



Ministerio de Educación Superior

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

“Dr. Antonio Núñez Jiménez”

Facultad Metalurgia y Electromecánica

Departamento de Metalurgia - Química

Análisis de las potencialidades de producción más limpia en la UEB producciones mineras ‘Placetas’

**Tesis presentada en opción al título de ingeniera
en Metalurgia y Materiales**

Marlis Guilian Mojica

Moa, 2019



Ministerio de Educación Superior

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

“Dr. Antonio Núñez Jiménez”

Facultad Metalurgia y Electromecánica

Departamento de Metalurgia - Química

Análisis de las potencialidades de producción más limpia en la UEB producciones mineras “Placetas”

Tesis presentada en opción al título de ingeniera en Metalurgia y Materiales

Diplomante: Marlis Guilian Mojica

Tutores: MSc. Isidro Javier Cachaldora Francisco

MSc. Evangelia García Peña, Prof auxiliar

Dr.C Amaury De Los Milagros Palacios Rodríguez

Moa, 2019

Declaración de Auditoría:

Yo: Marlis Guilian Mojica.

Diplomante del trabajo de tesis titulado Análisis de las potencialidades de producción más limpia en la Unidad Empresarial de Base producciones mineras ‘Placetas’, declaro total confiabilidad de que el trabajo es de mi autoría, el cual no ha sido presentado para algún grado de calificación profesional.

Diplomante: Marlis Guilian Mojica

Firma Diplomante

Mr. C. Isidro Javier Cachandora

Firma Tutor

Mr. C. Evangelia García Peña

Firma Tutor

Dr. C. Amaury De Los Milagros Palacios

Firma Tutor

Pensamiento

Hay que convertir la educación en una virtud y la ignorancia en un vicio, porque la ignorancia mata a los pueblos y es preciso matar a la ignorancia.

José Martí

Dedicatoria

Con el éxito y la satisfacción después de transcurrido el tiempo de estudio, el cual ha desarrollado en mí una gran experiencia, quiero dedicar este trabajo de diploma:

- A Dios por estar presente en toda mi trayectoria.
- A mi novio y a toda mi familia en especial a mis padres por brindarme todo su apoyo para poder cumplir mis metas.
- A mí amada hermana Lenia Guilian y a mi pequeño sobrino Liam Gonzales.
- A todas mis amistades que de una forma u otra estuvieron a mi lado para darme su apoyo.

Agradecimientos

A Dios por darme la fuerza y el apoyo para lograr este gran sueño.

A mi novio Antonio Daniel Dinis y a mis padres Raquel Mojica Laffita y Reynaldo Guilian Bartutis, por darme todo su apoyo, comprensión, paciencia y cariño.

A mis tutores la Ms. C. Evangelia García Peña, Mr. C. Isidro Javier Cachandora y el Dr.C Amaury De los Milagros Palacios Rodríguez, por brindarme toda su confianza, apoyo y paciencia.

A mi hermana por creer siempre en mí.

A todos mis familiares

A todas mis amistades en especial a Adriana Harmant Oroceno, Sulmira Aldana y Arianna Garrido, Roxane Carbonell y Nelson Bunga.

A Todos mis vecinos en especial a Víctor Manuel, Magda Paula y Alain Daniel.

De corazón muchas gracias a todos por lograr cumplir mi sueño.

Resumen

El estado actual del medio ambiente a nivel mundial figura como una de las principales preocupaciones de los seres humanos. Revertir esta situación precisa, entre muchas cosas, el control de los residuos y emisiones de estos contaminantes en la fuente de origen (García M. Sardiñas O. y Palet M; 2005.). El presente trabajo tiene como propósito determinar las potencialidades de producciones más limpias ambientales producidos en la empresa Unidad Empresarial de Base de Producciones Mineras de Placetas, de la provincia de Santa Clara. El estudio se realizó a nivel empresarial empleando el software Ecoinspector 2.1, herramienta informática que permite de manera semicuantitativa determinar las potencialidades medio ambientales y económicas de una empresa, para ello se hizo una subdivisión en sectores de la misma para facilitar el trabajo. Se determinó que existen afectaciones y debilidades medioambientales en todos los procesos productivos estudiados con potencialidades para ser mejorados, también se determinó las potencialidades de producciones más limpia desde el punto de vista económico, principalmente para los procesos de fundición del doré, elusión-electrolisis y por último, trituración y tratamiento de residuales. Se concluyó el estudio por la propuesta de acciones que podrían mejorar la compatibilidad del hombre con el medio ambiente.

Palabras Claves: producción más limpia, medio ambiente, emisiones, afectaciones, potencialidades de producción

Abstract

The current state of the environment worldwide is one of the main concerns of human beings. Reversing this situation requires, among many things, the control of waste and emissions of these pollutants at the source of origin. The purpose of this paper is to determine the potential of cleaner environmental productions produced in the Enterprise Business Unit Base of Mining Production of Placetas, in the province of Santa Clara. The study was carried out at the company level using the software Ecoinspector 2.1, a computer tool that allows semi-quantitatively to determine the environmental and economic potential of a company, for which it was subdivided into sectors to facilitate the work. It was determined that there are environmental affectations and weaknesses in all the productive processes studied with potential to be improved, the potentials for cleaner production from the economic point of view were also determined, mainly for the melting processes of doré, elusion-electrolysis and for last, crushing and waste treatment. The study was concluded by the proposal of actions that could improve the compatibility of man with the environment.

Key Words: production mast limpid, mediate ambient, emissions, potentialities of productions

INDICE

PÁG

INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO y ESTADO DEL ARTE DE LAS PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS DE LA INDUSTRIA METALURGICA.....	4
1.1 Origen y desarrollo de las producciones más limpias.	4
1.2 Evolución histórica de las producciones más limpias.	7
1.3. Conceptos de producciones más limpias	9
1.4 Desarrollo ecológicamente sostenible	10
1.5 Características de algunos factores paralelos a las PML.....	11
1.6. La PML como optimización de procesos	13
1.7 Historia de Oro	13
1.7.1 Minerales de oro	14
1.7.2 Características de los reactivos	14
1.8. Métodos para la obtención del Oro.	15
1.9. Antecedentes de las producciones más limpias	15
2. MÉTODOS Y MATERIALES.....	19
2.1. Metodología para la evaluación de las potencialidades de PML.....	19
2.2. Metodología para la Evaluación Rápida en Planta.....	20
2.2.1. Metodología para la Evaluación Rápida en Planta. Empleo del Software Ecoinspector 2.1.	22
3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
3.1. Caracterización de la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas.....	26
3.1.1. Proceso de trituración:.....	28
3.1.2. Proceso de molienda:.....	29
3.1.3. Proceso de lixiviación-Adsorción:.....	29
3.1.4. Proceso de elución-electrólisis:.....	30
3.1.5. Proceso de fundición del doré:	30
3.2. Recorrido e inspección visual a la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas	32
3.3. Resultados del Ecoinspector 2.1	34
3.3.1. Análisis de gráficos comparativos	36
3.3.2. Análisis del gráfico de potenciales de P+L.....	38
3.4. Opciones de producción más limpia (OPML) para eliminar los problemas ambientales y económicos en la planta de:	40

3.5 Valoración económica de la producción más limpia de la empresa UEB producciones mineras	
“Placetas”	42
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
APÉNDICE	50

INTRODUCCIÓN

La producción más limpia es una estrategia de prevención de la contaminación que tiene como objetivo principal el desarrollo sostenible, la reducción de riesgos para las personas y el medio ambiente y el aumento de la eficiencia en los procesos. La producción más limpia está enfocada al manejo adecuado de recursos, el manejo social de los empleados y el desarrollo económico sostenible de la empresa, lo anterior se logra a través de la mejora continua y la garantía de un mayor valor agregado a las partes interesadas, lo cual se refleja en la sustentabilidad y el nivel de competitividad empresarial (Hoof, Monroy, & Saer, Producción más Limpia, 2008; Garzón-Rivera, I. Gutiérrez-González, A. 2016).

Durante las últimas dos décadas, la industria minero metalúrgica ha tenido que enfrentar grandes problemas, algunos de ellos relacionados con los costos de la minería y del proceso extractivo los que continuamente se han ido incrementando debido a precios muy inestables en el mercado mundial y una preocupación social en relación a la contaminación producida por las plantas de tratamiento de minerales. Esta situación se agrava al considerar otros factores como, la baja ley de los minerales, los elevados costos de amortización y energía, así como el agotamiento de las reservas.

Estas industrias realizan grandes esfuerzos para reducir los costos de producción y recobrar la rentabilidad, así como para cumplir con las estrictas reglamentaciones en cuanto a la contaminación ambiental.

En cuanto a los procesos, la producción más limpia abarca la disminución de contaminantes en la fuente y el uso eficiente del agua, energía y materias primas.

Este proyecto se centra en la búsqueda de estrategias de producción más limpia que prevengan los efectos ambientales negativos del proceso de obtención de oro de la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas, sector de alta significancia ambiental debido a que ocasiona graves efectos ambientales

causados por la generación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Asimismo, se presentan aspectos ambientales importantes como el alto consumo de agua, energía y el uso de sustancias químicas producto de la naturaleza.

Científicamente el conjunto de metales nobles está compuesto por el oro, la plata y otros elementos como el platino, rodio, paladio, osmio, iridio y rutenio. Estos elementos se encuentran en muy pocas cantidades en la naturaleza y conjunto a esto la extracción de estos metales trae consigo grandes costos de producción, pues estos metales son caracterizados por ser muy inertes químicamente, es decir, que no reaccionan químicamente (o reaccionan muy poco) con otros compuestos químicos, lo que los convierte en metales muy interesantes para muchos fines tecnológicos o para joyería. Esta propiedad se traduce en una escasa reactividad, o lo que es lo mismo, son poco susceptibles de corroerse y oxidarse, lo que les proporciona apariencia de inalterabilidad, razón por la cual se les denomina con el apelativo de nobles.

Mediante el análisis del potencial de Producción Más Limpia en la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas, se puede detectar los puntos vulnerables en función de buscar alternativas para minimizar o mitigar la contaminación o las fuentes generadoras de residuos y emisiones, una vez que ésta se ha producido. Esto constituye una necesidad del desarrollo, pues además de fortalecer los programas y esfuerzos nacionales de lucha contra la contaminación, se mejora la gestión ambiental y la economía de la empresa.

Además ha de lograrse en un marco de respeto a la salud de los trabajadores/as y ciudadanos, sus opciones vitales, su trabajo y su cultura, además del respeto por el medio ambiente es por eso que se plantea:

Problema:

El desconocimiento sobre las posibilidades de aplicación de Producciones Más Limpia donde se tenga en cuenta a consumos de energía y agua, medio ambiente, tecnología y residuos interactuando como un sistema en la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas

Objeto de estudio

Unidad Empresarial de Base de producciones minera Placetas

Campo de acción

Gestión ambiental y económica

Objetivo General:

Evaluar las potencialidades de producción más limpia (P+L) en la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas

Objetivos específicos:

1. Caracterizar tecnológicamente la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas
2. Evaluar los resultados obtenidos a partir del Software Eco Inspector 2.1 mediante el cual se estiman las potencialidades de Producción Más Limpia de acuerdo a los problemas detectados.
3. Analizar los resultados y proponer acciones en las áreas y procesos con mayores potencialidades de Producción Más Limpia.

Hipótesis:

Una vez evaluada de forma integral la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas a través del Software Eco inspector 2.1, se podrán proponer medidas para mejorar la calidad y gestión de la producción y disminuir el volumen de contaminantes.

Métodos científicos de investigación:

1. Método histórico–lógico en la investigación bibliográfica para la sistematización del conjunto de conocimientos y teorías relacionadas con el objeto de estudio.
2. Método de investigación experimental para hacer un análisis para poder evaluar y proponer opciones o alternativas de producción más limpia (OPML) en la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas.

1. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE DE LAS PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS DE LA INDUSTRIA METALURGICA

Se caracteriza las producciones más limpias en su: origen, historia, diversos criterios de producciones más limpias, así como los diferentes antecedentes de las Producciones Más Limpia (PML).

1.1 Origen y desarrollo de las producciones más limpias.

Del libro “Las Producciones Más Limpias en le gestión empresarial” de Ochoa-George en el 2007 se planteó que el desarrollo industrial tuvo lugar en un marco económico y social en que los problemas ambientales raramente se tenían en cuenta. Las razones que lo explican son diversas: en un mundo menos poblado había otros factores de supervivencia más importantes; se desconocía la relación que existe entre polución y salud; los primeros conflictos tenían carácter local y podían resolverse también localmente, sin necesidad de parar las actividades; y también porque desde el inicio de la revolución industrial siempre se consideró que el beneficio que se obtenía de la industria era netamente superior a los inconvenientes que podía ocasionar.

Por mucho tiempo se ha visto como un ideal, el hecho de que la producción de bienes y servicios no tenga una producción simultánea de residuos y desechos, pero no es algo que los planificadores tomen muy en serio. Siempre se consideró la idea como antieconómica y existía suficiente espacio disponible donde depositar los materiales no deseables.

Esta situación empezó a cambiar cuando la industrialización se hizo masiva y los problemas ambientales fueron mucho más evidentes al producirse los impactos dentro del perímetro de las aglomeraciones urbanas. Con el paso del tiempo, se ha tomado conciencia, paulatinamente, de la presión que ejerce la contaminación sobre los recursos naturales y la salud. Algunos incidentes de gran impacto alertaron sobre los problemas de salud, claramente relacionados con la polución generada por el progreso industrial. El caso más famoso es el del smog de

Londres, causado por centrales térmicas alimentadas con carbón de excesivo contenido de azufre. Junto con los problemas de salud se fueron alineando en lugar preferente los otros impactos de la polución: molestias debidas a olores y ruidos, impactos de tipo estético y los daños ambientales más comunes. Europa, por ejemplo, produce más de 2 000 millones de toneladas de desechos sólidos cada año. Veinte millones de toneladas de estos desechos se consideran peligrosos.

Para las aguas residuales y las emisiones de las fábricas, la situación es muy parecida. Cada vez son más los impactos ambientales que se consideran como inaceptables. Los estándares se vuelven más estrictos y los costos de disposición aumentan.

Además, a los fenómenos de ámbito local se añadieron otros de mayor alcance: impactos de tipo regional como la lluvia ácida y global, como la destrucción de la capa de ozono. Ante estas evidencias y la creciente toma de conciencia de los ciudadanos, los gobiernos tuvieron que plantearse una actuación de protección ambiental. Para cubrir un espacio legal cada vez más complejo hubo que recurrir a la reglamentación. Esta fue, al principio muy específica para ciertos medios y actividades, pero poco a poco fue cubriendo todo el espacio ambiental, hasta llegar a la consideración integral de hoy día. Actualmente, con el fin de escapar de esta encrucijada, las autoridades y la industria están tratando de encontrar, de manera más seria, la forma de evitar totalmente la producción de desechos.

La respuesta de la industria fue, en los inicios, muy lenta. Puede hablarse de una inercia general difícil de vencer por muchas razones. En un mundo competitivo, como es el industrial, cualquier aumento de los costos de producción que no se implante de forma armónica en todo un sector, de lugar a competencia desleal y puede significar el cierre de una instalación que, hasta ese momento, fuese competitiva.

Sin embargo, los grandes grupos económicos, después de algunos accidentes singulares y espectaculares, como los de Bophal y el del petrolero Exxon Valdez reaccionaron conjuntamente y asumieron que nadie estaba exento de tales peligros, además de las vidas humanas y el ecoambiente, estaban en juego sus responsabilidades penales y civiles y la imagen del grupo.

Para pequeñas y medianas empresas, la cosa no es tan simple. Un cambio siempre introduce incertidumbre hasta que la nueva situación no está completamente asimilada por la empresa. Solamente las empresas que se encuentran en condiciones favorables (buena tecnología y buena gestión en un mercado apropiado) pueden afrontar positivamente, e incluso sacar ventaja de la nueva situación.

La industria se ha visto obligada a pasar, en un breve período, de operar en una situación de absoluta tolerancia en la cuestión ambiental a otra de gran control. No sería exagerado hablar de cambio de paradigma. Esta revisión sucede en un momento en que el crecimiento de la competencia mercantil exige a las empresas, de alguna manera, que hagan mejoras en la eficiencia de su productividad y busquen medidas para reducir los costos. De pronto, la minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje están presentes en las actividades cotidianas. En otras palabras, por fin se está razonando de manera más seria en producir sin desperdicios. Ya se piensa en una producción más limpia.

Durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en 1992. En la Agenda 21, la CNUMAD le dio prioridad a la introducción de los métodos de producción más limpia y a las tecnologías de prevención y reciclaje, con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible. Esta prioridad se enfatizó en los Capítulos 20, 22 y 30 de la Agenda 21.

Existen cuatro formas distintas de gestionar la tecnología para enfrentar el problema ambiental, referidas en orden creciente de interés:

- Remediación de los daños ambientales producidos:

Este es el modelo menos deseable porque introduce la tecnología para solucionar los daños ambientales causados en lugar de evitarlos. Pueden citarse como ejemplos la rehabilitación de explotaciones mineras y la limpieza de suelos contaminados por sustancias tóxicas.

- Tratamiento de contaminantes al final del proceso:

La tecnología se aplica después de la etapa final del proceso de fabricación para evitar la transferencia de contaminación al medio exterior, pero no evita su

generación. Este es el caso de una planta de depuración de aguas residuales o de la incineración de residuos orgánicos.

- Prevención de la contaminación en el origen:

Dentro de este concepto se pueden incluir las PML, o la valorización de subproductos.

- Aplicación de sistemas ecológicamente sostenibles:

Su aplicación debe ir precedida por el desarrollo de los sistemas e incluye medidas de estímulo de la innovación de nuevos productos y procesos que utilicen al máximo los recursos y no produzcan más impacto residual que el asimilable por el ecoambiente. Constituye el reto para el futuro más inmediato.

El proceso de producciones más limpias tiene sus prioridades en cuatro niveles, por lo que al aplicarla, el orden de prioridad para eliminar el contaminante debe ser:

1. - Evitar y reducir
2. - Reutilizar y reciclar
3. - Valorar
4. - Tratar / disponer

1.2 Evolución histórica de las producciones más limpias.

Desde hace años, algunas empresas están llevando a cabo programas de reducción de la contaminación tanto por razones económicas, como para recuperar su imagen. Pero el impulso definitivo a la PML se ha debido principalmente a la promulgación de una creciente legislación destinada a detener el proceso de degradación ambiental y la desventaja económica que representa utilizar solamente procesos de tratamiento, los que desde el punto de vista de su preferencia respecto al impacto ambiental que provocan, se jerarquizan como sigue:

- Reducción en el origen como la forma más deseable de gestión
- Reciclado y reutilización

- Tratamiento
- Acudir al depósito controlado, solo si no hay más remedio

Mientras tanto que la industria es la que al final debe poner en práctica la producción más limpia, el papel que tiene el gobierno es el de proveer un ambiente que acelere el proceso y que apoye a la industria para que inicie su propio programa de producción más limpia.

En la publicación Estrategias y políticas gubernamentales para la producción más limpia del PNUMA/IMA se analizaron las herramientas disponibles de acuerdo a cuatro diferentes categorías:

1. Regulaciones aplicables
2. Utilización de instrumentos económicos
3. Provisión de medidas de apoyo
4. Obtención de asistencia externa.

En los países industrializados, se han aplicado las primeras de estas tres herramientas, de manera general en el mismo orden que se muestra. La última herramienta, la cual se refiere a obtener asistencia externa, es especialmente relevante para los países en desarrollo y para aquellos que pasan por una transición económica. En otras palabras, los gobiernos han establecido, primero las regulaciones diseñadas para limitar las emisiones en el aire, agua y suelo; después han introducido instrumentos económicos que alientan la práctica de estas regulaciones y penalizan su violación; por último, han dado apoyo a las industrias para hacer que las regulaciones se cumplan más fácilmente.

Con la implantación de la economía de escala, aumentó la cantidad de desechos industriales, cuya generación tendía, además a concentrarse en las grandes ciudades. En realidad, muchas veces las ciudades crecían alrededor de las industrias. La percepción de un riesgo público sanitario atribuible a los residuos biológicos indujo a los primeros desarrollos en recuperación de desechos, sobre todo hacia su uso, derivándolos como fertilizantes.

1.3. Conceptos de producciones más limpias

La producción más limpia es un término general que describe un enfoque de medidas preventivas para la actividad industrial. Este se aplica de igual manera al sector de servicio, a los sistemas de transporte y a la agricultura. No se trata de una definición legal ni científica que pueda ser sometida a exámenes minuciosos, análisis o disputas sin sentido. Es un término muy amplio que abarca lo que algunos países llaman minimización de desechos, elución de desechos, prevención de contaminación y otros nombres parecidos, pero también incluye algo más.

Reconoce que la producción no puede ser absolutamente limpia. La realidad práctica asegura que habrá residuos de algún tipo, de varios procesos y productos obsoletos. Sin embargo, podemos –y debemos–, esforzarnos para hacer las cosas mejor que en el pasado, si es que queremos que nuestro planeta siga siendo habitable.

La producción más limpia no desconoce el progreso, sólo insiste en que el crecimiento es ecológicamente sostenible en un periodo más largo que aquél que han estado utilizando los economistas.

El concepto de producción más limpia fue desarrollado en una reunión de expertos asesores del Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1989. La primera definición de la PML fue: “ La forma de producir que requiere, conceptualmente y en el procedimiento para llevarla a cabo, sean consideradas todas las fases del ciclo de vida de un producto o proceso con el objetivo de prevenir o minimizar el riesgo, a corto y largo plazo, para los humanos y el medio ambiente” (Varela-Rojas, I. 2015).

Esta definición ha experimentado algunas modificaciones. En un seminario organizado por el PNUMA en Oxford en 1996 se definía como:

1. La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada de los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la ecoeficiencia y reducir el riesgo para los humanos. La PML se aplica a:

- Los procesos de producción: conserva las materias primas y la energía, elimina materias tóxicas y reduce la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos.
- Los productos: reduce los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto hasta su disposición final.
- Los servicios: incorpora la preocupación ambiental en el diseño y suministro de servicios.

Otras definiciones:

2. Un proceso de fabricación, o una tecnología integrada en el proceso de producción, concebida para reducir durante el propio proceso, la generación de residuos contaminantes.
3. El método de fabricar productos en el que las materias primas y la energía son utilizadas en la forma más racional e integrada en el ciclo de vida materias primas-producción-consumo-recursos secundarios, de manera que el impacto sobre el funcionamiento del medio ambiente sea mínimo.
4. La integración de los objetivos ambientales en un proceso de producción o servicio con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad y por tanto reducir los costos.

1.4 Desarrollo ecológicamente sostenible

Existe una conciencia cada vez más generalizada que el actual sistema de producción y las pautas de consumo no son sostenibles en el futuro. Ello es más evidente a medida que muchos países en desarrollo se van incorporando progresivamente a los modelos de los países más industrializados, sin que estos hayan dejado de crecer desde el punto de vista cuantitativo.

El concepto de desarrollo ecológicamente sostenible, promocionado por la Conferencia de Río de 1992, supuso un paso adicional para introducir las PML. No se trata solamente de resolver el problema de los residuos. El posible agotamiento de los recursos no renovables, el impacto de los fluoruros en la capa de ozono, el impacto de los procesos de combustión en la atmósfera y el derivado

efecto invernadero, entre otros, constituyen una base más que suficiente para impulsar las PML.

El concepto de desarrollo sostenible entró a formar parte del vocabulario habitual a partir de la publicación en 1987 del informe “Our Common Future”, conocido también como informe Brundtland, preparado por la Comisión de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED). El objetivo de esta comisión era relacionar los problemas del medio ambiente con los del desarrollo, combinando la lucha contra la pobreza con la economía y la ecología.

La PML ha entrado a formar parte del conjunto de medidas adoptadas por el Sector de Producción y Servicios para contribuir al desarrollo sostenible. Para avanzar más en su aplicación hay que descifrar las razones históricas y las barreras que dificultan una mayor implantación. Es inexcusable no aplicar la P+L donde se puede conseguir simultáneamente un beneficio económico y ambiental.

El enfoque de la producción más limpia necesita la participación del personal de producción y operativo de las industrias y de los sectores de servicio, así como también, de especialistas ambientales. Por lo tanto, el público a quien va dirigido un programa de producción más limpia es muy amplio y debe adaptar su mensaje y sus consejos de acuerdo al público o acontecimiento en particular que esté siendo estudiado.

1.5 Características de algunos factores paralelos a las PML

Minimización de residuos:

El esfuerzo organizado, sistemático, comprensivo y continuado, para reducir la generación de residuos peligrosos sin la necesidad de tratamiento final de los mismos, mediante, el diseño de nuevos procesos productivos o modificación de los existentes o reutilizando los residuos en el propio proceso o en otro.

Prevención de la contaminación:

Cualquier práctica que reduce la cantidad de cualquier sustancia peligrosa, contaminante que entra en cualquier corriente o bien es emitida al ambiente antes de su reciclado, tratamiento o disposición.

Ecoeficiencia:

La eficiencia en el empleo de los recursos que se alcanza mediante la reducción paulatina de las materias primas renovables y no renovables y la energía, el desarrollo de procedimientos ecológicamente y económicamente eficientes, la minimización de la contaminación del agua, el suelo y el aire y la optimización de la prevención de riesgos.

Ecología ambiental:

La búsqueda de un balance desde el punto de vista ambiental, de los productos, procesos y servicios de manera que los residuos producidos por un sistema, puedan ser utilizados por otro como fuentes de materia prima y energía.

Factor 4:

La forma de corregir las ineficiencias existentes en la forma actual de utilizar los recursos de modo que esta pueda cuadruplicarse, extrayendo, mas riquezas por unidad de recursos naturales utilizada.

Contaminación 0:

El rediseño de los procesos industriales desde la selección de la materia prima hasta el consumo de producto de manera que aplicando modelos de transformación total, de entrada y salida y de agrupación industrial, identificando nuevas tecnologías y diseñando políticas industriales la contaminación se aproxime a 0.

Metabolismo industrial:

Conjunto integrado y completo de procesos físicos aplicable en el ámbito de nación, región o entidades que convierte las materias primas y la energía, donde el control estabilizante lo suministra el componente humano, mediante balance de suministros, demanda de productos y mano de obra y mecanismos de precios.

Análisis de ciclo de vida:

Un proceso objetivo que evalúa las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía, como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental.

1.6. La PML como optimización de procesos

La PML se ha desarrollado en paralelo con otros conceptos e instrumentos de gestión ambiental, algunos muy relacionados con ella. No es extraño que se haga un uso confuso de los distintos conceptos, siendo una de las causas principales el que las definiciones pretenden ser muy amplias y fácilmente se solapan unas con otras. Tal como se ha descrito, la minimización de residuos tuvo como objetivo la reducción de los residuos tóxicos producidos en un proceso, preferentemente mediante una actuación en el lugar de generación del residuo. Además, se comprobó que muchas reducciones de residuos se conseguían simultáneamente con una mejora de la economía del proceso.

La prevención ambiental fue una ampliación del concepto de minimización a todas las corrientes residuales sin limitarse a los residuos peligrosos. La prevención también sigue un método de identificación del punto de generación por retroceso, pero esta vez iniciando el camino a partir de cualquier corriente residual identificada a la salida del proceso, sólida, líquida o gaseosa, sin considerar su peligrosidad.

Las evaluaciones de PML también proporcionan una base para la investigación de nuevas mejoras, al poner de manifiesto los puntos del proceso en los que sería prioritaria una innovación tecnológica que permitiera simultáneamente una mejora ambiental del proceso y de su competitividad.

1.7 Historia de Oro

Según el libro de Metalurgia de los Metales nobles (Maslennitski. I.N, Chugaev L.V, 1972) La obtención de oro data de las culturas etrusca, minoica, asiria y egipcia, cuando los placeres de oro procedían de arenas y gravas aluviales, y se extraía por el simple proceso de lavado con batea. El oro se obtenía también de esta forma en India, Asia central, el sur de los montes Urales y en las regiones del este del Mediterráneo. Con los primeros progresos en las técnicas de extracción, se explotaron las vetas de auríferos primarios, alcanzando este tipo de extracción cierta importancia en la era precristiana. Durante la edad media apenas hubo progresos significativos en la producción y extracción del oro.

En el siglo XVI, el valor de las reservas de oro en Europa apenas alcanzaba la cifra de 225 millones de dólares. Con el descubrimiento de América, y hasta

comienzos del siglo XIX, la producción mundial alcanzó unos 4.665.000 kg (unos 150 millones de onzas troy). América del Sur y México se convirtieron en ese período en grandes productores.

1.7.1 Minerales de oro

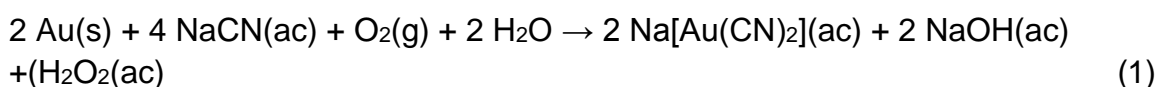
El oro se encuentra principalmente en estado nativo, mezclado con arena o diseminado en filones o venas de cuarzo, el primero se llama placer o arenal aurífero y el último oro en filones. Las partículas de oro se presentan generalmente de diferentes formas y tamaños en los minerales: calaverita, silvinita, nagiaguita lo cual influye favorablemente en la dilución del oro durante su extracción por procesos hidrometalúrgico.

1.7.2 Características de los reactivos

Para la extracción metalúrgica de oro de los minerales auríferos, es importante la selección de los reactivos en las etapas de lixiviación y de precipitación.

Cianuro de sodio

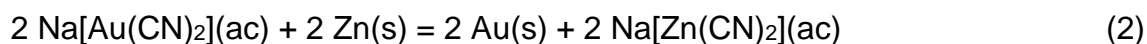
El cianuro es uno de los pocos reactivos químicos que disuelven el oro en agua. Es una sustancia química industrial común que se consigue fácilmente a un precio razonablemente bajo. Por razones técnicas y económicas, el cianuro es la sustancia química elegida para la recuperación del oro del mineral. Con el transcurso del tiempo, los procesos naturales, como la exposición a la luz del sol, pueden reducir la concentración de las formas tóxicas del cianuro en soluciones a valores muy bajos.



En este proceso de cianuración el agente oxidante es el oxígeno.

Polvo de zinc

Para la separación del oro y de la plata de las soluciones cianuras por el método de precipitación se emplea el precipitante polvo de zinc. Como el zinc tiene potenciales mucho más negativo que los potenciales del oro y de la plata, desplaza fácilmente a los metales nobles de las soluciones cianuras.



1.8. Métodos para la obtención del Oro.

En el proceso de obtención de oro se utilizan diferentes métodos unos más factibles que otros, independientemente de la industria y del tipo de reactivo.

Flotación: Es el método universal de procesamiento de minerales, permite la separación de menas complejas, de menas de finas dimensiones y de baja ley.

Gravitacional: Conjunto de procesos y operaciones donde la separación de los minerales se basa en las diferencias de las trayectorias de la velocidad de sedimentación de las partículas (densidad, tamaño, y forma)

Amalgamación: Se fundamenta en la propiedad del mercurio de mojar las partículas de los metales nobles, penetrar y con el exceso de mercurio formar combinaciones con estos metales

Lixiviación: Es el proceso de la extraer desde un mineral una especie de interés por medio de un reactivo que lo disuelve o lo transforman en sales solubles de manera selectiva.

Precipitación: Es cuando por intermedio de una reacción química se produce una disolución dando la formación de un sólido al que se llama precipitado .Dicha reacción ocurre cuando una sustancia insoluble se forma en la disolución debido a una reacción química.

1.9. Antecedentes de las producciones más limpias

Carlos Manuel Herrera (2007) en la revista de ingeniería de la universidad de los Andes en el artículo “La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia”, planteo que: la Producción más Limpia (PML) todavía es la estrategia emergente para enfrentar los retos ambientales nacionales e internacionales en la industria.

Púes dando razón a esto Ana María Ruz en el 2006 en el documento de Acuerdos Ambientales y de Producción más limpia del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente da a conocer que la Producción Más Limpia puede ser aplicada a procesos utilizados por cualquier industria, a los productos mismos y a varios servicios ofrecidos en la sociedad. Es un término amplio que comprende conceptos como eco-eficiencia, prevención de contaminación y productividad

verde. La aplicación de la Producción Más Limpia protege al medio ambiente, al consumidor y al trabajador, mientras mejora la eficiencia industrial, la rentabilidad y la competitividad.

Mientras que en el sector de la medicina veterinaria se manifiesta que uno de los problemas más preocupantes en el mundo es el enfrentamiento producción-consumo sobre el desequilibrio ambiental que estamos viviendo, esto nos ha llevado a pensar que la supervivencia y calidad de vida dependen totalmente de las acciones que de manera responsable se ejerzan sobre ella (Paula Palomino Cadavid 2012). La ganadería es una actividad del sector primario de la cadena productiva, que involucra las plantas, los animales y al hombre dentro de su proceso, ocupando un lugar importante en la economía del sector agropecuario del país, además, su producto final es en gran porcentaje para el consumo garantice la calidad del producto final, la eficiencia económica para el productor y que genere un menor impacto ambiental. El modelo PML en ganadería, puede ser una de las alternativas que logre mejorar los modelos productivos.

Angela María Bello Gómez y Aida Cristina Méndez López en el 2014 en su Tesis de grado referente a las Principales medidas de producción más Limpia para el sector de chocolatería, de confitería y sus materias primas, mostraron que es importante mencionar que las alternativas de PML que se presentan no son las únicas que existen pero son las opciones que se consideran adecuadas de acuerdo a los aspectos más impactantes del sector. Con esto se busca que las empresas implementen acciones que permitan la optimización de sus procesos, uso eficiente de los recursos, mejoramiento de su gestión ambiental y en general mayor competitividad en el mercado nacional e internacional.

Ligia Castro de Doens (2000) en la Guía de producción más limpia para el sector construcción de Panamá planteo que el sector construcción atraviesa en este momento por un auge sin precedentes, lo que ha generado un incremento en el aporte del Producto Interno Bruto, así como la generación de empleo y la demanda de otros servicios complementarios. Sin embargo, este crecimiento también se ha venido dando de forma desordenada, sin contemplar la necesidad de ampliar o implementar nueva infraestructura, especialmente la relacionada con servicios públicos y vías. Por otra parte, se han incrementado las quejas por parte de la comunidad, relacionadas con las actividades de construcción, donde se

destaca la invasión del espacio público, el ruido y vibraciones ocasionadas por los equipos y la maquinaria y las emisiones de polvo, entre las principales. También se registra un mayor número de accidentes de los trabajadores del sector, debido a las precarias medidas de seguridad que se adoptan en las obras. Otros aspectos de carácter ambiental, están relacionados con el consumo de materiales de construcción, provenientes de recursos naturales no renovables y la generación de residuos, tanto líquidos como sólidos.

Pues Yanisleidys Hernández Bermúdez en el 2013 en un estudio de Producción más Limpia en el Sector Biotecnológico de La Habana/ Cuba, determinó las áreas del proceso en donde se podían hacer mejoras en el uso de los recursos agua, energía, generación y disposición de residuos. Esta metodología de PML propuesta, posibilitó incrementar la innovación medioambiental del proceso estudiado y a su vez esta puede ser utilizada en otros centros de la biotecnología, con características similares al objeto de estudio.

Para la elaboración de un programa de Producción Más Limpia de una empresa de bienes o servicios se han definido procesos generales internacionales (Aguilar Martínez S, 2015), los mismos que incluyen estrategias de protección y cuidado del ambiente además del uso eficiente de los recursos, agrupándolos en las siguientes etapas básicas:

1. Creación de la base del programa de PML
2. Preparación del diagnóstico de PML.
3. Diagnóstico y evaluación de la información levantada.
4. Elaboración de los estudios de factibilidad.
5. Plan general de Producción Más Limpia.

Sor Liliana Caicedo González en el 2002 en su tesis de grado en Colombia: Planteamiento de una Tecnología de Producción más Limpia para el Proceso de Beneficio de Oro sin Mercurio, plantea el uso de una tecnología limpia en el proceso de beneficio de oro con la correspondiente reducción o eliminación de mercurio, la cual consiste en intervenir eficazmente los procesos de separación, trituración, molienda, lavado y/o concentración, cianuración, fundición y otras

operaciones a que se somete el material extraído, para reducir principalmente el alto consumo de sustancias tóxicas como el mercurio.

En regiones afectadas por la minería del oro Farith A. Díaz en el 2014 en Brasil en su artículo de: Mercurio en la minería del oro e impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano plantea que la inhalación de vapores de mercurio junto con la ingesta de peces contaminados, constituyen las principales fuentes de contaminación con este metal, el cual afecta la salud humana de múltiples maneras. No obstante, otra fuente adicional reconocida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es el consumo de agua contaminada. Aunque por lo general las aguas superficiales contienen bajos niveles de mercurio debido a que este es rápidamente consumido por microorganismos acuáticos, se ha encontrado que bajo ciertas circunstancias su concentración en el agua puede alcanzar valores alarmantes, superando incluso los 2,0 µg/L valor estipulado en la legislación colombiana para aquellas fuentes hídricas destinadas para consumo humano y doméstico. En algunos municipios colombianos se han detectado concentraciones de mercurio en aguas superficiales por encima de los 3,0 µg/L y en otros lugares del mundo por encima de los 8,0 µg/L. Si bien es cierto que el consumo de agua contaminada con mercurio constituye un problema menor en comparación con otras fuentes de contaminación, estas bajas concentraciones también contribuyen gradualmente a la carga contaminante que afecta la salud humana, tal como ha sido reportado por diferentes investigadores.

2. MÉTODOS Y MATERIALES

En este capítulo se caracterizan los principales materiales, métodos y metodologías empleados durante el estudio de potencialidades de PML en la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas.

2.1. Metodología para la evaluación de las potencialidades de PML

Para la realización del trabajo se tomará como referencia la metodología para la evaluación de las potencialidades de PML establecida por el Programa de la Organización Nacional de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) 2001.

Como se muestra en la figura 2.1 consta de dos etapas una primera etapa donde se recomienda realizar una Evaluación Rápida en Planta y la segunda etapa lo constituiría la Evaluación Profunda en Planta.

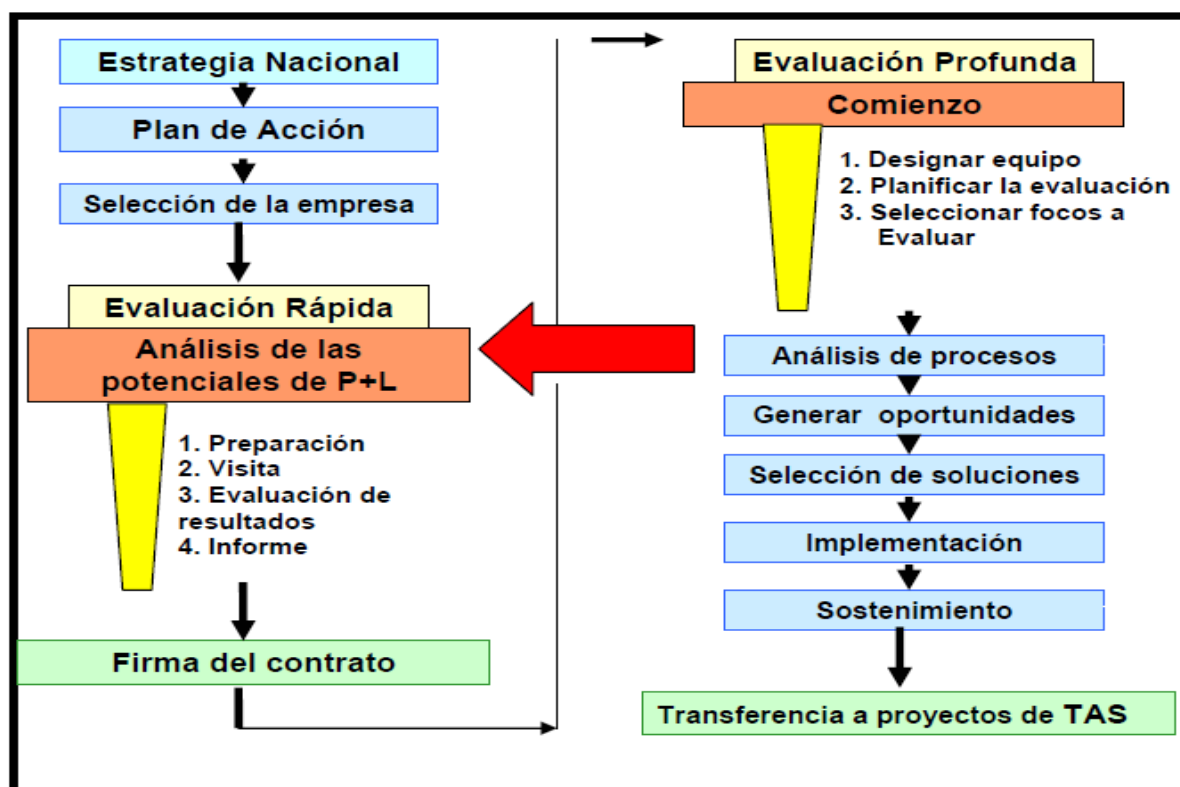


Figura 2.1 Esquema de las etapas que componen la evaluación de PML

según el Programa de la Organización Nacional de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) 2001.

2.2. Metodología para la Evaluación Rápida en Planta

Para el caso particular al que responde el estudio, será centrado solo en la primera sección del esquema, es decir, en una Evaluación Rápida en Planta, cuyos objetivos son:

1. Convencer a directivos y empleados de los beneficios de la aplicación de las prácticas de P+L.
2. Identificar los problemas ambientales que pueden tener solución a partir de la aplicación de las opciones de P+L.
3. Realizar un Plan de Acción.
4. Identificar aquellas opciones que requieran de una revisión más rigurosa para pasar a la etapa de Evaluación Profunda en Planta.

En la figura 2.2 se muestra el esquema que resume la metodología escogida,



Figura 2.2. Metodología seleccionada para la Evaluación Rápida en Planta (ONUDI, 2001).

Evaluación Rápida

Análisis de las potencialidades de PML

1. Etapa de preparación.

- a) Obtener el compromiso de la administración.
- b) Definir los objetivos.

2. Visita a la empresa.

- a) Recorrido por todas las áreas de la instalación. Recolección de datos.

Análisis de las Potencialidades de PML.

Aspectos que deben observarse durante la visita:

- Impactos negativos al medio ambiente.
- Gastos por encima de lo establecido o que puedan reducirse de materiales e insumos, agua y portadores energéticos.
- Generación de residuos sólidos, líquidos, materiales peligrosos y emanaciones gaseosas que puedan reducirse, rehusarse o reciclarse.
- Utilización y adquisición de equipos que conlleven al uso ineficiente de agua, energía, materiales, productos y a la contaminación del agua, suelo, aire.
- La adquisición de productos, materiales, insumos no amigables con el medio ambiente y con capacidad de sustitución o tratamiento.
- Almacenes, descargas de tuberías, almacenamiento de productos químicos, contenedores que no están señalizados, artículos que aparezcan tirados en cualquier lugar.
- Pérdidas debidas a la manipulación de productos o materiales o espacio, productos o materiales recuperados durante la limpieza.
- Deben constatar los consumos de agua y electricidad mediante los recibos de pagos.

Fuentes para la recolección de datos.

- Inspección visual del área.
- Registros de contabilidad.
- Registros de almacenes.
- Mediciones realizadas.
- Recibos de pagos.
- Pizarras, murales.
- Entrevistas.
- Registros de compras.
- Resultados de auditorías

3. Evaluación de los resultados.

a) Análisis de los problemas ambientales existentes para seleccionar de ellos los que pueden solucionarse a partir de opciones de P+L.

b) Aplicación del Software Eco inspector 2.1.

4. Informe Final.

5. Discusión de los resultados.

a) Breve discusión de las áreas y procesos con mayores potencialidades de P+L. b) Recomendación de los procesos seleccionados para un análisis más detallado que pasarían a la Evaluación Profunda en Planta, previo contrato con la empresa.

2.2.1. Metodología para la Evaluación Rápida en Planta. Empleo del Software Ecoinspector 2.1.

El uso del software Ecoinspector en estos tipos de trabajos, brinda la posibilidad de hacer una evaluación rápida en plantas, buscar alternativas para la minimización de los residuos y emisiones que se puedan encontrar (Acosta Macías M. 2009). El software Ecoinspector 2.1, fue diseñado en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Basilea, Suiza, en la figura 2.3 se muestra una hoja de trabajo

Estimación de potencial					Potencial disponible	Ponderación		Puntaje total	
						"Opinión del experto"	Proceso	Costos	
Entradas	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	Ninguno	Pequeñas cantidades	Grandes cantidades	1	1	1		
	Materia prima, material auxiliar y de operación	Ninguno	Pequeñas cantidades	Grandes cantidades	1	1	1		
	Consumo de energía (proceso)	Bajo	Moderado	Alto	no hay	-	-		
	Costos (Entrada de materiales y energía)	Bajo	Moderado	Alto	no hay	-		-	
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	Ninguno	Pequeñas cantidades	Grandes cantidades	1	1	1		
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	Ninguno	Pequeñas cantidades	Grandes cantidades	no hay	-	-		
	Aguas de desecho, aguas servidas	Ninguno	Volúmenes pequeños	Volúmenes grandes	no hay	-	-		
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	Ninguno	Pequeñas cantidades	Grandes cantidades	no hay	-	-		
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV´s, polvo, calor aprovechado)	Ninguno	Pequeñas cantidades	Grandes cantidades	1	1	1		
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	Bajo	Moderado	Alto	no hay	-		-	
Tecnología	Estado de la maquinaria	Apropiado	Conveniente a optimización	Inapropiado	no hay	-	-		
	Nivel de automatización	Apropiado	Conveniente a optimización	Inapropiado	1	1	1		
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	Ninguno	Pequeñas cantidades	Grandes cantidades	no hay	-	-		
	Mantenimiento, servicio, limpieza	Apropiado	Conveniente a optimización	Inapropiado	no hay	-	-		
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	Bajo	Moderado	Alto	no hay	-		-	
Nivel de optimización del proceso actual					Ponderación seleccionada = 1				
Opinión del experto									

Figura 2.3. Hoja de trabajo del software Ecoinspector 2.1. Fuente: Elaboración propia

El programa es una herramienta de apoyo de evaluaciones de potencial de Producciones Más Limpias de una empresa de forma transparente y sistemática.

La evaluación que se realiza es semicuantitativa, basada en la experiencia de las personas que llevan a cabo la evaluación preliminar por medio de la selección de los campos de opción individuales.

Las hojas de trabajo completas, las hojas de resultados, así como los diagramas y figuras deben constituir la base para la estimación del potencial de Producciones Más Limpias de los procesos analizados, en otras palabras, estos deberán entenderse como herramientas en la toma de decisiones. El programa esta soportado en plataforma de Excel y brinda la información siguiente:

Información: Ofrece las indicaciones para el empleo del Ecoinspector 2.1

Empresa: Solicita la información más general de la empresa de estudio.

Posee veinte registros que están disponibles para la evaluación

Los registros P1 a P10 utilizados para evaluar los pasos de proceso o áreas de proceso, así como los materiales en el almacén y en el transporte.

Los registros E1 a E4 se utilizan para determinar fuentes de energía (calor, aire comprimido, plantas de refrigeración) y la dirección de energía en la empresa.

Seguridad, salud y el manejo de Materiales se evalúa usando el registro titulado “Seguridad, salud, manejo”.

Los “Resultados” en el resumen de los registros es el resultado de todos los registros en el libro de trabajo

Los registros de los diagramas 1, 2 y 3, son ilustrados con el resumen de los diagramas.

Diagramas 1 y 2 (es la comparación entre los procesos) Diagrama 3 Gráfico de los potenciales de P+L (potencial ambiental de P+L vs Potencial económico de P+L).

La información que brinda el Software Eco Inspector 2.1 da la posibilidad de un gráfico muy importante llamado Gráfico de potenciales de P+L, donde se puede comparar el potencial ambiental PML contra el potencial económico de PML.

Después de haber comparado cada uno de los potenciales nos da la posibilidad de otro gráfico con el análisis del potencial de PML

Definición del análisis estructural.

Es necesario poder hacer un análisis estructural de acuerdo a los gráficos de potencial de producción más limpia, donde puede contribuir a las potencialidades y opciones de PML, la misma tiene las descripciones siguientes.

Método para la estructuración de ideas. Permite la descripción de un sistema con la ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos. Permite tomar en consideración los factores cualitativos.

Relación de los factores

Con la ayuda del Software Eco Inspector 2.1 es necesario hacer una relación de los factores que están relacionados con cada uno de los gráficos de potenciales de PML y establece un análisis de las relaciones entre las variables que componen el sistema, matriz de impactos cruzados y ponderación de las relaciones entre las variables. Donde se puede encontrar la motricidad y dependencia con el objetivo de evaluar el impacto ambiental de la planta donde está involucrada en cada una de las etapas del proceso, es decir; una evaluación semi-cuantitativa del potencial de producción más limpia y poder demostrar los puntos débiles del proceso y proponer medidas para la minimización de los residuos y emisiones.

Ineficiencias del proceso que están presentes en la planta.

Aspecto importante porque se van a detectar los puntos más débiles que existen en la planta, que una vez detectados dan la posibilidad de proponer alternativas o medidas para poder minimizar los residuos y emisiones y a la misma van a contribuir a la mejora de la gestión ambiental y la economía de la planta.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El trabajo investigativo da la posibilidad de poder obtener resultados, que son analizados e interpretados según la naturaleza de la investigación y el alcance de la misma, debido a esto el objetivo del capítulo es analizar los resultados para poder proponer alternativas, opciones de PML para la minimización de los residuales y de las emisiones o proponer medidas para mejorar al medio ambiente.

3.1. Caracterización de la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas.

La planta de procesamiento Oro Descanso de la Empresa Geominera Centro, se ubica en la Unidad de Producciones Mineras de Placetas (antiguas instalaciones de la Empresa Productora de Artículos Ópticos, EPAO), sito en el Consejo Popular Cumbre, a 2 ½ km al sur de la ciudad de Placetas a una distancia de 9 km de la autopista Nacional, a 2 ½ de la carretera central, apenas 300 m del ferrocarril central, así como 17 km de la mina Descanso y a 66 km del prospecto Lote Grande.

La UEB Producciones Mineras de Placetas se dedica a la explotación y procesamiento de minerales auríferos en la región centro de Cuba, se encuentra en el municipio de Placetas, provincia de Villa-Clara. En la Figura 3.1 se ilustra el mapa de ubicación de la UEB Producciones Mineras de Placetas.

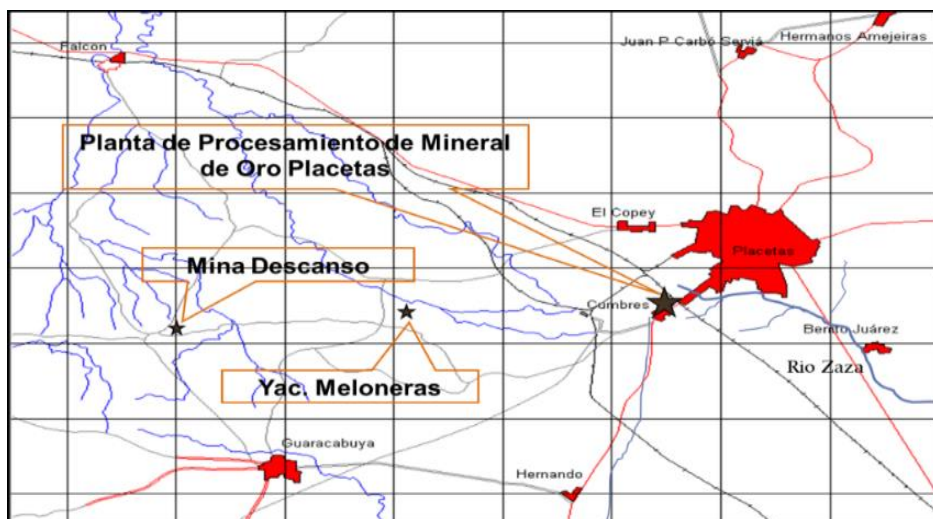


Figura 3.1. Ubicación de la UEB Producciones Mineras de Placetas. Fuente: Manual de la Empresa)

La región presenta pequeños yacimientos de oro que empezó con la mina subterránea Oro Descanso desde el establecimiento de los norteamericanos en Cuba. En esa época, la separación del oro se hacía por amalgamación, llegándose a exportar cantidades considerables de oro para los EE.UU.

En el año 2011 entra en proceso en la UEB Producciones Mineras de Placetas, una planta metalúrgica piloto, con una tecnología moderna de carbón activado, llegando a procesar hasta 50 kg Au/año. En la actualidad se obtienen 30 kg Au/año.

En la figura 3.2 se muestra el flujo tecnológico de la UEB Producciones Mineras de Placetas.

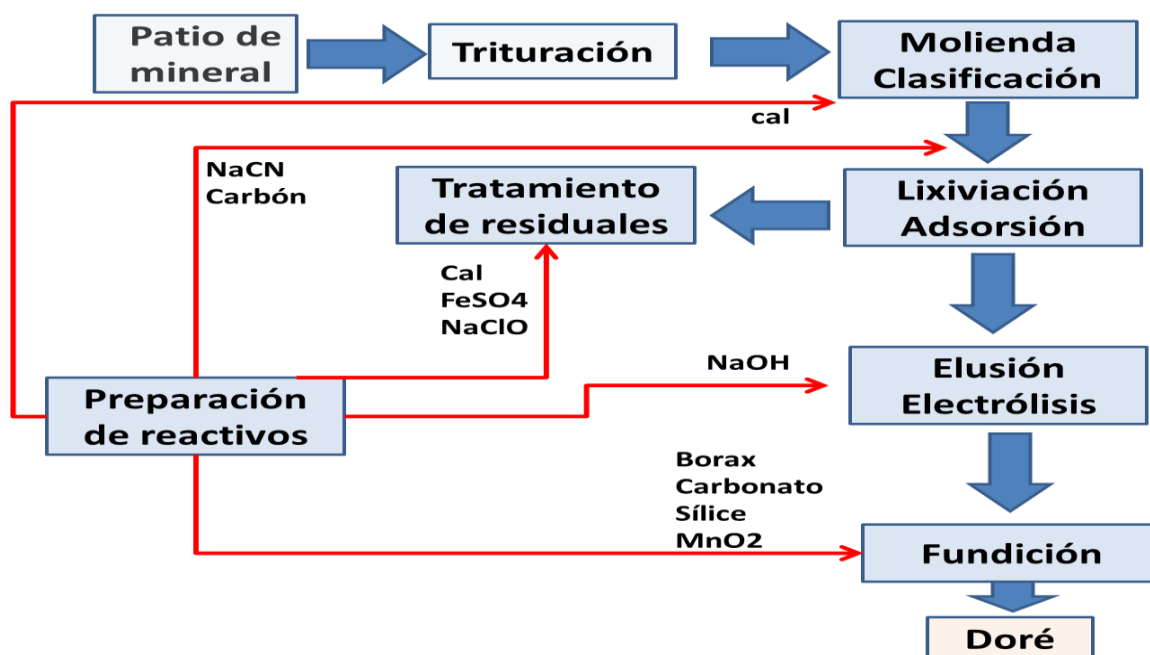


Figura 3.2. Esquema tecnológico del proceso de obtención de oro de la UEB Producciones Mineras de Placetas. Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.2 se muestra que la tecnología de obtención de oro consiste en cinco procesos fundamentales como son: Trituración, molienda, lixiviación-adsorción, elución-electrólisis y fundición del doré.

3.1.1. Proceso de trituración:

El mineral procedente de la mina es alimentado al triturador de quijada, la fracción entre – 250 mm y + 50 mm ya que la fracción de - 50 mm es separada o clasificada en un vibrador por una criba de barrotes con separación de 50 mm entre las barras de acero al manganeso, evitando así sobrecargas innecesarias al triturador, en este se reduce la granulometría a -50 mm y se descarga a la banda transportadora junto con el clasificado por el vibrador de -50 mm. Así como la descarga (recirculación) del triturador secundario de impacto. La mena, se descarga en la criba vibratoria de dos paños, donde se clasifica primero por medio de una malla de 7 mm, y luego por una malla de 4 mm. La fracción +7 mm y -7 mm, + 4 mm pasa al triturador de impacto, que retorna mediante una banda transportadora estableciendo un circuito cerrado entre la criba y el impactor. El material cribado -4 mm, que es el producto final de esta sección, se transporta por la banda hasta el silo de mineral triturado – 4 mm donde se almacena para después ser dosificado a la sección de molienda.

3.1.2. Proceso de molienda:

Procedente del silo de almacenaje, el mineral triturado y cribado, con una granulometría 100 % de - 4 mm. La sección de molienda y clasificación está diseñada para la reducción y clasificación de hasta 80 toneladas diarias, produciendo una pulpa con una granulometría deseada por proyecto de $d_{60-90} = 0.074$ mm (60 al 90 % de la masa) y de 38 a 44 % de sólidos. La pulpa con las condiciones anteriores descritas y un pH de 10,5, alcanzado mediante la adición de agua recuperada con valores de pH de 8.5 procedente de la presa de colas y lechada de cal será enviada como materia prima a la lixiviación, pasando antes de llegar al primer reactor por una criba de control que consta de dos paños o tamices, de 0,64 mm y 0,4 mm, siendo la fracción + 0,4 mm la que retorne al molino.

3.1.3. Proceso de lixiviación-Adsorción:

La pulpa molida procedente de la Sección II, es alimentada al primer reactor de lixiviación de cuatro etapas. En el primer reactor se adiciona la solución de NaCN concentrada procedente de la sección de preparación de reactivos y se suministra aire proveniente de un soplante para aportar oxígeno, reactivo necesario para la reacción redox donde se forma el complejo de aurocianuro. Los reactores operaran con un inventario de carbón activado (CA) que garanticen una eficiencia alta de adsorción: Tanques 1 y 4: 40 g/L de CA; Tanques 2 y 3: 20 g/L de CA.

En cada reactor la pulpa entra en contacto con la solución de NaCN, el oro lixiviado es adsorbido por el CA. La pulpa fluye desde el primer reactor hacia el cuarto, reteniéndose el CA en cada reactor por la criba entretanque. En el cuarto reactor se adiciona el carbón fresco o recuperado y la pulpa agotada, separada del CA por la criba entretanque se envía a la sección de tratamiento de residuales. El trasiego de CA es en sentido contrario al de la pulpa (contracorriente) y se realiza mediante el empleo de elevadores de aire (airlift). La extracción de carbón activado cargado del primer reactor, con ley entre 1,5 y 5 kgAu/tC, se realiza también a través de dos air lifts hacia una criba, donde se separa el carbón pasando este hacia la sección de elución-electrólisis y la pulpa diluida retorna a los reactores de lixiviación.

3.1.4. Proceso de elución-electrólisis:

El método seleccionado para la elución del oro y la plata adsorbido en el carbón, obtenido con el procesamiento de la mena Oro Descanso, es el método de Zadra modificado a presión, este procedimiento consiste en eluir o extraer el complejo de oro y plata adsorbido en el carbón cargado, con empleo de una solución cáustica de cianuro de sodio compuesta por una mezcla de cianuro de sodio al 5 o 6 g/L e hidróxido de sodio entre 10 y 15 g/L trabajando a una temperatura de desde 95 hasta 105 °C y a presión de 1 bar. El tiempo de elución se encuentra entre 16 y 20 horas recirculando la solución cáustica hasta que la concentración de oro se encuentre entre 3 y 5 ppm, momento en el cual se detiene la recirculación y se drenan las soluciones agotadas. El procedimiento empleado para la elución se ha mejorado con la incorporación de un sistema de calentadores e intercambiadores que aprovechan el calor generado durante el proceso.

El carbón cargado con oro y plata procedente de la sección lixiviación, se descarga por medio de una bomba a la criba donde se lava con agua fresca y se alimenta por una tolva que descarga por gravedad a la columna de lavado ácido ubicada en esta sección. Una vez llena la columna con la cantidad de carbón a eluir (480 kg/día) comienza el proceso de lavado ácido en forma ascendente en tres etapas, calentamiento - lavado, lavado ácido y enjuague - neutralización del carbón cargado. Este proceso se realiza en tres etapas:

1. La primera etapa denominada de calentamiento y lavado,
2. La segunda el lavado ácido propiamente con HCL al 3 %.
3. La tercera de enjuague y neutralización del carbón cargado.

El proceso de lavado ácido del carbón se realiza para eliminar las sales de sulfato y carbonato de calcio que se depositan sobre la superficie del carbón ocupando sus sitios activos disponibles, limitando así su capacidad y cinética de adsorción (eficiencia de carga) en cada ciclo.

3.1.5. Proceso de fundición del doré:

El oro se deposita en los cátodos en forma de lodo electrolítico como resultado del proceso de electrólisis. Posteriormente se separa de la matriz de acero inoxidable

mediante un lavado con una ducha a presión mediana. El lodo recuperado se introduce en la estufa a 110 °C por 2 horas, cuando está completamente seco se retira de la estufa hasta que esté a temperatura ambiente haciéndose varias pesadas hasta masa constante, masa con la cual, se homogeniza, y se extrae una muestra, para análisis químico.

Una vez conocidos los resultados del análisis químico, se procede al cálculo de los fundentes necesarios para la mezcla con los lodos catódicos, y someterlos a fundición.

Toda la mezcla del lodo con los fundentes se deposita en el crisol del horno. El proceso de fundición se realiza a una temperatura de 1 150 a 1 200 °C, el proceso dura alrededor de 2 a 4 horas, en dependencia del peso de mezcla a fundir. En el proceso el oro contenido se funde y se separa de la escoria acompañante, obteniéndose como producto final el metal DORE en formas de lingotes.

De los reactivos a emplear el bórax se utiliza como fundente que es el encargado de disminuir la temperatura de fusión del lodo, el carbonato que con la sílice forman silicatos, además de ser un desulfurante efectivo la sílice es una sustancia escorificante, forma la matriz de la escoria que está compuesta por óxidos y silicatos. Para que las sustancias de poco interés para el proceso de obtención del lingote pasen a la escoria han de ser oxidadas primero. Como agente oxidante se utiliza el nitrato sódico o el MnO_2 .

La fusión se realiza en un horno basculante con crisol para 5kg y para temperaturas de 1200 °C. El horno está capacitado para alcanzar los 1260 °C de temperatura superior a la de fusión del oro. (P. Fusión Au = 1064 °C). Por ello, la fusión debe realizarse a unos 1150-1200 °C y se da por terminada cuando el oro esté licuado, lo cual en la práctica se determina con una varilla de acero. Una mayor temperatura o un mayor tiempo de fusión provoca el desgaste del crisol.

La colada se efectúa en lingoteras dispuestas en escalera. Una vez que la masa de lodos y fundentes está totalmente licuada se procede a la colada. Se bascula el horno de manera que la materia fundida salga por la boquilla del mismo y vaya cayendo en la primera lingotera, las lingoteras siguientes van llenándose por rebose al llenarse la lingotera que la antecede. Lo primero que sale del horno es la escoria, menos densa que la masa fundida de metales pesados y más viscosa.

Cuando termina de salir la escoria comienza a salir el metal licuado de aspecto mucho más fluido y mayor densidad, por lo cual va ocupando el fondo de la lingotera desplazando hacia la superficie la escoria, que va a trasladarse por rebose a las lingoteras siguientes. Así por colada se obtienen normalmente 1 o 2 lingotes de DORÉ en las dos primeras lingoteras, y la escoria emigra hacia las últimas lingoteras.

3.2. Recorrido e inspección visual a la Unidad Empresarial de Base

Producciones Mineras de Placetas

Cumpliendo los objetivos propuestos en el trabajo, gracias a la ayuda del Software Ecoinspector 2.1 durante la etapa de análisis de los resultados, se pudo emplear la evaluación rápida en la Unidad Empresarial de Base Producciones Mineras de Placetas. Se utilizó esta metodología para el análisis de las potencialidades de PML, opciones y alternativas con el objetivo de evaluar el impacto ambiental y proponer medidas para minimizar los residuales que se generan en el proceso.

Para la realización del trabajo de una manera sencilla y comprensible se dividió la planta en las secciones siguientes (facilita el trabajo con el Ecoinspector):

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| • Mina | • Almacenes |
| • Trituración | • Transporte |
| • Molienda | • Aire comprimido |
| • Lixiviación | • Gerencia de energía |
| • Elusión – electrolisis | • Seguridad, salud, manejo de |
| • Fundición | materiales |
| • Tratamiento de residuales | |
| • Preparación de reactivos | |

Para el estudio junto a un grupo de especialistas y expertos de la planta se realizó un recorrido por todas las instalaciones, con el objetivo de ejecutar una inspección visual, y producto de ello se detectaron insuficiencias que son mostradas en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Impactos negativos al medio ambiente, producido por la UEB producciones mineras de Placetas. Fuente: Elaboración propia

SECCION	IMPACTOS
Mina	<ul style="list-style-type: none"> • Existen minerales eco tóxicos como los sulfuros, • Se producen derrames de combustible, • Emisiones de CO₂, producto de la combustión de combustibles en equipos mineros (alta obsolescencia) • En ocasiones presencia de mucho polvo en los caminos, (NC: 93-02-202, NC: 111: 2004) • Deforestación de las zonas minadas
Trituración	<ul style="list-style-type: none"> • En ocasiones presencia de mucho polvo, por ser un proceso abierto (NC: 242: 2005)
Molienda	<ul style="list-style-type: none"> • Es un proceso de molienda húmeda, lo más problemático es el agua saturada porque no existe un tratamiento adecuado para la misma
Lixiviación	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeños derrames por tuberías de cianuro de sodio es la principal fuente de contaminación medioambiental, debido a que las tuberías tienen pequeñas picaduras por la oxidación existente. • Derrames de carbón activado en el momento de adición al sistema
Elusión–electrolisis	Alto consumo de energía, porque el método utilizado para la elución del oro y la plata absorbido en el carbón es el método de Zadra modificado a presión y se realiza con un tiempo de recirculación de 16 a 20 horas.
Fundición	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiente sistema de recuperación de gases y embotamiento y el alto consumo de energía, debido a que este proceso se realiza de 1150 a 1200 °C durando de 2 a 4 horas.
Tratamiento de residuales	<ul style="list-style-type: none"> • El tratamiento de residuales, no es totalmente acertado.
Preparación de reactivos	<ul style="list-style-type: none"> • Se producen pequeños derrame de reactivos contaminantes.
Almacenes	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de protección de los pisos que permite la infiltración

	de estos cuando se disuelven.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Derrame de combustible, grasas y aceites, debido al tiempo de vida de los vehículos. • Emanaciones de gases de CO₂. • Obsolescencia del transporte minero.

3.3. Resultados del Ecoinspector 2.1

Posteriormente se entrevistaron directivos y trabajadores, además de revisar documentos y registros necesarios de la empresa para realizar una valoración ambiental, energética y económica de la entidad y utilizando las informaciones que nos brinda el Software Eco Inspector 2.1 se llegó a los resultados mostrados en la tabla 3.2. Los resultados particulares de cada sección se muestran en el apéndice.

Tabla 3.2. Resultados obtenidos a partir del software Ecoinspector 2.1

			Beneficios ambientales potenciales de PML (proceso)											Beneficios económicos potenciales de PML				Estimación del potencial de PML *				
	Proceso		Entradas			Desecho / Agua de desecho / Emisiones					Tecnología				Costos				Promedio de los puntos de los beneficios ambientales (proceso)	Promedio de los puntos de los beneficios económicos (costos)	Potencial de PML para el medioambiente**	Potencial económico de PML**
			Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	Materia prima, material auxiliar y de operación	Consumo de energía	Residuo sólido, desecho	Desechos especiales o peligrosos	Aguas de desecho o servidas	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho	Emisiones aerotransportadas	Estado de la tecnología	Nivel de la automatización	Pérdida por errores en la producción, lotes defectuosos	Mantenimiento, servicio, limpieza.	Entrada de materiales, energía	Disposición, preparación	Mantenimiento, paradas					
P1	MINA		1	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1	1	1.0	1.0	X	X
P2	TRITURACION		-	1	1	-	-	-	-	1	-	1	-	2	1	-	2	1.2	1.5	X	XX	
P3	MOLIENDA		1	1	2	-	-	-	-	-	1	1	1	-	1	-	-	1.2	1.0	X	X	
P4	LIXIVIACION		1	1	1	-	-	-	-	1	1	2	1	-	1	-	-	1.1	1.0	X	X	
P5	ELUSION , ELECTROLISIS		1	-	1	-	-	-	-	1	1	1	1	-	2	-	1	1.0	1.5	X	XX	
P6	FUNDICION		1	1	1	-	1	-	-	1	1	1	1	-	2	-	-	1.0	2.0	X	XX	
P7	TRATAMIENTO DE RESIDUALES		1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	-	-	1	1	-	1.0	1.0	X	X	
P8	PREPARACION DE REACTIVO		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1.0	0.0	X	-	
P9	Almacenaje		Potencial bajo de PML disponible para el análisis adicional																1.0		X	
P10	Transporte	Mercaderías	Ningún potencial esperado de PML																0.0		-	
		Empleados	Potencial bajo de PML disponible para el análisis adicional																1.0		X	
E1	Proceso térmico		Ningún potencial esperado de PML																0.0	0.0	-	-
E2	Aire comprimido		Potencial bajo de PML para un análisis más detallado																1.0	0.0	X	-
E3	Sistemas de refrigeración		Ningún potencial esperado de PML																0.0	0.0	-	-
E4	Gerencia de la energía		Potencial bajo de PML para un análisis más detallado																1.0	0.0	X	-
Seguridad, salud, manejo de materiales (en el trabajo)			Ningún potencial esperado de PML																0.0		-	
X	Potencial bajo de PML		Promedio de los puntos			0.0		a		1.3												
XX	Potencial moderado de PML		Promedio de los puntos			1.3		a		2.7												
XXX	Potencial alto de PML		Promedio de los puntos			2.7		a		4.0												

Las últimas columnas de la tabla muestran los resultados promedios del estudio realizado, así como los principales procesos que pueden ser sometidos a PML por sus potencialidades (X. Potencial bajo de PML, XX Potencial moderado de PML)

3.3.1. Análisis de gráficos comparativos

En la figura 3.3 se muestra la comparación entre los procesos tecnológicos de estudio.

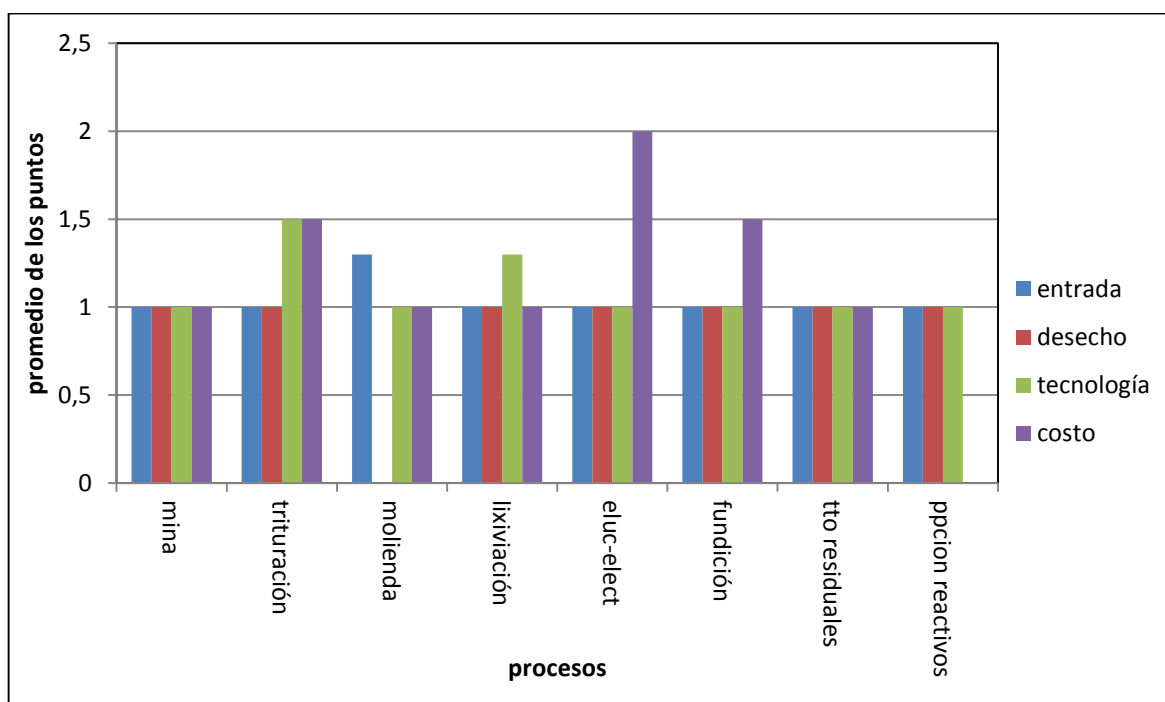


Figura 3.3. Comparación cuantitativa de los procesos productivos de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

La figura muestra una comparación de las cuatro variantes estudiadas de los procesos productivos, verificándose que la tecnología y los costos en el proceso de trituración deben ser sometidas a una segunda etapa de estudio, para que pueda llevar un comportamiento de producción más limpia, debido a los altos costos en que se incurre producto a la obstrucción de los equipos de trituración cuando la humedad del material es mayor al 25 %, que trae consigo paradas por limpieza de tres a cuatro veces al día por más de 45 minutos, de manera similar ocurren aumento de los costos en las secciones de elusión-electrolisis y fundición donde estos se elevan por motivo de la obsolescencia del equipamiento, los que pueden ser automatizados y optimizado los procesos, en niveles de 1,3 puntos de promedio se encuentra la subalimentación a molienda, por lo que hay un alto consumo de energía, y entran al

sistema pequeñas cantidades de productos tóxicos y materiales ajenos al sistema, y en lixiviación la maquinaria existente puede ser optimizada, aunque se considera que es un problema de operaciones en el sistema, además el nivel de automatización actual es inapropiado para un proceso de este tipo (obtención de metales nobles por medio de la lixiviación adsorción) el resto de los niveles de las variables de los procesos, permanece con valores promedio de 1 lo que el potencial de producciones más limpia es bajo.

En la figura 3.4 se muestra igual estudio, pero para el caso de procesos auxiliares o de apoyo a los procesos productivos, en el caso particular los procesos de almacenaje y de transporte.

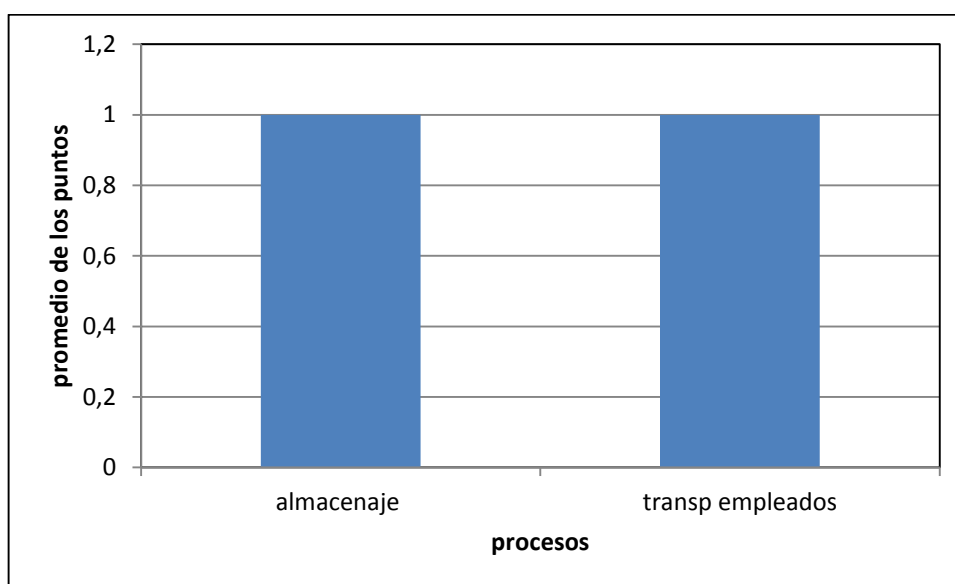


Figura 3.4. Comparación cuantitativa de los procesos de apoyo de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que tanto los valores promedio de los puntos del almacenaje como del transporte obrero (no es considerado el transporte industrial por no poseer afectaciones ecológicas y económicas en su funcionamiento) es de un valor, caso que puede ser sometido a producciones más limpia con un nivel bajo, es decir, que no son grandes las acciones a realizar para modificar tal estado fundamentalmente dirigidos a sustituir el sistema de transportación de los obreros en cuanto a la responsabilidad del mismo.

A partir de la figura 3.5 se realiza la valoración de los procesos energéticos.

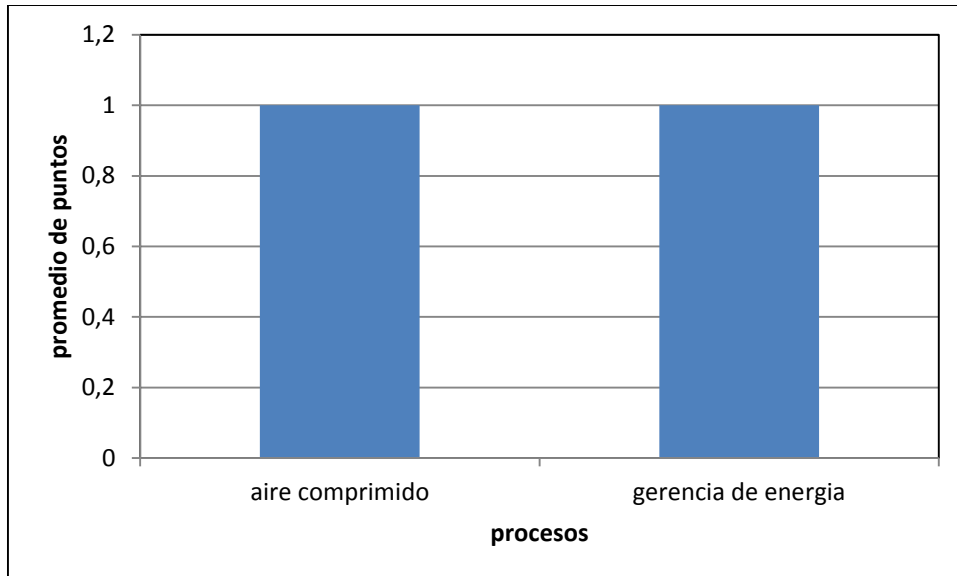


Figura 3.5. Comparación cuantitativa de los procesos energéticos de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Al igual que los casos anteriores los valores promedio de puntos no son superiores a 1,3; lo que implica que también son considerados de potencial bajo de producciones más limpias y pueden ser sometidos a transformaciones ligeras, para lograr las transformaciones pertinentes, dirigidas principalmente a sustituir el equipamiento del aire comprimido (uno de los compresores). En este caso no se consideran la producción de calor ni la refrigeración porque la empresa no cuenta con estos tipos de sistema.

3.3.2. Análisis del gráfico de potenciales de P+L

En la figura 3.6 se muestra la matriz integrada de potencial ambiental de PML con el potencial económico de PML, la que permite realizar el análisis estructural del estudio realizado en la empresa UEB Producciones Mineras de Placetas.

En esta parte se hace un análisis más detallado, donde está relacionado con la selección de los procesos, es un gráfico muy completo, es decir; potencial ambiental de PML (se relacionan los puntos de las ventajas ambientales en cada proceso respecto al potencial económico de PML (promedio de los puntos de las ventajas económicas en la parte de los costos).

Dado que la automatización de los aspectos de seguridad, salud, transporte y almacenamiento a menudo no cusan beneficios financieros (económicos) directos

estos aspectos solamente se rigen en el diagrama 2 lo que nos dice que no son considerados en la matriz de potencial. Lo que conlleva a una forma más amplia que es la siguiente.

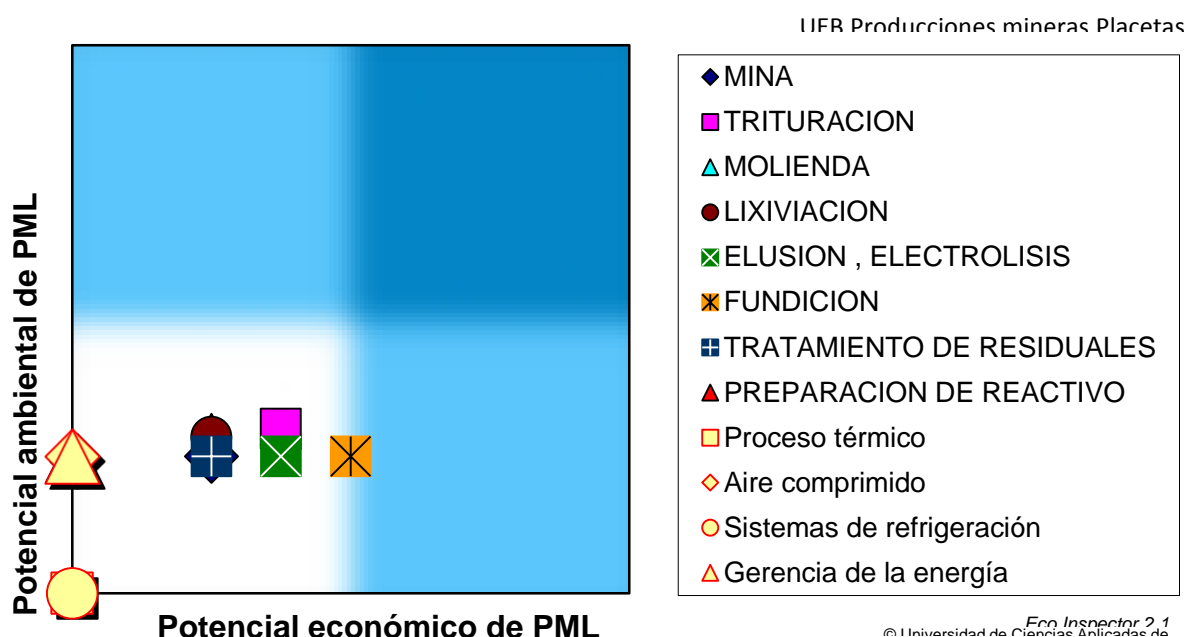


Figura 3.6. Matriz de potencial ambiental respecto al potencial económico de Producciones Más Limpia. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 3.6, todas las variables de estudio se encuentran ubicadas en el segundo cuadrante de la matriz queriendo expresar que estas son poco influyentes o motrices y poco dependientes. No constituyen parte determinante para el futuro del sistema, motivado todo ello por tener valores mínimos de afectación en los procesos, como fue valorado en los epígrafes anteriores.

Los procesos energéticos en cuestión, según el estudio realizado, no producen afectaciones económicas, su nivel en esta comparación es el mínimo, mientras que el potencial ambiental de PML, del aire comprimido y la gerencia de energía precisa de acciones en este sector.

En cuanto a los procesos tecnológicos poseen tanto potencialidades ambientales como económicas, analizando las primeras, se muestran que todas están a un mismo nivel de estas potencialidades, mientras que en las financieras se encuentran en un orden bien definidas que de manera creciente son: tratamiento de residuales y lixiviación, trituración y elusión-electrolisis, y por ultimo donde más acciones deben ser realizadas es en la fundición del doré.

3.4. Opciones de producción más limpia (OPML) para eliminar los problemas ambientales y económicos en la planta de:

MINA

- Mojado con frecuencia de los viales mineros.
- Adecuado sistema de reparaciones que evite el derrame de aceites y combustible de automóviles, de manera que se evite la contaminación de las aguas subterráneas.
- Optimización del proceso de minería (carga y transporte)
- Sustituir los vehículos por otros que optimicen el transporte minero.

TRITURACIÓN

- Diseñar captadores de polvo en la sección de trituración o emplear equipos cerrados.
- Diseñar procesos de secado de mineral, de manera tal que se evite los atascamientos en el proceso de trituración.
- Sustituir las cribas por desgaste físico

MOLIENDA

- Establecer el tratamiento del agua en el proceso de molienda.
- Establecer sistema de clasificación granulométrica que haga más eficiente el proceso.
- Posibilidad de optimización del proceso

LIXIVIACIÓN

- Techar la planta donde se trabaje con cianuro, para evitar evaporaciones de soluciones contenedoras.
- Necesidad de optimización del proceso
- Rediseñar el sistema de lixiviación (añadir un reactor auxiliar)

- Rediseñar el mantenimiento psíquico con un reactor en by pass

ELUSIÓN-ELECTRÓLISIS

- Necesidad de optimización del proceso de electrolisis.
- Mejoramiento de la maquinaria existente

FUNDICIÓN DEL DORÉ.

- Instalar sistemas de tratamiento de gases en la sección.
- Necesidad de optimización del proceso de electrolisis.
- Mejoramiento de la maquinaria existente

PREPARACIÓN DE REACTIVOS

- Instalar sistemas de tratamiento de gases
- Automatización del sistema

TRATAMIENTO DE RESIDUALES

- Rediseñar el sistema de tratamiento de residuales (sólidos y líquidos)

ALMACENES

- Optimizar la organización

GENERALES

- Asfaltar o cementar toda el área transitable de la planta, con su respectivo sistema de drenaje.
- Automatización totalmente el proceso, podría aumentar el rendimiento del proceso.
- Sustitución de tuberías y ajuste de manera que se eviten los derrame de agua y reactivos.
- Sustituir las bandas transportadoras por desgaste físico.

3.5 Valoración económica de la producción más limpia de la empresa UEB producciones mineras “Placetas”

Evaluación Económica

Para la realización de la inversión de un secador rotatorio en la Unidad Empresarial de base de Producciones Mineras de Placetas se partió de conocer la producción de oro y plata anual, así como los precios de ambos metales en la Bolsa de Metales de Londres. Los ingresos por ventas mensuales y anuales son mostrados en la tabla 3.3

Tabla 3.3. Ingresos por venta de oro y plata en la Unidad Empresarial de base de Producciones Mineras de Placetas

Oro Metálico					
DETALLE	Producción kg	Producción oz	Precio De Venta USD/oz	Ingreso	
Producción Mensual	2,5	88,175	\$ 1 337,0	Mensual	\$ 117 888,21
Producción anual	27,5	969,925	\$ 1 337,0	Anual	\$ 1 296 770,33

Plata Metálica					
DETALLE	Producción kg	Producción oz	Precio De Venta USD/oz	Ingreso	
Producción Mensual	5	176,35	\$ 14,8	Mensual	\$ 12 154,4
Producción anual	55	1 939,85	\$ 14,8	Anual	\$ 145 853,1

INGRESO TOTAL	
Oro y Plata mensual	\$ 130 042,6
Oro y Plata anual	\$ 1 442 623,5

En la tabla 3.4 muestra un resumen de los costos en que se incurre durante la producción de oro y plata, a partir del análisis y cálculos de los costos fijos y variables de la misma,

Tabla 3.4 Costos en la Unidad Empresarial de base de Producciones Mineras de Placetas

COSTOS FIJOS	\$ 349 632,00
Mano de Obra Directa	\$ 86 160,00
Mano de Obra Indirecta	\$ 33 072,00
Costo de transporte	\$ 230 400,00
COSTOS VARIABLES	\$ 204 000,00
Materiales Directos	\$ 201 600,00
Materiales Indirectos	\$ 2 400,00
COSTOS TOTALES	\$ 553 632,00

Los gastos administrativos son considerados dentro del flujo de caja en la Unidad Empresarial de base de Producciones Mineras de Placetas. Los cálculos son mostrados en la tabla 3.5

Tabla 3.5. Gastos Administrativos

DESCRIPCIÓN	TOTAL MENSUAL	TOTAL ANUAL
Sueldos Administrativos	\$ 9 936,00	\$ 119 232,00
Servicios Básicos	\$ 10 294,88	\$ 123 538,61
Electricidad 2000 Kv por mes	\$ 10 290,38	\$ 123 484,61
Agua	\$ 4,50	\$ 54,00
Total Gastos Administrativos	\$ 20 230,88	\$ 242 770,61

Para la confección del flujo de caja para la inversión del secador rotatorio, se consideró la información siguiente:

Costo de la inversión inicial: \$ 15 000,00

Costo del capital de trabajo: \$ 7 000,00

Depreciación de intangibles: \$ 15 348,12

Taza de descuento: 15 %

En la tabla 3.6 se muestra el flujo de caja para la inversión del secador en la Unidad Empresarial de base de Producciones Mineras de Placetas

Tabla 3.6 Flujo de caja del proyecto de inversión de un secador en la Unidad Empresarial de base de Producciones Mineras de Placetas

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO, (\$)						
Detalle	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		1 442 623,46	1 471 475,93	1 500 905,45	1 530 923,56	1 561 542,03
Egresos		798 402,61	833 752,31	871 751,17	912 646,39	956 709,53
Costos de Venta		553 632,00	564 704,64	575 998,73	587 518,71	599 269,08
Coste de Fabricación		553 632,00	564 704,64	575 998,73	587 518,71	599 269,08
Gasto Administrativo		242 770,61	267 047,67	293 752,44	323 127,68	355 440,45
Gasto de Venta y Publicidad		2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00	2 000,00
Flujo Operacional		644 220,85	637 723,62	629 154,28	618 277,17	604 832,50
Amortización Intangible		209,70	209,70	209,70	209,70	209,70
Depreciación		15 138,42	15 138,42	15 138,42	15 138,42	15 138,42
Utilidad antes de Impuesto		628 872,73	622 375,50	613 806,16	602 929,05	589 484,38
Impuesto a la Renta, 25%		157 218,18	155 593,88	153 451,54	150 732,26	147 371,10
Participación de Trabajadores, 15%		94 330,91	93 356,33	92 070,92	90 439,36	88 422,66
Utilidad Neta		377 323,64	373 425,30	368 283,70	361 757,43	353 690,63
Depreciación y Amortización Intangible		15 348,12	15 348,12	15 348,12	15 348,12	15 348,12
Inversión Inicial	-32 000,00					
Capital de Trabajo	-8 000,00					
Flujo neto del proyecto	-40 000,00	392 671,76	388 773,42	383 631,82	377 105,55	369 038,75
TIR	9,81					
tasa de descuento 9 %	9,00					
VAN	3 579,94					

Como paso final del cálculo económico se llegó a la conclusión que es posible realizar las inversiones previstas en la Unidad Empresarial de base de Producciones Mineras de Placetas para lograr que toda la entidad sea de producción más limpia debido a que el VAN obtenido es de \$ 3 579,94 con una tasa de descuento de un 9 %, además de corroborar tal posibilidad, a partir de tener un TIR del 9,81 %.

CONCLUSIONES

Se utilizó una metodología para evaluar las potencialidades de producción más limpia (PML) en la Unidad Empresarial de Base de producciones minera Placetas, Villa Clara. Se proponen medidas por planta para el mejoramiento ambiental y energético de la misma como: adecuado sistema de reparaciones que evite el derrame de aceites y combustible de automóviles. Diseñar captadores de polvo en la sección de trituración o emplear equipos cerrados, adicionar un tambor rotatorio para el secado de mineral. En el proceso de molienda establecer un adecuado tratamiento de agua y un sistema de clasificación granulométrica. Añadir un reactor en el proceso de lixiviación y rediseñar el sistema de este proceso. En las secciones de elusión – electrolisis y fundición del doré se deben mejorar las maquinarias existentes. Se demostraron los puntos débiles de la empresa con la ayuda del Software Eco Inspector donde se estimaron las potencialidades producción más limpia de acuerdo a las ineficiencias. Todo esto conlleva un aumento del rendimiento de los procesos existentes en la empresa, mejor calidad del producto final, menor riesgo de polución para el medio ambiente y el hombre.

RECOMENDACIONES

- Implementar estos resultados en la Unidad Empresarial de Base de producciones minera Placetas.
- Generalizar la metodología a otras entidades del país.

BIBLIOGRAFÍA.

Acosta Macías M. 2009. Análisis de las potencialidades de producción más limpia (PML) en la Planta de Preparación del Mineral. Trabajo de Diploma. ISMM. Moa. Cuba

Aguilar Martínez S. 2015. Elaboración de un plan de producción más limpia para el hotel patrimonio de la ciudad de Cuenca. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental. Universidad de Cuenca. Ecuador.

Bello-Gómez, A. Méndez-López, A. 2014. Principales medidas de producción más limpia para el sector chocolatería, confitería y sus materias primas. Tesis de grado por el título de Especialista en Producción Más Limpia. Universidad de Medellín. Colombia.

Caicedo-González L. 2015. Planteamiento de una tecnología de producción más limpia para el proceso de beneficio de oro sin mercurio. Especialización en Planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, D.C., Colombia.

Castro de Doens, L. 2000. Guía de producción mas limpia para el sector construcción. Centro Nacional de Información sobre Producción Más Limpia y Consumo Sostenible. Panamá.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD). 1992. Agenda 21. Capítulos 20, 22 y 30.

García M, Sardiñas O y Palet M. 2005. La Industria del petróleo en cuba: mejoras en el proceso productivo de una empresa en el país. Instituto de Geografía Tropical – Cuba.

Garzón-Rivera, I. Gutiérrez-González, A. 2016. Estrategias de producción más limpia para el proceso de cromado en la empresa zinc Ltda. Universidad Libre. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Ambiental. Bogotá.

Hernández-Bermúdez Y. 2013. Producción más Limpia en el Sector Biotecnológico Journal Technology Management Innovation., Volume 8, Special Issue ALTEC.

Hoof, B. v., Monroy, N., & Saer, A. 2008. Produccion más Limpia. Revista Alfaomega Colombiana S.A. Bogotá, Colombia.

Maslenistski. I.N, Chugaev L.V. 1972. Metalurgia de los metales nobles. Editorial Mir. Moscú

NC: 111: 2004. Calidad del aire – reglas para la vigilancia de la calidad del aire en asentamientos humanos.

NC: 242: 2005. Guía de los datos tecnológicos para inventario de emisiones de los contaminantes atmosféricos desde fuentes industriales estacionarias.

NC: 93-02-202. Atmósfera. Requisitos higiénicos sanitarios.

Ochoa-George P. 2007. Las Producciones más Limpias en la Gestión Empresarial. Editorial Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos. Cuba.

Programa de la Organización de las Naciones Unidas para el Derecho Industrial. (ONUDI) 2001.

Van Hoof, B. Herrera C. 2007. La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia. Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. ISSN. 0121-4993.

Varela-Rojas, I. 2015. Definición de Producción más Limpia. Revista Tecnología en Marcha. Vol. 16 N° 2. pp 3-12.

APÉNDICE

Proceso 1

Pasos del proceso

MINA

Lista y descripción de los pasos individuales del proceso

Estimación de potencial							Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total	
									Proceso	Costos
Entradas	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades			1	1	1	
	Materia prima, material auxiliar y de operación	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades			1	1	1	
	Consumo de energía (proceso)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto			no hay	-	-	
	Costos (Entrada de materiales y energía)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto			no hay	-	-	-
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades			1	1	1	
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades			no hay	-	-	
	Aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Volúmenes pequeños	<input type="radio"/> Volúmenes grandes			no hay	-	-	
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades			no hay	-	-	
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV's, polvo, calor aprovechado)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades			1	1	1	
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto			1	1		1
Tecnología	Estado de la maquinaria	<input checked="" type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado			no hay	-	-	
	Nivel de automatización	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado			1	1	1	
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades			no hay	-	-	
	Mantenimiento, servicio, limpieza	<input checked="" type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado			no hay	-	-	
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto			1	1		1
Nivel de optimización del proceso actual Opinión del experto		<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1			
Resultados							Promedio de los puntos en el "proceso" 1.0 Promedio de los puntos en el "costo" 1.0			

Figura 3.7.Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de mina

Proceso 2

Pasos del proceso

TRITURACION

Existe una trituradora de mandibula y luego una de impacto para ejercer la trituracion del mineral.

Estimación de potencial						Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total Proceso Costos
Entradas	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Materia prima, material auxiliar y de operación	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Consumo de energía (proceso)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1
	Costos (Entrada de materiales y energía)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Volúmenes pequeños	<input type="radio"/> Volúmenes grandes		no hay	-	-
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV's, polvo, calor aprovechado)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
Tecnología	Estado de la maquinaria	<input checked="" type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		no hay	-	-
	Nivel de automatización	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Mantenimiento, servicio, limpieza	<input type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input checked="" type="radio"/> Inapropiado		2	1	2
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	<input type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input checked="" type="radio"/> Alto		2	1	2
Nivel de optimización del proceso actual Opinión del experto		<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input checked="" type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Resultados						Promedio de los puntos en el "proceso" 1.2 Promedio de los puntos en el "costo" 1.5		

Figura 3.8. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de trituración

Proceso 3

Pasos del proceso

MOLIENDA

Lista y descripción de los pasos individuales del proceso

Estimación de potencial						Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total	
								Proceso	Costos
Entradas	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1	
	Materia prima, material auxiliar y de operación	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1	
	Consumo de energía (proceso)	<input type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input checked="" type="radio"/> Alto		2	1	2	
	Costos (Entrada de materiales y energía)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1		1
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-	
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-	
	Aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Volúmenes pequeños	<input type="radio"/> Volúmenes grandes		no hay	-	-	
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-	
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV's, polvo, calor aprovechado)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-	
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-		-
Tecnología	Estado de la maquinaria	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1	
	Nivel de automatización	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1	
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1	
	Mantenimiento, servicio, limpieza	<input checked="" type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		no hay	-	-	
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-		-
Nivel de optimización del proceso actual Opinión del experto		<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1		
Resultados						Promedio de los puntos en el "proceso"		1.2	
						Promedio de los puntos en el "costo"			1.0

Figura 3.9. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de molienda

Proceso 4

Pasos del proceso

LIXIVIACION

Lista y descripción de los pasos individuales del proceso

Estimación de potencial					Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total Proceso Costos
Entrada	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades	1	1	1
	Materia prima, material auxiliar y de operación	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades	1	1	1
	Consumo de energía (proceso)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto	1	1	1
	Costos (Entrada de materiales y energía)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto	1	1	1
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades	no hay	-	-
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades	no hay	-	-
	Aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Volúmenes pequeños	<input type="radio"/> Volúmenes grandes	no hay	-	-
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades	no hay	-	-
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV's, polvo, calor aprovechado)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades	1	1	1
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto	no hay	-	-
Tecnología	Estado de la maquinaria	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado	1	1	1
	Nivel de automatización	<input type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input checked="" type="radio"/> Inapropiado	2	1	2
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades	1	1	1
	Mantenimiento, servicio, limpieza	<input checked="" type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado	no hay	-	-
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto	no hay	-	-
Nivel de optimización del proceso actual Opinión del experto		<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1
Resultados					Promedio de los puntos en el "proceso"		1.1
					Promedio de los puntos en el "costo"		1.0

Figura 3.10. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de lixiviación

Proceso 5

Pasos del proceso

ELUSION , ELECTROLISIS

Lista y descripción de los pasos individuales del proceso

Estimación de potencial						Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total Proceso Costos
Entradas	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Materia prima, material auxiliar y de operación	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Consumo de energía (proceso)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1
	Costos (Entrada de materiales y energía)	<input type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input checked="" type="radio"/> Alto		2	1	2
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Volúmenes pequeños	<input type="radio"/> Volúmenes grandes		no hay	-	-
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV's, polvo, calor aprovechado)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
Tecnología	Estado de la maquinaria	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1
	Nivel de automatización	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Mantenimiento, servicio, limpieza	<input checked="" type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		no hay	-	-
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1
Nivel de optimización del proceso actual		<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Opinión del experto								
Resultados						Promedio de los puntos en el "proceso" 1.0 Promedio de los puntos en el "costo" 1.5		

Figura 3.11. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de elusión, electrólisis

Proceso 6

Pasos del proceso

FUNDICION

Lista y descripción de los pasos individuales del proceso

Estimación de potencial						Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total		
								Proceso	Costos	
Entradas	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	<input type="radio"/>	Ninguno	<input checked="" type="radio"/>	Pequeñas cantidades	<input type="radio"/>	Grandes cantidades	1	1	1
	Materia prima, material auxiliar y de operación	<input type="radio"/>	Ninguno	<input checked="" type="radio"/>	Pequeñas cantidades	<input type="radio"/>	Grandes cantidades	1	1	1
	Consumo de energía (proceso)	<input type="radio"/>	Bajo	<input checked="" type="radio"/>	Moderado	<input type="radio"/>	Alto	1	1	1
	Costos (Entrada de materiales y energía)	<input type="radio"/>	Bajo	<input type="radio"/>	Moderado	<input checked="" type="radio"/>	Alto	2	1	2
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	<input checked="" type="radio"/>	Ninguno	<input type="radio"/>	Pequeñas cantidades	<input type="radio"/>	Grandes cantidades	no hay	-	-
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	<input type="radio"/>	Ninguno	<input checked="" type="radio"/>	Pequeñas cantidades	<input type="radio"/>	Grandes cantidades	1	1	1
	Aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/>	Ninguno	<input type="radio"/>	Volúmenes pequeños	<input type="radio"/>	Volúmenes grandes	no hay	-	-
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	<input checked="" type="radio"/>	Ninguno	<input type="radio"/>	Pequeñas cantidades	<input type="radio"/>	Grandes cantidades	no hay	-	-
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV's, polvo, calor aprovechado)	<input type="radio"/>	Ninguno	<input checked="" type="radio"/>	Pequeñas cantidades	<input type="radio"/>	Grandes cantidades	1	1	1
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	<input checked="" type="radio"/>	Bajo	<input type="radio"/>	Moderado	<input type="radio"/>	Alto	no hay	-	-
Tecnología	Estado de la maquinaria	<input type="radio"/>	Apropiado	<input checked="" type="radio"/>	Conveniente para la optimización	<input type="radio"/>	Inapropiado	1	1	1
	Nivel de automatización	<input type="radio"/>	Apropiado	<input checked="" type="radio"/>	Conveniente para la optimización	<input type="radio"/>	Inapropiado	1	1	1
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	<input type="radio"/>	Ninguno	<input checked="" type="radio"/>	Pequeñas cantidades	<input type="radio"/>	Grandes cantidades	1	1	1
	Mantenimiento, servicio, limpieza	<input checked="" type="radio"/>	Apropiado	<input type="radio"/>	Conveniente para la optimización	<input type="radio"/>	Inapropiado	no hay	-	-
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	<input checked="" type="radio"/>	Bajo	<input type="radio"/>	Moderado	<input type="radio"/>	Alto	no hay	-	-
Nivel de optimización del proceso actual Opinión del experto		<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1			
Resultados						Promedio de los puntos en el "proceso" 1.0 Promedio de los puntos en el "costo" 2.0				

Figura 3.12. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de fundición

Proceso 7

Pasos del proceso

TRATAMIENTO DE RESIDUALES

Lista y descripción de los pasos individuales del proceso

Estimación de potencial						Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total Proceso Costos
Entradas	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Materia prima, material auxiliar y de operación	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Consumo de energía (proceso)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1
	Costos (Entrada de materiales y energía)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Aguas de desecho, aguas servidas	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Volúmenes pequeños	<input type="radio"/> Volúmenes grandes		1	1	1
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV's, polvo, calor aprovechado)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1
Tecnología	Estado de la maquinaria	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1
	Nivel de automatización	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	<input checked="" type="radio"/> Ninguno	<input type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		no hay	-	-
	Mantenimiento, servicio, limpieza	<input checked="" type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		no hay	-	-
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
Nivel de optimización del proceso actual Opinión del experto		<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Resultados						Promedio de los puntos en el "proceso" 1.0		Promedio de los puntos en el "costo" 1.0

Figura 3.13 Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de tratamiento de residuales

Proceso 8

Pasos del proceso

PREPARACION DE REACTIVO

Lista y descripción de los pasos individuales del proceso

Estimación de potencial						Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total
							Proceso	Costos
Entradas	Materiales problemáticos, (eco-) tóxicos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Materia prima, material auxiliar y de operación	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Consumo de energía (proceso)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1
	Costos (Entrada de materiales y energía)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
Desecho / Agua de desecho / Emisiones	Residuo sólido, desecho (incl. material de empaque)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Desechos especiales o peligrosos (ej. de acuerdo a Convenio de Basilea)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Aguas de desecho, aguas servidas	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Volúmenes pequeños	<input type="radio"/> Volúmenes grandes		1	1	1
	Sustancias que causan problemas en las aguas de desecho, aguas servidas	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Emisiones aerotransportadas (gases, COV's, polvo, calor aprovechado)	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Costos del tratamiento de los desechos (internos/externos)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
Tecnología	Estado de la maquinaria	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1
	Nivel de automatización	<input type="radio"/> Apropiado	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		1	1	1
	Pérdidas por errores en la producción, lotes defectuosos	<input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="radio"/> Pequeñas cantidades	<input type="radio"/> Grandes cantidades		1	1	1
	Mantenimiento, servicio, limpieza	<input checked="" type="radio"/> Apropiado	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inapropiado		no hay	-	-
	Costo del mantenimiento, incluyendo paros del equipo	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
Nivel de optimización del proceso actual Opinión del experto		<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Resultados						Promedio de los puntos en el "proceso" 1.0 Promedio de los puntos en el "costo" -		

Figura 3.14. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de preparación de reactivos

Proceso 9

Almacén 1

INSUMO

Almacén 2

Materia prima , Area de reactivo, Almacenes de Aceites y Lubricantes, Produccion terminada (no)

Almacén 3

Cianuro

Estimación de potencial						Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total
Almacén 1	Sistema de gerencia en operación (ej. "first-in-first-out")	<input checked="" type="radio"/> Si	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> No		no hay	-	-
	Organización para almacenar, limpieza, orden	<input type="radio"/> Excelente	<input checked="" type="radio"/> Necesita optimizar	<input type="radio"/> Inadecuado		1	1	1
	Concepto de seguridad	<input checked="" type="radio"/> Cumple	<input type="radio"/> Necesita optimizar	<input type="radio"/> No cumple		no hay	-	-
	Nivel de optimización, almacén 1 Opinion del experto	<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Almacén 2	Sistema de gerencia en operación (ej. "first-in-first-out")	<input checked="" type="radio"/> Si	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> No		no hay	-	-
	Organización para almacenar, limpieza, orden	<input type="radio"/> Excelente	<input checked="" type="radio"/> Necesita optimizar	<input type="radio"/> Inadecuado		1	1	1
	Concepto de seguridad	<input checked="" type="radio"/> Cumple	<input type="radio"/> Necesita optimizar	<input type="radio"/> No cumple		no hay	-	-
	Nivel de optimización, almacén 2 Opinion del experto	<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Almacén 3	Sistema de gerencia en operación (ej. "first-in-first-out")	<input checked="" type="radio"/> Si	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> No		no hay	-	-
	Organización para almacenar, limpieza, orden	<input checked="" type="radio"/> Excelente	<input type="radio"/> Necesita optimizar	<input type="radio"/> Inadecuado		no hay	-	-
	Concepto de seguridad	<input checked="" type="radio"/> Cumple	<input type="radio"/> Necesita optimizar	<input type="radio"/> No cumple		no hay	-	-
	Nivel de optimización, almacén 3 Opinion del experto	<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Resultados						Promedio de los puntos		1.0

Figura 3.15. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de almacenamiento

Proceso 10

Transporte

Descripción de las mercancías transportadas así como del transporte de empleados llevado a cabo por la empresa.

Estimación de potencial					Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total
Transporte de las mercancías	Concepto para el transporte por carreteras. (Planeamiento optimizado de la ruta y programación, mínimo número de viajes vacíos o sin)	<input checked="" type="radio"/> Introducido	<input type="radio"/> Parcialmente introducido	<input type="radio"/> Ningunos	no hay	-	-
	Entrenamiento especial para los conductores (cursos para conducir ecológicamente)	<input checked="" type="radio"/> Si, todos	<input type="radio"/> Parcialmente introducido	<input type="radio"/> No	no hay	-	-
	Consumo de combustible para vehículos pesados o distancia recorrida en km/año	<input checked="" type="radio"/> Bajo < 10'000 l/a < 50'000 km/a	<input type="radio"/> Moderado 10'000 - 50'000 l/a 50'000 - 250'000 km/a	<input type="radio"/> Alto > 50'000 l/a > 250'000 km/a	no hay	-	-
	Nivel de la optimización ¿Quién es responsable del transporte de las mercancías? Cuando el transporte es organizado por la compañía: ¿Cómo son transportadas las mercancías?	<input type="radio"/> Transporte ejecutado por terceros	<input checked="" type="radio"/> Mixto: ejecutado por la empresa y terceros	<input checked="" type="radio"/> Transporte solamente ejecutado por la empresa	1	Ponderación seleccionada = 1	
<input type="radio"/> Principalmente por trenes o barcos	<input checked="" type="radio"/> Mixto: trenes, barcos, camiones, aviones	<input type="radio"/> Principalmente camiones	1				
Resultados referente al transporte de las mercancías					Promedio de los puntos		-
Transporte de empleados	Concepto para el transporte de empleados	<input checked="" type="radio"/> Introducido	<input type="radio"/> Parcialmente introducido	<input type="radio"/> Ningunos	no hay	-	-
	Entrenamiento especial de los conductores (ej. personal de ventas). Motivación de los empleados para utilizar el transporte público	<input checked="" type="radio"/> Si - todos los conductores entrenados	<input type="radio"/> Parcialmente introducido	<input type="radio"/> No	no hay	-	-
	Consumo de combustible para vehículos livianos o distancia recorrida en km/año	<input type="radio"/> Bajo < 10'000 l/a < 100'000 km/a	<input checked="" type="radio"/> Moderado 10'000 - 50'000 l/a 100'000 - 500'000 km/a	<input type="radio"/> Alto > 50'000 l/a > 500'000 km/a	1	1	1
	Nivel de optimización del transporte de empleados Opinión del experto	<input type="radio"/> alto P = 0	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1		
Resultado referente al transporte de los empleados					Promedio de los puntos		1.0

Figura 3.16. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de transporte

Suministro de energía 2

Aire comprimido

Datos sobre la presión (nominal), el consumo total etc.

Lista de consumidores principales

Estimación de potencial						Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total Proceso Costos
Sistema de aire comprimido: tubos, accesorios, aislamiento	Estado de la maquinaria	<input checked="" type="radio"/> Aceptable	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inadecuado		no hay	-	-
	Mantenimiento del aislamiento, accesorios	<input checked="" type="radio"/> Bueno, preventivo	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inadecuado		no hay	-	-
	Pérdidas en el sistema de aire comprimido (fugas, largas rutas de alta presión)	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
	Nivel de optimización del sistema de aire comprimido Opinión del experto	<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Compresor 1	Estado de la maquinaria, recuperación de calor no aprovechado	<input checked="" type="radio"/> Aceptable	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inadecuado		no hay	-	-
	Compresor utilizado, mantenimiento	<input checked="" type="radio"/> Bueno, preventivo	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inadecuado		no hay	-	-
	Pérdidas por operación ineficaz o tecnología inadecuada	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
	Nivel de optimización del compresor 1 Opinión del experto	<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Compresor 2	Estado de la maquinaria, recuperación de calor no aprovechado	<input checked="" type="radio"/> Aceptable	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inadecuado		no hay	-	-
	Compresor utilizado, mantenimiento	<input checked="" type="radio"/> Bueno, preventivo	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inadecuado		no hay	-	-
	Pérdidas por operación ineficaz o tecnología inadecuada	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
	Nivel de optimización del compresor 2 Opinión del experto	<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Compresor 3	Estado de la maquinaria, recuperación de calor no aprovechado	<input type="radio"/> Aceptable	<input checked="" type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inadecuado		1	1	1
	Compresor utilizado, mantenimiento	<input checked="" type="radio"/> Bueno, preventivo	<input type="radio"/> Conveniente para la optimización	<input type="radio"/> Inadecuado		no hay	-	-
	Pérdidas por operación ineficaz o tecnología inadecuada	<input checked="" type="radio"/> Bajo	<input type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		no hay	-	-
	Nivel de optimización del compresor 3 Opinión del experto	<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada = 1	
Resultados						Promedio de los puntos en el "proceso" 1.0 Promedio de los puntos en el "costo" -		

Figura 3.17. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de suministro de aire

Gerencia de la energía

Estimación de potencial					Potencial disponible	Ponderación "Opinión del experto"	Puntaje total Proceso Costos	
Consumo de energía del proceso (comparar con el consumo de energía para la calefacción o el aire acondicionado)	<input type="radio"/> Bajo	<input checked="" type="radio"/> Moderado	<input type="radio"/> Alto		1	1	1	
Gerencia de la energía (contabilidad de la energía, gerencia del pico del consumo eléctrico)	<input checked="" type="radio"/> Introducido	<input type="radio"/> Parcialmente introducido	<input type="radio"/> Ninguno		no hay	-	-	
Uso de energías alternativas, recuperación de calor no aprovechado, bomba de calor, generación combinada de calor y potencia	<input checked="" type="radio"/> Introducido	<input type="radio"/> Parcialmente disponible	<input type="radio"/> No hay		no hay	-	-	
Nivel de optimización del sistema de gerencia de la energía	<input type="radio"/> alto P = 0.0	<input type="radio"/> alto / medio P = 0.5	<input checked="" type="radio"/> medio P = 1.0	<input type="radio"/> medio / bajo P = 1.5	<input type="radio"/> bajo P = 2.0	Ponderación seleccionada =1		
Opinión del experto								
Resultados					Promedio de los puntos en el "proceso" 1.0			
					Promedio de los puntos en el "costo" -			

Figura 3.18. Resultado del Software Eco Inspector 2.1 en la sección de gerencia de energía