



Caracterización minero ambiental de la Sociedad Minera Catoca de la República de Angola*

Carnoth Júlio Cambuta Tchivikwa

Especialidad: Ingeniería en Minas

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: Se analizó la estructura productiva de la Sociedad Minera Catoca y sus características geológicas y minero-técnicas. Se identificaron los efectos ambientales que se producen debido a la explotación a cielo abierto del yacimiento kimberlítico y las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. En su elaboración se aplicaron métodos empíricos y teóricos de la investigación científica para cumplir adecuadamente los objetivos planificados. Se siguió una metodología en la que se resumen las técnicas, procedimientos y métodos de estudios, que permitieron entender, evaluar y concebir la influencia del proyecto de explotación de la Sociedad Minera Catoca sobre el medio ambiente. Las acciones mineras que se desarrollan en la Sociedad Minera Catoca producen impactos ambientales significativos que afectan a la vegetación, la fauna, el suelo, el agua superficial y subterránea, la atmósfera, la población, la economía y el paisaje.

Palabras clave: Medio ambiente; minería; impacto ambiental.

* Trabajo tutorado por la Dra. Mayda Ulloa Carcassés y el Dr. Domingos das Neves Margarida.
Recibido: 21 julio 2014 / Aceptado: 30 marzo 2015.

Environmental and mining characterization of the Catoca mining society of the Republic of Angola

Abstract: The production structure of the Catoca Mining Society was characterized as well as its geological and techno'-mining characteristics. The environmental impact caused by open pit mining in the kimberlitic ore body was identified as well as the overall action items to mitigate the negative environmental effects. During the identification, empirical and theoretical methods of the scientific investigation were applied to properly meet the scheduled objectives. A methodology was followed through in which the techniques, the procedures and the methods of research were summarized. This allowed understanding, evaluating and determining the environmental impact of the mining project of the Catoca mining society. The mining activities carried out in the Catoca mining society have a significant environmental effect on the vegetation, fauna, soils, surface and underground water streams, atmosphere, the economy and the landscape.

Key words: environment; mining; environmental impact.

Introducción

La minería constituye una de las más importantes fuentes de obtención de materias primas para la humanidad. Su práctica afecta considerablemente el medio ambiente y algunas empresas que practican esta actividad no conceden adecuada importancia a la rehabilitación de los espacios degradados por la misma.

En la actualidad, con el aumento de la capacidad humana de transformar el entorno natural, se ha originado un desequilibrio entre los deterioros ocasionados y la capacidad de recuperación del medio frente a los mismos. Pero a la vez, es evidente que no se puede prescindir de la minería, actividad básica dedicada a la obtención de los georrecursos para el abastecimiento a la sociedad de las materias primas necesarias para mejorar su calidad de vida, su progreso y su destino.

Cuando la extracción de materiales se realiza irracionalmente sin una planeación de la explotación, los problemas generados después del abandono son muy graves debido a que los taludes quedan inestables y se producen deslizamientos, que a su vez pueden generar pérdidas de vidas humanas. Otros problemas ocasionados por una explotación no planificada es la pérdida del suelo superficial, contaminación de las aguas superficiales, emisiones de polvo y de ruido.

La minería a cielo abierto es una actividad industrial de alto impacto ambiental, social y cultural. Se considera insostenible por definición, en la medida en que la explotación del recurso supone su agotamiento. Las innovaciones técnicas que ha experimentado a partir de la segunda mitad del siglo XX han modificado radicalmente la actividad; de modo que se ha pasado del aprovechamiento de vetas subterráneas de gran calidad, a la explotación en minas a cielo abierto de minerales de menor calidad diseminada en grandes yacimientos.

Salinas (1993, citado por AECO-AT1) identifica las siguientes actividades individuales como posibles causas de impactos ambientales durante la fase de exploración:

Preparación de los caminos de acceso

Mapeos topográficos y geológicos

Montaje de campamentos e instalaciones auxiliares

Trabajos geofísicos

Investimientos hidrogeológicos

Aperturas de zanjas y pozos de reconocimiento
Tomas de muestras.

Durante la fase de explotación, los impactos que se producen están en función del método seleccionado para utilizar, según la característica del yacimiento.

Diversos autores (Vaughan, 1989; Salinas, 1993; Elizondo, 1994; citado por AECO-AT1) abordan los principales impactos ambientales como consecuencia de la minería a cielo abierto.

Sobre la base de la experiencia internacional el desarrollo de la actividad extractiva requiere un modelo de recuperación integral en el que no solo se contemplen actuaciones de rehabilitación ecológica del medio degradado, si no que se dé un nuevo uso al territorio dotándolo de un valor complementario al que posee por la existencia del recurso mineral a explotar.

Existen, de forma general, graves problemas de impactos antrópicos negativos al ambiente como el desvío de ríos al nuevo curso definitivo, curso y lecho de río explotado y abandonado sin un debido tratamiento de restauración, agua de tratamiento de los inertes retornado al río sin tratamiento previo, desforestación y quemas de vegetación, contaminación de las aguas, polución del aire y ruido en la área de explotación. Esta situación impone la necesidad de adopción de un mecanismo que obligue a los proyectos de mineros diamantíferos a cumplir lo establecido en la legislación minero-ambiental en vigor y lo relativo al decreto 51/04, respecto a la evaluación de impacto ambiental (EIA). Otro aspecto importante es la de promover urgentemente la elaboración de planes de contingencia en los proyectos en curso.

El estudio bibliográfico de la realidad minera angolana ha permitido establecer que a pesar de que existen regulaciones nacionales para la protección del medio ambiente en zonas de laboreo minero, no todas las empresas mineras las ponen en práctica, por lo que se producen afectaciones al medio ambiente y a la salud humana. Se considera indispensable, además, que el Estado defina claramente a los garimpos desde una perspectiva económica y social, de tal forma que puedan tener acceso a diversos instrumentos de gestión, y también se requiere que se simplifique los procesos de legalización para el establecimiento de garimpos.

Angola cuenta con más de diez minas de diamantes, entre las que se destacan la Sociedad Minera Catoca, Sociedad Minera del Luó, Sociedad Minera del Cuango, Sociedad de Desarrollo Mineiro, Proyecto Chitotolo, Proyecto Fucauma, Proyecto Lucapa, Ferrangol, Geomineral Angola. El país posee grandes reservas de diamantes (estimado en 180 millones de quilates), principalmente en las provincias de Lunda Norte y Lunda Sur, en la parte central y noreste del país.

Hasta la fecha, aproximadamente 700 kimberlitos se han localizado en el territorio nacional. La mayoría de los kimberlitos de diamantes ricos se encuentran a lo largo de noreste suroeste que se extiende hasta la República Democrática del Congo.

El país en la actualidad vive un momento importante para su crecimiento y desarrollo sustentable que se basa en políticas y estrategias definidas por el gobierno sobre la necesidad de que la minería sea compatible con la preservación y recuperación ambiental y el ordenamiento territorial.

La Sociedad Minera Catoca en el área de Saurimo explota su yacimiento a cielo abierto. Posee un Sector de Medio Ambiente, como parte integrante del Departamento de Sustentabilidad, cuyas atribuciones en la estructura de su organización son: elaborar Políticas y Programas de Gestión Ambiental y dirigir el Plan Director de Medio Ambiente basado en la ISO 14001. Su política ambiental se fundamenta en el lema "La minería es necesaria, preservar el medio ambiente es posible" que aspira a desarrollar de forma responsable (Endiama, 2012).

No obstante, aún su actividad ambiental no es comparable con los estándares internacionales. Produce importantes niveles de contaminación al no incluir la dimensión ambiental en todo el proceso de producción, según lo establecido en la legislación ambiental del país. Hasta la fecha, no se han realizado las investigaciones necesarias para establecer correctamente sus efectos ambientales y no se cuenta con una caracterización general de la empresa que incluya, además de los aspectos minero-técnicos, la situación ambiental de la cantera.

Lo anterior ha generado la necesidad de realizar un estudio para caracterizar, desde el punto de vista minero-ambiental, la actividad de la Sociedad Minera Catoca para establecer sus efectos sobre el medio ambiente y proponer medidas que contribuyan a minimizar los impactos negativos.

Caracterización minero-técnica y geológica de la Sociedad Minera Catoca

Angola se ha convertido en uno de los países más importantes en la producción de diamantes del planeta (Janse y Sheahan, 1995). Esto se debe al papel significativo que ha alcanzado en la explotación del kimberlito diamantífero de Catoca, ubicado al noreste de la República de Angola, en la provincia de Lunda Sur. El mismo se localiza en las estructuras de Lucapa, en un sistema de fallas extensional del sistema Cretácico que se extiende en dirección NE-SW (De Carvalho, Tassinari & Alves, 2000; Guiraud et al., 2005).

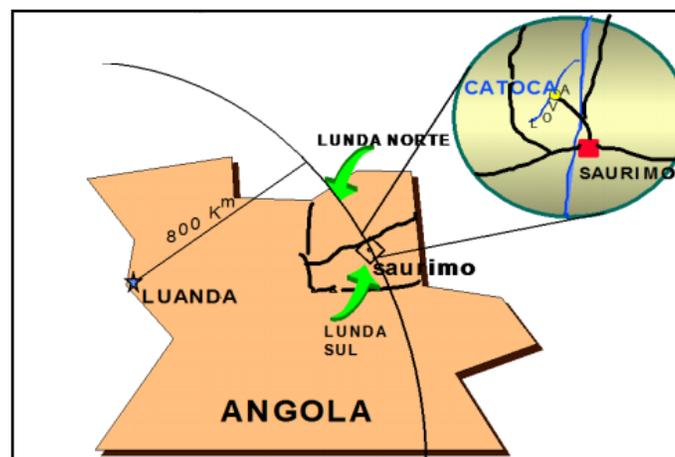


Figura 1. Ubicación geográfica de la Sociedad Minera Catoca.

El clima de la región es tropical, con dos estaciones típicas durante el año: la época lluviosa que dura desde finales de agosto hasta inicios de mayo y la estación seca que se extiende de mayo a agosto. La temporada donde se registran más lluvias es de noviembre a marzo.

La red hidrográfica está orientada en la dirección norte, en parte de la cuenca hidrográfica del río Congo que comprende los ríos Luembe, Chicapa, Luachimo, Chiumbe y Luxico. El río Chicapa es el más importante, pues corre a lo largo del límite este de la concesión Catoca, que se encuentra en la vertiente derecha del valle del río Lova, uno de sus afluentes.

La región posee importantes recursos naturales. Los diamantes se caracterizan por alta calidad, presentan los dos principales tipos comercializables: joyería e industria. Además, existen materiales de construcción, como la arcilla, para la fabricación de ladrillos, arenas arcillosas y arcillas-arenosas para relleno; gneises y cuarcitas para la

fabricación de áridos. En la actualidad, existen buenas perspectivas de utilización de las rocas estériles (gneises) de la mina de Catoca como material de construcción.

El relieve de la región está representado por una planicie, que es la parte este del peniplano Lunda, con inclinación general de la superficie sur-norte, con cotas absolutas entre 1 078 m y 1 036 m. Representa una sabana típica-estepa tropical con abundante cobertura herbácea y raros árboles y arbustos que conforman las márgenes de los valles de los ríos.

La instalación de la Sociedad Minera Catoca ha favorecido el flujo migratorio de la población hacia esta región, generando fuentes de empleo, lo que se evidencia en las construcciones de la cercanía del proyecto y en la misma sede provincial de Saurimo. Las condiciones climáticas y naturales de la región son muy favorables para la práctica de la producción agropecuaria intensiva, como la horticultura y la producción de carne y leche durante todo el año.

Las redes viales son limitadas al transporte por carretera y aéreo. La comunicación vial entre Catoca y las sedes provinciales de Saurimo y Dundo se realiza por carretera asfaltada. Dentro del área de la concesión, las vías están bien definidas y en óptimo estado; el transporte de los trabajadores de Saurimo y de los poblados circundantes, hasta su local de trabajo, se hace diariamente por ómnibus de la empresa.

En la mina de Catoca la explotación del yacimiento kimberlítico se realiza a cielo abierto debido a la ubicación del cuerpo mineral. El método de apertura es por trinchera. Los trabajos mineros que se realizan empiezan desde el desbroce del área a explotar hasta la carga de la masa minera. El desbroce se realiza con buldócer y es uno de los procesos mineros que afecta considerablemente el medio ambiente.

Las escombreras ocupan un área en la superficie de la mina y a través de las precipitaciones, en algunos meses del año, las partículas son arrastradas hacia las cuencas hidrográficas, contaminando de esta forma los mantos freáticos existentes en la región; así como también al aire, debido a la formación de polvo por el poco enlace entre las partículas. El proceso minero se desarrolla a través de dos tipos de operaciones: principales y auxiliares.

La Sociedad Minera Catoca cuenta con un departamento de explotación minera conformado por seis sectores: trabajos preparatorios, explosivos, topografía y geodesia, planeamiento minero, terraplén y operaciones, el cual se compone de cuatro equipos que laboran en turnos rotativos. Además, en la dirección participa un responsable de operaciones y otro para la planificación minera.

Principales operaciones mineras

Las operaciones principales de la mina son:

- Arranque de la roca: con perforación y explosivos para la roca dura (gneises) y con retroexcavadora para roca blanca
- Carga y transportación de la roca
- Formación de escombrera
- Extracción del mineral: con explosivos o sin explosivo
- Transportación del mineral
- Tratamiento del mineral.

Además, se realizan las operaciones auxiliares siguientes:

1. Trabajos topográficos
2. Construcción de zanjas y diques
3. Alargamiento de las vías o caminos mineros.

La mina de Catoca posee una geometría circular bien definida, con dimensiones de 900 m x 900 m. Los primeros trabajos de apertura se realizaron en la parte septentrional del yacimiento, por ser la que menor relación estéril-mineral presentaba.

El sistema de transporte es combinado, empleando retroexcavadoras, excavadoras, camiones y bandas transportadoras.

Características ambientales de la Sociedad Minera Catoca

La Sociedad Minera Catoca explota el yacimiento kimberlítico por el método a cielo abierto. Posee un departamento de Seguridad del Trabajo y el Ambiente y un Sistema de Gestión Ambiental consolidado. Ha adoptado el lema "La explotación minera es necesaria, preservar el medio ambiente es posible". En este marco desarrolla proyectos dedicados a mejorar su desempeño ambiental.

Los expertos consultados identificaron, a través de listas de chequeo, como operaciones principales de la mina susceptibles de producir impactos las siguientes:

Arranque de la roca: con perforación y explosivos para la roca dura (gneises) y con retroexcavadora para roca blanca

Carga y transportación de la roca

Formación de escombrera

Extracción del mineral: con explosivos o sin explosivo

Transportación del mineral

Tratamiento del mineral.

El sistema de transporte es combinado, con el empleo de retroexcavadoras, excavadoras, camiones y bandas transportadoras.

Además, se realizan las operaciones auxiliares siguientes:

-Trabajos topográficos: se realiza el levantamiento del área para, posteriormente, empezar los trabajos mineros.

-Construcción de zanjas y diques. Debido a que el macizo está formado por 37 % de agua, cuando se realiza una excavación son notables pequeños caudales de agua. Para contrarrestar su efecto en la actividad minera se construyen diques de manera que permitan dirigir el curso de los mismos.

-Construcción de caminos mineros: Para la circulación de los medios de transporte en

la mina es necesario la construcción de vías de accesos y su constante mantenimiento.

Esta investigación centra su objetivo en los aspectos relacionados con los procesos mineros, y no considera lo concerniente a la preparación mecánica.

A través de la técnica anterior se determinaron, además, los principales factores del medio susceptibles de recibir impactos ambientales (Tabla 1).

Las actividades mineras comprenden diversas etapas, cada una de las cuales afecta determinados factores ambientales, según se muestran a continuación en la matriz de identificación (Tabla 2).

Tabla 1. Factores del medio susceptibles de recibir impactos

Medio	Factor ambiental
Medio abiótico	Suelo Atmósfera Agua superficial y subterráneo Paisaje
Medio biótico	Flora Fauna
Medio socioeconómico	Población Economía

Tabla 2. Matriz de identificación de efecto

Etapas del proceso minero	Factor ambiental
Prospección del yacimiento	Vegetación Fauna
Desarrollo minero	Suelo Agua superficial
Explotación minera	Vegetación Fauna Suelo Agua superficial y subterránea Atmósfera Población Economía Paisaje

La identificación de las acciones mineras y los factores ambientales permitió, a través de una matriz de interacción, identificar los impactos ambientales en cada uno de los medios (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz de interacción acción-impacto

Operaciones mineras	Impactos ambientales
Prospección del yacimiento	Pérdida de la vegetación en general y la ribereña acuática en particular Migración de la fauna
Desarrollo minero	Eliminación del suelo Cambios en la geomorfología Contaminación del agua superficial Contaminación atmosférica
Explotación minera	Pérdida de la vegetación en general y la ribereña acuática en particular Migración de la fauna Alteración del suelo Cambios en la geomorfología Contaminación del agua superficial y subterránea Contaminación atmosférica Pérdida de los atributos paisajísticos Aumento del nivel de vida de la población Aporte económico a la región y al país

La interacción acción-impacto permitió establecer las causas que generaron el impacto y su consecuente caracterización (Tabla 4).

Tabla 4. Caracterización de los impactos ambientales

Operaciones mineras	Caracterización de los impactos ambientales
Prospección del yacimiento	-Pérdida de la vegetación en general y la ribereña acuática en particular debido a la tala y eliminación de la misma
Desarrollo minero	-Migración de la fauna por pérdida del hábitat -Eliminación del suelo por los trabajos de destape y movimiento de tierra -Cambios en la geomorfología por la creación de huecos y depresiones. -Cambios de uso del suelo por ocupación de escombreras -Contaminación del agua superficial por la adición de contaminantes líquidos y sólidos debido al desvío y

	represamiento de los ríos -Contaminación atmosférica por polvos y gases de la explosión y el tráfico de vehículos automotores
Explotación minera	-Pérdida de la vegetación en general y la ribereña acuática en particular -Migración de la fauna por ruido y polvo -Alteración del suelo por huecos y depresiones -Cambios en la geomorfología -Contaminación del agua superficial y subterránea por adición de contaminantes sólidos y líquidos -Contaminación atmosférica por polvos y gases de la explosión y el tráfico de vehículos automotores -Modificación de las características visuales y armonía del paisaje -Aumento del nivel de vida de la población por generación de empleo -Aporte económico a la región y al país por la comercialización de diamantes

La recuperación de las áreas degradadas por la minería debe integrarse a los diferentes procesos mineros durante toda la vida útil de la mina, de manera ordenada y planificada desde el inicio y la planificación del proyecto de explotación. Evidentemente, esta mina comenzó a operar con anterioridad a la consolidación de la actual visión de minería responsable, por lo tanto, su política ambiental debe adaptarse a las exigencias y prácticas contemporáneas.

Implementar las medidas de recuperación de las áreas degradadas durante todas las etapas de vida de la mina permite:

- a) reducir los pasivos ambientales,
- b) demostrar a los órganos reguladores el cumplimiento de los compromisos de protección y recuperación ambiental,
- c) que la empresa adquiera con antelación los conocimientos y experiencias necesarios para desarrollar un proceso eficiente y eficaz de recuperación ambiental.

Un proceso eficaz de rehabilitación es aquel que cumple los objetivos de recuperación, estos objetivos deben ser establecidos para cada mina. Al mismo tiempo, un proceso eficiente de rehabilitación es el que utiliza el menor volumen de recursos (físicos, humanos y financieros) para cumplir sus objetivos.

La recuperación de las zonas degradadas debe tenerse en cuenta en las diferentes etapas de desarrollo de la mina: planificación, operación y cierre.

-En la planificación

La planificación de la rehabilitación ambiental debe formar parte del proyecto de explotación, lo cual constituye una actividad compleja que incluye:

a) la preparación del plano de rehabilitación de las áreas degradadas durante la planificación inicial de la mina (planificación de los frentes de trabajos y los estudios ambientales correspondientes) y su actualización periódica durante toda la vida útil de la mina.

b) Estimar los costos de la rehabilitación de las zonas dañadas para garantizar su financiamiento contable.

-Durante la operación

La implementación de programas de rehabilitación de áreas dañadas incluye trabajos que pueden ser clasificados en cuatro grupos:

- (I) Prácticas edáficas
- (II) Prácticas topográficas y geotécnicas
- (III) Prácticas hídricas y
- (IV) Prácticas ecológicas.

Las prácticas edáficas están relacionadas al manejo y protección del suelo. Este grupo de prácticas incluye la remoción selectiva del suelo superficial, acciones de prevención de la contaminación por productos químicos y de prevención de la erosión, entre otras.

Las prácticas de carácter topográfico y geotécnico incluyen el remodelamiento del terreno afectado por las actividades mineras.

Las prácticas hídricas se relacionan con la conservación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Las prácticas ecológicas tienen que ver con la recuperación de los ecosistemas dañados.

Sistema de medidas preventivas, correctoras y de mitigación

Las medidas preventivas son aquellas que deben ser tomadas en la fase de localización y diseño del proyecto. Están encaminadas a prevenir y reducir la magnitud de las influencias negativas que tiene un proyecto sobre el medio ambiente, la que se consigue limitando la intensidad de la acción que lo provoca.

Una vez identificados los impactos, corresponde considerar las medidas correctoras que mitiguen los efectos derivados de la actividad contemplada, teniendo en cuenta que dichas medidas no tengan a su vez repercusiones negativas en el entorno. Es importante valorar que gran parte de la eficacia de estas medidas depende de su aplicación simultánea con el proyecto de explotación.

Medidas aplicables para la mitigación de los efectos causados por los impactos negativos sobre cada componente ambiental

Protección al suelo y orillas del río:

- Extraer cuidadosamente la capa vegetal antes de empezar los trabajos de destapes para proteger las especies existentes o para posteriormente poder ser utilizadas en algunos lugares a rehabilitar con la misma vegetación.
- Ocupar menor área de escombros posible en la superficie de la mina.
- Utilizar los escombros y aplicar medidas necesarias para luchar contra la erosión.
- Retornar los ríos después de la explotación para evitar ruptura.

Protección al agua superficial y subterránea:

- Lavar siempre los equipos utilizados para la explotación en los lugares apropiados, como por ejemplos en los talleres, de modo que se evite el derrame de sustancias combustibles y lubricantes para no afectar el suelo y también los mantos acuíferos

existentes en la región.

- Minimizar las afectaciones a las áreas de vegetación.
- Protección de la atmósfera: ruido, calidad del aire: o aislamiento de la planta de preparación mecánica mediante pantallas sónicas, utilizando el material de rechazo hasta una altura tal que amortigüe el ruido.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria para lograr el uso efectivo del combustible.
- Mejoramiento de las vías de acceso principales al yacimiento y cumplimiento del régimen de velocidad de circulación establecido para los vehículos.
- Regar periódicamente los caminos para reducir la resuspensión de las partículas de polvo sedimentadas.
- Racionalización de las áreas de excavación.

Protección a la vegetación:

- Desbrozar simplemente el área que será explotada de forma que reduzca el impacto ambiental.
- Promover la revegetación entre las organizaciones sociales y de masas de los pobladores de la zona, con ayuda de la empresa minera y de sus trabajadores e impulsar un movimiento de recuperación de plantas endémicas.

Protección a la fauna:

- Propiciar con medidas complementarias el retorno de los representantes de la fauna del territorio.
- Mantener el control constante de las especies existente en la región.

Protección a la población:

- Ubicar la toma de agua para uso y consumo de la población, fuera de la zona de influencia de la extracción y facilitar a la comunidad afectada los medios para la instalación y acopio de agua potable.
- Apoyar la implementación de un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.
- Realizar seminarios donde se explique sobre la minería y sus impactos al medio ambiente para mejorar el conocimiento de la población y minimizar los efectos negativos.

Protección al paisaje y morfología:

- Implementar medidas con el objetivo de reducir la visibilidad de las instalaciones, modificando la vía de acceso a la planta para evitar la percepción visual desde las carreteras.
- Utilizar pantallas visuales para evitar la observación directa de la planta de preparación mecánica desde la carretera.
- Buscar un uso alternativo de los estériles y materiales no aprovechables.

Conclusiones

Se realizó una caracterización minero-ambiental de la Sociedad Minera Catoca para establecer sus efectos sobre el medio ambiente y proponer medidas que contribuyan a minimizar los impactos negativos.

Las principales acciones mineras que se desarrollan en la Sociedad Minera Catoca producen impactos ambientales significativos que afectan a la vegetación, fauna, suelo, agua superficial y subterránea, atmósfera, población, economía y paisaje.

La aplicación consecuente del sistema de medidas propuesto contribuirá a minimizar los impactos negativos producidos por la explotación minera en la Sociedad Minera Catoca.

Referencias bibliográficas

- AECO-AT para el Frente Nacional de Oposición a la Minería de Oro a cielo abierto de Costa Rica. 2007: Minería de oro a cielo abierto y sus impactos ambientales. [en línea]. Consultado: 10 nov 2012. Disponible en: http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Mineria/Mineria_de_oro_a_cielo_abierto_y_sus_impactos_ambientales
- ENDIAMA, E. 2012: Seminario sobre medio ambiente: Explotar es necesario y preservar es posible. Gobierno de la República de Angola: Offset.
- DE CARVALHO, H.; TASSINARI, C. & ALVES, P. H. 2000: Geochronological review of the Precambrian in western Angola: links with Brazil. *Journal of African Earth Sciences* 31(2): 383-402.

GUIRAUD, R.; BOSWORTH, W.; THIERRY, J. & DELPLANQUE, A. 2005: Phanerozoic geological evolution of Northern and Central Africa: an overview. *Journal of African Earth Sciences* 43(1-3): 83-143.

JANSE, A. & SHEAHAN, P. 1995: Catalogue of world wide diamond and kimberlite occurrences: a selective and annotative approach. *Journal of Geochemical Exploration* 53: 73-111.