**VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE QUÍMICA**

**Evaluación de impacto ambiental en la planta de beneficio de oro y plata de Placetas**

***Environmental impact assessment at the Gold and Silver benefit of Placetas***

1. Ing. Suleidys Herrera Alvarez. Geominera del Centro, Cuba. [suleidys@gmc.gms.minem.cu](mailto:suleidys@gmc.gms.minem.cu)
2. Msc. Diana Expósito Sanabria. Geominera del Centro, Cuba. [diana@gmc.gms.minem.cu](mailto:diana@gmc.gms.minem.cu)
3. Msc. Denise Sánchez García. Geominera del Centro, Cuba. [denise@gmc.gms.minem.cu](mailto:denise@gmc.gms.minem.cu)
4. Msc. Emida Yera Sánchez. Geominera del Centro, Cuba. [emida@gmc.gms.minem.cu](mailto:emida@gmc.gms.minem.cu)

**Resumen**

Con el objetivo de evaluar el impacto ambiental que presenta la planta de beneficio de oro y plata de Palcetas se realizó este trabajo. Se utiliza la guía metodológica de evaluación de impacto ambiental de Conesa, 2000 para ello se elabora la matriz teniendo en cuenta 10 acciones de impacto identificadas en la etapa de beneficio del mineral (almacenamiento y manipulación de productos tóxicos, Consumo del agua, Generación y emisiones de residuos gaseosos, líquidos y sólidos, fallas y roturas, generación de empleo, Aprovechamiento de residuos, Condiciones de trabajo, Obtención de productos de alto valor agregado. Luego de identificadas las acciones y los componentes ambientales, se confeccionó la matriz de importancia. De la evolución resultaron 7 impactos perjudiciales y 3 impactos beneficiosos. Se caracterizaron los impactos distribuidos en la categoría de irrelevante y moderados. No existe impacto crítico, debido fundamentalmente que se cuenta con las medidas necesarias para evitar o minimizar los impactos. La aplicación de esta metodología identifica las acciones más perjudiciales y los factores ambientales más afectados, por lo que permite proponer las soluciones ambientales más adecuadas. La evaluación del impacto ambiental del proyecto puede resultar material de intercambio de experiencias entre investigadores del sector minero.

***Abstract:***

*With the objective of evaluating the environmental impact of the Palcetas gold and silver beneficiation plant, this work was carried out. The methodological guide of environmental impact assessment of Conesa, 2000 is used for this purpose, the matrix is ​​prepared taking into account 10 impact actions identified in the stage of mineral benefit (storage and handling of toxic products, Water consumption, Generation and emissions of gaseous, liquid and solid waste, faults and breakages, generation of employment, Use of waste, working conditions, Obtaining high added value products. After identifying the actions and environmental components, the importance matrix was drawn up. From the evolution resulted 7 harmful impacts and 3 beneficial impacts. The impacts distributed in the category of irrelevant and moderate were characterized. There is no critical impact, mainly due to the fact that the necessary measures are in place to avoid or minimize the impacts. The application of this methodology identifies the most damaging actions and the most affected environmental factors, thus allowing to propose the most appropriate environmental solutions. The evaluation of the environmental impact of the project can be a material for the exchange of experiences among researchers from the mining sector.*

**Palabras clave:** Evaluación del impacto ambiental, Matriz de importancia, Beneficio de oro y plata.

***Keywords:*** *Environmental impact assessment; Matrix of importance, Benefit of gold and silver.*

1. **Introducción**

Se denomina impacto ambiental al efecto que las actividades humanas ejercen sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales o transformados. Se define también como la alteración que produce un proyecto o acción en alguno de los componentes del medio, que abarcan dos ámbitos integradores: el humano y el ecológico se consideran en relación con los aspectos físicos, biológicos y humanos del ambiente, todo lo cual requiere de un estudio indispensable (Salinas, 2002). (Díaz, 2013)

La ley No. 81 del Medio Ambiente define la Evaluación de Impacto Ambiental como el procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del medio ambiente que traerían consigo tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas. (Delgado, 2015), (Espinoza, 2002)

Para el presente trabajo se partió de un estudio de la documentación existente con respecto al proceso tecnológico de la planta.

En el proyecto tecnológico el análisis se centra en la etapa de trituración, clasificación y molienda, las etapas de lixiviación con soluciones cianuradas, adsorción y desorción, electrolisis y fundición de los cátodos y lodos ricos en oro para la obtención del producto final, el metal Doré.

Como antecedente de este trabajo se revisó el estudio realizado en la planta antes de construirla y de su puesta en marcha por un grupo de experto que incluía especialistas del Centro de Química Aplicada de Villa Clara, el CIPIMM y trabajadores de la empresa Geominera del Centro.

Objetivos:

1. Describir y estudiar el entorno como base fundamental para diagnosticar los posibles impactos.
2. Identificar las causas que generan las acciones.
3. Caracterizar los impactos con la implementación de la matriz de importancia.
4. Evaluar los impactos y los factores impactados con la utilización de la matriz de Conesa.
5. Plantear las alternativas de mitigación.
6. **Metodología**

La planta se encuentra en Carretera de Fomentos km 21/2 Municipio Placetas. Esta ocupa un área de 17.4 ha, de las cuales 1.52 ha corresponden a la ubicación del depósito de colas se encuentra al Noroeste en un área contigua a las instalaciones y lagunas de emergencias y el resto a la planta de procesamiento y áreas aledañas.

Diagrama de bloque de la planta de procesamiento de oro. **Ver anexo 1**

Identificación

Para la identificación y evaluación de impactos, el grupo de trabajo evaluador, analizó los principales elementos de la información obtenida relacionada con las características de la Planta y el estado del medio ambiente actual.

Se realizó un análisis de los objetivos y justificación económica así como de otros aspectos que incluyen magnitud de la obra en términos económicos, materia prima, características, recursos naturales a utilizar, productos finales, aguas residuales y tratamiento de las mismas, proceso tecnológico, señalando etapas del proceso, equipamiento, capacidades, entre otros.

Respecto al estado actual del medio ambiente se analizaron criterios relacionados con geología, geomorfología, tipo de suelo, características de las aguas superficiales y subterráneas, descripción del clima, niveles de contaminación de las aguas y del aire, características del paisaje, vegetación y fauna. La herramienta utilizada para realizar la evaluación de los impactos es la Guía metodológica de Evaluación de impactos ambientales de ***Conesa, 2000***.

La Importancia de un impacto toma valores entre 13 y 100 y se calcula por la fórmula:

I = (3I + 2 Ex + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)

Donde:

I = Intensidad

Ex = Extensión.

MO = Momento.

PE = Persistente.

RV = Reversibilidad.

SI = Sinergia.

AC = Acumulación.

EF = Efecto.

PR = Persistencia.

MC = Medidas correctoras.

Para la realización de los cálculos se utilizan las técnicas de Microsoft Excel.

Según la metodología la clasificación de la importancia se realiza de la siguiente forma:

* Valores inferiores a 25 son irrelevantes.
* Entre 25 y 50 son moderados.
* Entre 50 y 75 son severos.
* Mayores de 75 son críticos.

A cada uno de estos criterios se le asignan valores numéricos que están vinculados con una descripción cualitativa de ellos, según la ponderación dada por ***Conesa, 2000.***

1. **Resultados y Discusión.**

**Evaluación de impactos ambientales. Fase de funcionamiento, Etapa de beneficio del mineral.**

Las ***acciones impactantes*** (AFi) y factores impactados en la fase de funcionamiento son:

AF1 Almacenamiento y manipulación de productos tóxicos.

AF2 Consumo del agua

AF3 Generación y emisiones de residuos gaseosos

AF4 Generación y emisión de residuos líquidos.

AF5 Generación y emisión de residuos sólidos.

AF6 Fallas y roturas.

AF7 Generación de empleo.

AF8 Aprovechamiento de residuos.

AF9 Condiciones de trabajo.

AF10 Obtención de productos de alto valor agregado.

**Factores impactados**

Los factores impactados se denotarán por Fi.

F1 Aire.

F2 Suelo y subsuelo.

F3 Aguas

F4 Flora.

F5 Fauna.

F6 Uso del territorio.

F7 Economía.

F8 Población.

F9 Trabajador directo.

A continuación se presenta la matriz de impacto ambiental y seguido la matriz de evaluación de impacto ambiental.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Factor Ambiental Impactado** | **Acción Impactante** | | | | | | | | | |
| **AF1** | **AF2** | **AF3** | **AF4** | **AF5** | **AF6** | **AF7** | **AF8** | **AF9** | **AF10** |
|
|
|
| **F1** | X |  | X |  |  |  |  |  | X |  |
| **F2** | X | X |  | X | X |  |  | X | X |  |
| **F3** | X | X |  | X | X | X |  | X | X |  |
| **F4** | X |  | X | X | X | X |  | X | X |  |
| **F5** | X |  | X | X | X | X |  | X | X |  |
| **F6** |  |  | X | X |  |  | X | X | X |  |
| **F7** |  | X |  | X | X | X | X | X | X | X |
| **F8** | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **F9** | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

Tabla 1. Matriz de identificación de impactos ambientales.



Tabla 2. Matriz de evaluación de impacto ambiental

**Análisis de resultados de la matriz de la Fase de funcionamiento, Etapa de beneficio del mineral.**

**Aire (F1)**

En relación a la fase de funcionamiento hay varias acciones impactantes negativas de magnitud moderada que producen contaminación atmosférica. Estas acciones están asociadas con almacenamiento y manipulación de productos tóxicos (AF1), generación y emisión de residuos gaseosos.

De acuerdo a la tecnología empleada se identifica como contaminante atmosférico el polvo procedente del proceso de trituración.

Dado a que en la producción de oro se utiliza cianuro de sodio, hipoclorito de sodio (en caso de ser necesario) y diesel entre otros, el almacenamiento de las materias primas se convierte en un elemento importante, el cual se ha concebido desde la etapa de estudio de factibilidad con todas las normas técnicas y fichas de seguridad vigentes a tales efectos.

**Suelo y subsuelo (F2)**

Afectan negativamente este factor, el almacenamiento y manipulación de productos tóxicos (AF1), generación y emisiones de residuos líquidos (AF4), generación de residuos sólidos (AF5), aprovechamiento de residuos (AF8).

La generación y emisión de residuos líquidos y el propio proceso productivo impactan al suelo y subsuelo debido a posibles contingencias tales como roturas (AF6) de la geomembrana de impermeabilización o la ocurrencia de catástrofes naturales. La planta cuenta con la instalación de doble geomembrana y una presa para casos de emergencia, requisitos fundamentales de seguridad para garantizar la seguridad tecnológica y ambiental de la instalación.

El aprovechamiento de los residuos líquidos AF8 influye positivamente al disminuir sensiblemente los volúmenes de agua manejados lo que facilita su tratamiento y disposición final reduciendo la posibilidad de afectación al suelo y subsuelo.

La ocurrencia de accidentes en el almacenamiento y manipulación de productos tóxicos puede causar la contaminación de los suelos, la entidad realiza un trabajo seguro a partir del uso de las recomendaciones dadas por las fichas de seguridad de las sustancias.

**Aguas Subterráneas y superficiales (F3)**

Las aguas pueden ser afectadas negativamente por el almacenamiento y manipulación de productos tóxicos (AF1), consumo del agua (AF2), generación y emisión de residuos líquidos (AF4), generación de residuos sólidos (AF5), fallas y roturas (AF7) y de forma positiva el aprovechamiento de residuos (AF 9).

Las aguas residuales albañales y las industriales reciben tratamiento adecuado y no debe haber contaminación significativa sobre las aguas subterráneas de cumplirse correctamente con todas las normas de explotación, el tratamiento de las aguas albañales se realiza a través del uso de fosas sépticas. El no mantenimiento de estas fosas o fallas y roturas (AF6) pudieran ocasionar la contaminación a mediano y/o largo plazo de este factor.

La acción impactante AF8 (aprovechamiento de residuos) es de naturaleza positiva al ser reciclado el licor pobre al proceso, lo que disminuye la posibilidad de contaminación.

La Planta cuenta con cuatro pozos de monitoreo para la detección de una posible rotura en la geomembrana.

Estos impactos, de producirse, se consideran reversibles a largo plazo. El aprovechamiento de corrientes de aguas residuales industriales (AF8) favorece este factor al permitir que corrientes tan contaminantes se agoten sin peligro de contaminación severa.

**Flora (F4)**

La vegetación es impactada negativamente por la mayoría de las acciones impactantes relacionadas, aunque de forma moderada. Las condiciones climáticas severas adversas pueden acentuar el efecto que estos impactos causarían sobre la vegetación.

**Fauna (F5)**

En esta etapa la fauna podrá ser afectada por el almacenamiento y manipulación de productos tóxicos (AF1), consumo del agua (AF2), generación y emisión de residuos gaseosos (AF3), generación de ruido y vibraciones, generación y emisión de residuos líquidos (AF4), la generación de residuos sólidos (AF5), fallas y roturas (AF6) y de forma positiva y moderado el aprovechamiento de residuos (AF8).

Se debe señalar que la magnitud del impacto no es significativa pues elárea de afectación es pequeña (21523.94 m2) y la misma se encuentra antropizada por las acciones constructivas y productivas anteriores (antigua fábrica de espejuelos).

**Uso del territorio (F6)**

Es una acción impactante de naturaleza positiva sobre este factor la generación de empleo (AF7). Esta acción contribuye favorablemente a la activación del territorio, al desarrollo del mismo y genera otras actividades que lo valorizan.

**Economía (F7)**

Sobre este factor ejercen acciones positivas, generación de empleo (AF7), aprovechamiento de residuos (AF8), además se obtiene un producto de alto valor ya que crecerá la economía local y nacional, por otra parte aumentarán los niveles de empleo con un beneficio económico a la población. No obstante, se deben efectuar las medidas de control necesarias por la posibilidad latente de impacto negativo del resto de los factores.

**Población (F8)**

Son acciones del proyecto que impactan negativamente a la población el almacenamiento y manipulación de productos tóxicos (AF1), generación y emisión de residuos gaseosos (AF3), generación de ruido y vibraciones, generación y emisión de residuos líquidos (AF4), generación de residuos sólidos (AF5), fallas y roturas (AF6) y de forma positiva y moderado la generación de empleo (AF7).

Estos impactos pueden tener una acción inmediata sobre la población. Están asociados fundamentalmente a las posibles generaciones de residuos y a accidentes por fallas, roturas y mal almacenamiento y manipulación de productos tóxicos

Los impactos positivos se asocian a los beneficios que recibe la población por el desarrollo de recursos y de una actividad económica que no existía y por el incremento del nivel ocupacional como consecuencia de un nuevo proceso productivo.

**Trabajador directo (F9)**

El trabajador directo se ve afectado negativamente por el almacenamiento y manipulación de productos tóxicos (AF1), generación y emisión de residuos gaseosos (AF3), generación de ruido y vibraciones, generación y emisión de residuos líquidos (AF4), generación de residuos sólidos (AF5), fallas y roturas (AF6) y condiciones de trabajo (AF9) y de forma positiva y moderada la generación de empleo (AF8).

Se prevé la protección del trabajador directo con todos los medios individuales y colectivos, así como una adecuada capacitación en seguridad tecnológica, ambiental e higiene del trabajo.

Medidas

Utilización de tapacetes durante la transportación del mineral entre la mina de Descanso y la planta de beneficio en Cumbres.

Cumplir las regulaciones establecidas para la operación de la fosa séptica:

* Mantener un nivel de DBO en el líquido de menos de 60 mg / L en el efluente.
* Limpieza de la fosa séptica cada 6 meses.
* Mantenimiento de la fosa séptica cada 1 año.
* Mantenimiento y limpieza frecuente de trampas de grasa.

Uso de medios de protección individual y colectiva.

Garantizar el correcto funcionamiento del sistema de extracción de gases en el horno de fundición.

**MEDIDAS DE MITIGACION POR AREAS DE TRABAJO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | ETAPAS DEL  PROCESO | CONTAMINANTES | MEDIDA DE MITIGACIÓN |
| 1 | Trituración, molienda y clasificación. | Emisión de Polvo moderado | Diseño de un sistema de extracción de polvo. |
| 2 | Cianuración en tanques agitados. | Derrame de pulpa  cianurada | Canalizar las pulpas hacia pozo de sedimentación para su posterior tratamiento junto con la pulpa que se enviará a la colera. |
| 3 | Adsorción de oro en  Carbón activado. | Vertimiento de Pulpas cianuradas agotadas. | Tratamiento previo y deposición en la colera. |
| 4 | Elución –Electrólisis. | Purga de licor pobre, lodos anódicos (contiene impurezas) | Bombear la purga tratada hacia presa de colas.  Disposición de los lodos en el depósito de colas.  Carbón agotado no regenerable quemado y fundida la ceniza. |
| 5 | Lavado del Carbón eluido. | Aguas alcalinas (NaOH). | Reusar para el lavado del carbón eluido. |
| 6 | Lavado con HCL (2-3%) del carbón a eluir y del carbón regenerado. | Efluentes ácidos | Canalizar hacia tanque de neutralización. |
| 7 | Activación Térmica (Horno tipo rotatorio) | Emisión de gases (CO2, CO) | Diseño de chimenea para combustión y expulsión gases. |
|  | Lavado de cátodos | Aguas alcalinas | Canalizar hacia el lavado del carbón eluido. |
| 8 | Digestión ácida de la lana de acero. | Efluentes ácidos | Canalizar hacia tanque de neutralización. |
| 9 | Fundición  (Horno de inducción eléctrico) | Mínima emisión de gases a la atmósfera. | Sistema de extracción de gases. |
| 10 | Preparación de solución cianurada y suspensión alcalina. | Derrame de solución cianurada y emisión de polvo. | Canalizar los derrames hacia piscina de tratamiento.  Diseño de campana de extracción. |

Tabla 3. Medidas de mitigación por áreas de trabajo

**Consideraciones generales**

Independientemente de todos los impactos que han sido analizados anteriormente, la Planta en su gestión ambiental, contempla una serie de medidas en función de mitigar o eliminar la magnitud de muchas de las posibles afectaciones.

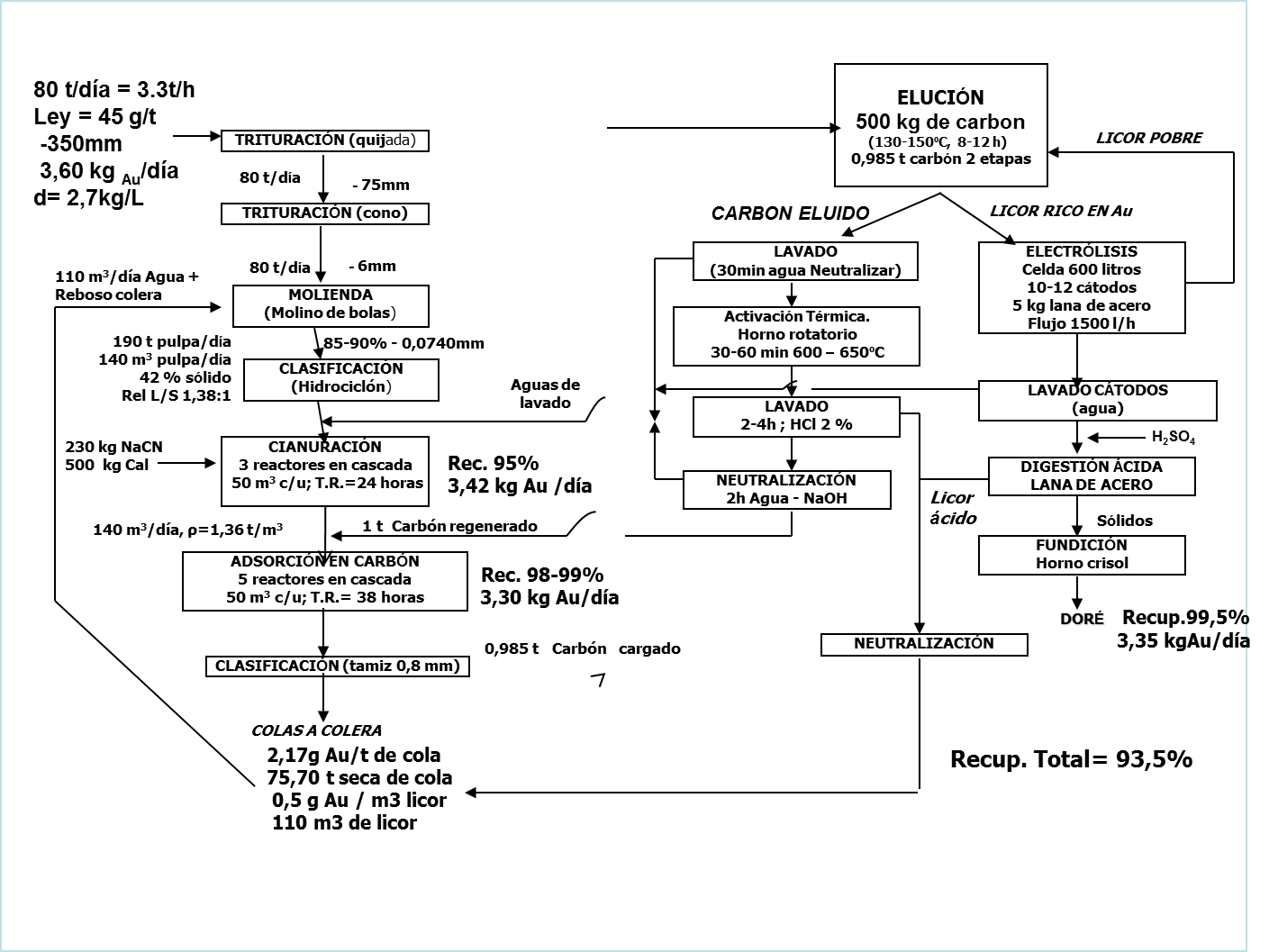
Entre estas medidas se destacan: la extracción de material particulado, así como medidas de seguridad en función de la salud y bienestar del personal que labora en el área de fundición, garantizándose un mínimo de contaminación térmica y sónica.

Por otra parte se prevé la recirculación de una parte de las aguas residuales y un riguroso tratamiento de las mismas en casos de emergencia, para evitar las afectaciones al suelo, las aguas, la vegetación, la fauna existente y la población en general. La Planta cuenta con un tratamiento para el agua de pozo a emplear para el consumo, con el objetivo de lograr condiciones adecuadas de potabilización.

Se disponen de los planes de medidas contra catástrofes, instructivos para el manejo y uso de sustancias peligrosas y reglamento de seguridad del trabajo, los cuales tienen como objetivo no solo mitigar los posibles impactos sobre el medio, sino el de la protección y seguridad de la vida del hombre.

1. **Conclusiones**
2. El entorno fue estudiado y descrito siendo la base fundamental para el diagnóstico de los impactos encontrados.
3. Se identificaron las causas que generan las acciones, entre ellas se encuentra la generación y emisiones de residuos gaseosos, líquidos y sólidos, generación de empleo.
4. Los impactos impactos ambientales y los componentes ambientales han sido caracterizados, 7 perjudiciales y 3 beneficiosos.
5. Al evaluar los impactos y los factores impactados se determinó los más afectados negativamente de magnitud moderada esta asociados con el almacenamiento y manipulación de productos tóxicos (AF1) y generación y emisión de residuos gaseosos.
6. Las alternativas de mitigación fueron planteadas.
7. **Referencias Bibliográficas**
8. Conesa Fernández-Vítora, Vicente. "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental". Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 1997. 3ª edición. Referencia de la biblioteca de Filosofía: FL/ TD 194.6.C66.1997.
9. Delgado Diéz, Blasa; Garcías Fernández, Idalberto. 2015. Evaluación del Impacto ambiental de la tecnología para el procesamiento de una mena cuarzosa de oro.
10. Díaz Fernández, A; Anaya Alfonso, M.A.; Horta Junco, J.Z.; Padilla Cartas, M; Álvarez Maxam, N. 2013. Evaluación del impacto ambiental del proyecto de una planta de biooxidación de concentrado de flotación arsenopirítico aplicando la Matriz de Leopold.
11. Espinoza Guillermo. Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago-Chile. 2002.
12. Salinas, Eleazar; Rivera, Isauro; Carrillo, F. Raúl; Patiño, Francisco; Sánchez, Luis Enrique. 2002 II Curso Internacional de Aspectos geológicos de protección Ambiental, Departamento Engenharia de Minas,Escola Politécnica Universidad São Paulo.

**Anexos**

Anexo 1: Diagrama de bloque del proceso y descripción del proceso.

Descripción del proceso.

El proceso consta de las siguientes unidades que comentaremos de forma breve:

* Trituración primaria y secundaria y molienda. El mineral a razón de 80 t/día se descarga en una tolva, pasando al triturador de mandíbula (quijada). El mineral que sale del triturador pasa a la clasificación, el mineral mayor que los orificios del paño del tamiz, pasa a la trituración secundaria en un triturador de conos con el fin de garantizar la granulometría necesaria del mineral para pasar a la molienda, que se realizará en un molino de bolas con una clasificación por vía húmeda, en un clasificador de espiral o hidrociclón en circuito cerrado, la pulpa conteniendo la fracción a un 90 % por debajo de 200 mesh (0.074 mm) y una relación líquido sólido 2:1 entra en los tanques de agitación donde ocurrirá la lixiviación.
* Cianuración – Adsorción con carbón activado: La lixiviación se realiza con la adición de NaCN durante 24 horas. Los reactores reciben la producción de un día de trabajo por turno, la pulpa se agita con aspiración de aire para que ocurra la prereacción sometiéndose con posterioridad a las etapas de cianuración. La pulpa lixiviada irá a la adsorción con carbón activado el avance de este se realizará a contracorriente mediante Air lifts, esta etapa también se realizará en reactores que tendrán agitación neumática. La separación del carbón activado se hará mediante la utilización de una zaranda vibratoria. La pulpa también se tamizará para recuperar el carbón fino y se envía al tratamiento de residuales.
* Elusión: El carbón activado pasa a las columnas de elución donde ocurre la desactivación del mismo. Se realizará este proceso a presión en un tiempo aproximado de 12 horas, después de la desorción se reactivará el carbón para su reutilización mediante un lavado con agua, ciclo de calentamiento a una temperatura aproximada de 600-650 °C durante 30 min en un horno rotatorio, lavado con HCL y con NaOH.
* Electrólisis y fundición: La solución cargada de oro es enviada a la celda electrolítica, el oro depositado en el cátodo pasará por una etapa de lavado y secado realizándosele después la fusión en el horno.