral

Fuente: *El Autor*

"Los impactos ambientales generados en la etapa de refinación se encuentran relacionados con las emisiones atmosféricas (Dióxido de Azufre, material particulado, entre otros) y la generación de escorias". En la fundición de metales, el efecto que causa mayor preocupación es la contribución de Óxidos de Azufre en la formación de la lluvia ácida.

Foto No. 3 Proceso de fundición

Fuente: *El Autor*

Resultados y Discusión

Valoración de los impactos ambientales, análisis y resultados de la EIA.

Las metodologías aplicadas demuestran en las listas de revisión y diagramas de redes, que existe una notable evidencia de impacto ambiental en la actividad minera artesanal, al describir un listado de impactos, causas y consecuencias. Los valores en la matriz de Leopold, han demostrado la fragilidad de diversos factores ambientales y agresividad de las acciones mineras, especialmente al medio físico, (Conesa, 2003).

La alteración de la calidad natural del agua ocasionada por la minería en la parte alta de la cuenca del Puyango-Tumbes, ha confirmado en las curvas de calidad o funciones de transformación, que aún existen tramos del río Amarillo libres de contaminación de Cianuro o metales pesados, como el sector Agua Caliente, en donde existe una vertiente de aguas termales que es almacenada en una piscina para deleite de los turistas, en cambio en el sector La Florida, es notoria la contaminación especialmente de Coliformes que sobrepasa en 131 veces la norma establecida, por contaminación con aguas servidas, orinas y excrementos de animales. En el sector Las Juntas, son totalmente innegables los resultados obtenidos demostrando una alta concentración de Plomo, Cianuro libre, Cianuro Wad y demás parámetros analizados, existiendo una pésima calidad ambiental en esta parte del río. Por ejemplo el Cianuro Wad que está en forma de complejo y que puede llegar a ser extremadamente tóxico porque se mantiene por más tiempo, se desprende para formar Cianuro libre cuando baja su pH, en este sector se encuentra en altas concentraciones indicando una mala calidad ambiental.

En lo referente al suelo, las muestras recolectadas en los alrededores del sector El Pache, resultaron contaminadas especialmente de Cianuro (0.79 mg/kg), encontrándose fuera del límite permisible que determina la Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados en (0.25 mg/kg). De acuerdo a los criterios de toma de muestras, el número de muestras a colectar dependerá de la profundidad alcanzada por los contaminantes y del tiempo transcurrido desde que se ha consumado la afectación del recurso. Se deberá tomar como mínimo cinco y máximo 20 muestras, cuando el contaminante no ha alcanzado una profundidad mayor a 80 centímetros. El Mercurio en cambio presentó baja concentración en el suelo analizado, encontrándose por debajo de la norma establecida que determina en (0.1 mg/kg). La explicación expuesta se fundamenta en las figuras de calidad ambiental de los análisis e interpretación de resultados del suelo, (Canter, 1998).

Los frutos analizados, que se producen o cultivan en el sector las Juntas, demostraron estar contaminadas; porque contienen concentraciones de Mercurio (< 0.1 ug/L) y Cianuro (< 0.002 mg/L), es por esta razón que las frutas del lugar se podrían considerar no aptas para consumo humano ya que ningún fruto debe contener concentración alguna de Cianuro o Mercurio.

De acuerdo a las metodologías aplicadas, específicamente por los resultados de la matriz de importancia, se determinó que se trata de un tipo de impacto severo, de lenta recuperación a los niveles originales. Se entiende como impacto ambiental severo, todo aquel impacto ambiental negativo significativo que por su magnitud e incidencia en el ambiente y la salud humana provocan cambios y disturbios de alta intensidad, duración y extensión.

Desarrollo de la propuesta de Gestión Integral de los procesos de explotación de la minería artesanal

La siguiente propuesta de gestión integral de los procesos de explotación de la minería artesanal, se sostiene en el concepto de desarrollo sostenible, es decir tener actualmente una calidad ambiental y de vida buena, sin hipotecar la calidad de vida de las futuras generaciones. Además recoge los resultados del diagnóstico, evaluación y análisis de la gestión actual de la actividad minera artesanal, donde se establece que se trata de en un tipo de **impacto severo**, de lenta recuperación a los niveles originales.

Con estas referencias, se pretende lograr que dentro del modelo de gestión, la población se involucre activamente en la gestión integral minera artesanal. De esta forma la gestión minera, se desarrollará desde su origen mismo, basándose en la prevención, recuperación y eliminación segura.

Programa de acciones para eliminar o reducir la contaminación que se da en los procesos de explotación minera artesanal

Tomando en cuenta que la gestión integral de la minería, debe primero identificar los problemas e impactos sinérgicos que la minería mal practicada (artesanal clásica) deja en el ambiente, queda claro que la propuesta de gestión debe basarse en los tres aspectos de la sostenibilidad: social, económico y ambiental y estratégicamente se deberá incluir dentro de estos tres pilares (salud, conocimiento, técnica, tecnología, legalidad y política).

Programas de educación ambiental

Se establecerá un programa de educación ambiental dirigida a estudiantes para generar hábitos de protección, conservación, crear conciencia sobre la importancia del medio ambiente y motivar la minimización, la reutilización, reciclaje y el depósito controlado de los residuos mineros.

Producción artesanal más limpia

La Producción Más Limpia (PML), es una estrategia de la prevención de la contaminación, orientada a la disminución de la generación de residuos contaminantes y al incremento de la eficiencia productiva de la empresa.

Programas de evaluación ambiental permanente

La Evaluación de Impacto Ambiental se emplea como herramienta para predecir y minimizar dichos impactos y permite un estudio de la viabilidad de los proyectos sobre la base de sus repercusiones ambientales y de la participación de todos los agentes interesados en el proceso evaluatorio.

Programas de monitoreo de la calidad del agua

El propósito es prevenir y controlar la degradación de las características fisicoquímicas e hidrobiológicas de los ríos y sus propiedades de las zonas de influencia.

Programas de fortalecimiento del marco legal

Para el fortalecimiento del marco legal, se propone involucrar eficientemente a los gobiernos locales, tanto en capacidades legales y normativas (capacidades para el diseño ordenanzas y ejecución de regulaciones), para que sean las instituciones locales quienes en forma paulatina comiencen a tomar cartas en los asuntos ambientales de su región, con creación de comisiones interinstitucionales a nivel local compuestas de representantes del municipio, autoridades mineras, de salud y representantes de la sociedad civil.

Conclusiones

En conclusión los resultados de la evaluación realizada, establece que el agua del río Amarillo, los suelos y frutos de consumo cultivados en los márgenes del río se encuentran contaminados principalmente por la acción o actividad que se genera en las instalaciones de molinos y plantas de beneficio mineral. Se recomienda entonces, reducir significativamente los severos impactos ambientales, por tal motivo la propuesta de gestión integral de los procesos de explotación de la minería artesanal en Portovelo, es lograr eliminar o reducir el impacto ambiental provocado por los precarios procesos mineros artesanales, proporcionando constantemente el uso de buenas prácticas operacionales y ambientales, con estrategias y programas de gestión ambiental aplicadas correctamente logrando la sustentabilidad al proporcionar herramientas de control y protección ambiental.

Agradecimientos

Especialmente se agradece el apoyo de FUNINTER, Consultoría e Ingeniería Ambiental y Universidad Técnica de Machala.

Referencias Bibliográficas

CANTER, Larry. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Segunda edición. Mc Graw Hill / Interamericana de España, Madrid, 1998. 841 p.

CONESA, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 2003. 412p

CORBITT, Robert. Manual de referencia de la Ingeniería Ambiental. Segunda edición. Editorial McGraw Hill/Interamericana de España. Madrid, 2003. 1608 p.

ESPINOZA, Yuri Patricio, Minería, Agua y Evaluación de Impacto Ambiental, Primera edición, Ediciones BGoffset, Cuenca-Ecuador. 2013, 174p.