

Diagnóstico del proceso en el beneficio de oro en la mina el Diamante, Santacruz–Nariño

Claudia Ximena Riascos Cetre

Leidy Yisel Santacruz Bacca

Daniela Fernanda Yela Villota

Estudiantes del Programa de Ingeniería Ambiental
Universidad Mariana

Paola Andrea Ortega Guerrero

Docente del Programa de Ingeniería Ambiental
Universidad Mariana

Resumen

La selección de estrategias para **producción más limpia** en una actividad productiva radica en varias etapas, entre las cuales se encuentran la evaluación técnica, económica y ambiental de las medidas que se proponen para mejorar el desempeño ambiental que se lleva a cabo en el proceso del beneficio del oro. En esta investigación se expone el análisis sobre el impacto que generan las distintas etapas del proceso de beneficio de oro en la mina el Diamante del municipio de Santacruz. Se realizó una visita a la mina para así conocer cómo se desarrolla cada etapa para el proceso de beneficio del oro, también se observaron y analizaron los vertimientos que son depositados a la fuente, las cuales generan un impacto en la quebrada el Diamante, la cual se encuentra cerca de la mina. Fue necesario realizar la clasificación de residuos sólidos, debido a que en la mina el Diamante no realiza la clasificación, teniendo en cuenta que se generan residuos peligrosos, no peligrosos y especiales. Este diagnóstico se realiza con el fin de identificar los problemas que generan cada proceso de beneficio del oro.

Introducción

La minería es un proceso de remoción de materiales de la corteza terrestre. Estos depósitos han estado allí por millones de años, comportándose como un depósito natural dentro de los ciclos bio-geoquímicos de cada elemento en particular. Al ser removido el material ocurre una alteración de estos ciclos y su disposición o transporte puede generar procesos de contaminación in situ, o en lugares alejados en donde serán procesados o utilizados los minerales. (Olivero, 2017, p. 5).

En Colombia:

La explotación se realiza en gran parte a pequeña escala y de manera artesanal. Durante el proceso de beneficio del metal, muchas de las minas utilizan, mercurio, cianuro y otros elementos de alta toxicidad que al ser manipulados en forma inadecuada ocasiona grave daño a la salud y al medio ambiente. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2007, p. 5).

La minería que se practica en la zona Andina se considera como Pequeña Minería, con niveles bajos de tecnología, eficiencia y rentabilidad mínimas; las explotaciones corresponden a oro de filón, y las labores mineras se efectúan casi intuitivamente sin diseños de

planeamiento minero, que contempla su ejecución de acuerdo con la geometría del yacimiento. (Corponariño, s.f., p. 21).

De acuerdo con lo descrito, la presente investigación pretende conocer los pasos llevados a cabo en el proceso del beneficio del oro y hacer una caracterización, con el fin de tener un diagnóstico y encontrar problemáticas ambientales relacionadas con el proceso.

Metodología

Inicialmente, se realiza una visita a la zona de estudio para conocer sus condiciones físicas, se hace un recorrido por el lugar con el fin de identificar el proceso de la extracción del mineral de la mina el Diamante, y poder reconocer los puntos claves para el muestreo, también se hizo una clasificación de los residuos generados por la mina, lo anterior según la Norma Técnica Colombiana 24.

Para la medición del caudal en los puntos seleccionados (vertimiento hacia la quebrada el Diamante y agua de sedimentación), se emplea el método volumétrico. Para la recolección de la muestra se la realiza el método compuesto, según el instructivo para la toma de muestra de aguas residuales del IDEAM.

Con continuidad al proceso, se trasladaron las muestras de aguas al laboratorio de la Universidad Mariana, Campus Alvernia, esto con el fin de realizar los análisis del agua necesarios.

Tabla 1. *Materiales y métodos empleados, medición en laboratorio*

Parámetro	Equipo, Marca y Modelo	Método
pH	Multiparametro, WTW (Wissenschaftlich Technische Werkstätten, 82362 Weilheim) Multi 3630 IDS.	2580-B. Potentiometric
Temperatura		
Conductividad		
Oxígeno Disuelto	Multiparametro, WTW (Wissenschaftlich Technische Werkstätten, 82362 Weilheim) Multi 3630 IDS.	4500-O. Electrodo con membrana
Turbiedad	Turbidímetro, HACH, 2100P Turbidimeter	2130-B. Nephelometric
Color Aparente	Espectrofotómetro, MN (Macherey_Nagel), Nanocolor 500D.	2120-B. Photometric

Fuente: American Pharmacists Association, 2012.

Tabla 2. *Materiales y métodos utilizados en laboratorio*

Variables	Formula	Método
Solidos suspendidos totales	$\left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{(D - E) * 1000}{V1}$	2540-B, C, D, F, G. Gravimétrico
Solidos sedimentables	$\left(\frac{mL/L}{h}\right) = H$	
Determinación DBO5	$\frac{mg\ de\ o_2}{L} = \frac{(OD1 - OD2) - (ODB1 - ODB2)}{V} * 300$	5210-B. DBO5
Determinación DQO	$\frac{mg\ de\ O_2}{L} = \frac{(Vb - Vm) * M * 1000}{m}$	5220-B. Método del reflujó abierto

Fuente: American Pharmacists Association, 2012.

Para la determinación de cianuro fue necesario enviar la muestra de agua a Laboratorios del Valle, el cual se encargó de dar los resultados de cianuro total presente en el agua con el método SM 4500-CN F.

Contextualización

Santacruz se encuentra a 106 kilómetros al occidente de la capital del departamento de Nariño, limitando por el norte con Ricaurte y Samaniego, por el sur con Túquerres, Sapuyes y Mallama, por el oriente con Samaniego y Túquerres y por el occidente con Mallama. Santacruz cuenta con una población de 28.171 habitantes, de los cuales 247 pertenecen a la vereda el Diamante, la cual es la zona principal de estudio.

“En el resguardo existen aproximadamente 150 minas, pertenecientes, en su mayoría, a los indígenas, donde trabajan unas 1.000 personas. Esta es la actividad que más ingresos genera en las familias y la que más personal ocupa” (Bernal, 2013, p. 3).



Figura 1. Mapa de ubicación de la mina el Diamante.

Resultados

Inicialmente, se visitó la zona de estudio para conocer sus condiciones físicas, se realizó un recorrido por el lugar y el cuerpo de agua, con el fin de conocer las condiciones en las que se llevan a cabo el proceso. Las etapas que conforman el proceso de extracción del mineral son:

Exploración y explotación: el material mineral es extraído por medio de socavones; para la realización de este es necesario la utilización de dinamita, agua y un compresor, esto con el fin de encontrar los filones dentro del socavón, de los cuales se extrae aproximadamente 24 toneladas diarias. Dentro de la mina el Diamante se encontraron 4 socavones, solo uno de ellos está en funcionamiento.

Trituración: es la primera etapa en el procesamiento mineral, la trituradora tiene una potencia de 2 Kw. Con esta operación se busca reducir el tamaño inicial de la roca para pasar a la etapa de molienda, en esta etapa de beneficio se generan impactos ambientales como ruido, generación de polvo y consumo de energía.

Molienda: es una operación para reducción de tamaño de partículas, generalmente alrededor del rango de 1/2" y 3/8", se adiciona Hidróxido de sodio (Cal) para neutralizar el pH, es necesario hacerlo ya que posteriormente se llevará a cianuración y ésta es fuertemente afectada por el pH de la solución. El equipo usado para la molienda es un molino chileno.

Lavado de arena: se realiza un lavado para que las partículas más pesadas se depositen en el fondo, mientras que las partículas más ligeras continúen en la corriente y sigan el proceso a los tanques, este proceso requiere 0,6 m², el lavado de las arenas se hace durante un tiempo de 3 horas.

Cribado de limpieza: en este proceso se permite hacer una separación por tamaños del mineral, proceso que deja pasar los granos de dimensiones inferiores a su abertura, mientras los granos de dimensiones superiores son retenidos y evacuados separadamente, esta requiere de una potencia de 0,5kw y consume 1,2 m³ de agua.

Tanques de agitación: en la mina el Diamante, el tanque de agitación tienen una altura de 3m y un diámetro de 3m. El proceso de lixiviación de oro con cianuro es el método más importante desarrollado para extraer, este se lo adiciona puro; el tanque de agitación debe permanecer prendido durante 24 horas, al cabo de las primeras 8 horas es necesario adicionar carbón activado.

Cribado de separación: terminado el proceso de adsorción, se procede a separar el carbón del mineral utilizando mediante el proceso de separación de tamaño.

Lagunas de Sedimentación: la dimensión de la laguna es 5 m de ancho por 10 m de largo y una profundidad de 7 m, es aquí donde llegan todas las aguas de cada uno de los procesos, de la cual no se realiza ningún tipo de descarga hacia la fuente, ya que esta es recirculada para todo el sistema.

Las descargas de aguas [residuales a fuentes superficiales] pueden ocasionar daños a la flora y fauna al intervenir con los procesos reproductivos de las especies. De igual forma, pueden incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos (...), acelerar las reacciones químicas y reducir los niveles de oxígeno, influyendo en la precipitación de muchos compuestos y acelerando la eutrofización. (Corporación Autónoma Regional del Tolima [Cortolima], s.f., p. 663).

Se realizaron parámetros fisicoquímicos, los cuales fueron medidos en el laboratorio de la Universidad Mariana, Campus Alvernia, cada parámetro fue realizado por triplicado, con el fin de tener una mayor certeza del valor arrojado; se obtuvieron los resultados que se muestran en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. *Parámetros fisicoquímicos del vertimiento hacia la quebrada el Diamante*

Parámetros	Unidades	Valores	Métodos
pH	-	9,53 ± 0,09	Potentiometrico
Temperatura	°C	15,4 ± 1,05	
Conductividad	uS/cm	1986 ± 6,80	
Color verdadero	Pt-Co	82,43 ± 2,13	Colorímetro
Color aparente	Pt- Co	60,68 ± 0,15	Colorímetro
Turbiedad	NTU	18,40 ± 1,34	Potenciómetro
Oxígeno disuelto	mg/l	7,45 ± 0,02	Electrodo con membrana
Solidos suspendidos totales	mg/l	0,033 ± 0,005	Gravimétrico
DBO(5)	mg/l	9,2 ± 0,7	5210-B. DBO5
DQO	mg/l	138,13 ± 34,17	Reflujo abierto

Después del análisis a de los dos vertimientos, se puede observar que existen parámetros, los cuales exceden el valor de la norma, estos deberían ser analizados y tratados para disminuir los impactos hacia la fuente hídrica.

Tabla 4. *Clasificación de residuos en la mina el Diamante*

Parámetros	Unidades	Valores	Métodos
pH	-	7,51 ± 0,10	Potentiometrico
Temperatura	°C	15,3 ± 0,25	
Conductividad	uS/cm	51,133 ± 0,550	
Color verdadero	Pt-Co	29,633 ± 1,877	Colorímetro
Color aparente	Pt- Co	36,53 ± 1,12	Colorímetro
Turbiedad	NTU	44,46 ± 0,80	Potenciómetro
Oxígeno disuelto	mg/l	7,45 ± 0,09	Electrodo con membrana
Solidos suspendidos totales	mg/l	0,033 ± 0,005	Gravimétrico
Solidos sedimentables	ml	0,983 ± 0,015	Gravimétrico
DBO(5)	mg/l	10,86 ± 0,20	5210-B. DBO5
DQO	mg/l	157,86 ± 34,17	Reflujo abierto

De igual manera, una de las fuentes más afectada en el municipio de Santacruz es la quebrada el Diamante, donde la inadecuada disposición de las arenas cianuradas representa un grave riesgo: En época de lluvia, por escorrentía, dichas arenas son transportadas fácilmente a la quebrada, lo cual afecta la flora y la fauna circundante (Corponariño, 2007).

Dentro del diagnóstico se realizó una clasificación de residuos sólidos generados en el proceso del beneficio del oro en la mina el Diamante, municipio de Santacruz, como se observa en la Tabla 5. Esta clasificación se la realizó según la Norma Técnica Colombiana GTC 24.

Tabla 5. Clasificación de residuos sólidos generados en el proceso del beneficio del oro en la mina el Diamante

Tipo de residuo	Clasificación	Residuo
Residuos no peligrosos	Aprovechables	Madera Piedra (Granito)
	No aprovechables	Material de barrido Detergentes Material tipo tela
	Orgánicos biodegradables	Podas de materiales vegetales
Residuos peligrosos		Bombillas Guantes Tapabocas Reactivos químicos Lodos Residuos metálicos (envases)
Residuos especiales		Escombros

Se identifican dentro del proceso de la mina tres tipos de residuos, los cuales son: residuos no peligrosos (aprovechables, no aprovechables y orgánicos biodegradables), residuos peligrosos y residuos especiales. (Ver la Tabla 5).

Es necesario realizar un cuadro en donde se evidencie de manera clara cada uno de las operaciones llevadas a cabo dentro del proceso de la mina, para identificar las variables de entradas y salidas que están relacionadas con cada uno de estos, de esta manera, se obtendrá mayor claridad acerca del funcionamiento en el proceso de la extracción de oro.

Conclusiones

El proceso de beneficio de oro genera diferentes series de impactos, desde la etapa de explotación hasta su etapa final, dentro de ellos se encuentra el ruido por la maquinaria que se utiliza, la generación de diferentes residuos, los vertimientos que se hacen hacia la quebrada.

Las operaciones que hacen parte del funcionamiento del proceso para la extracción de mina están relacionadas con variables, las cuales son medidores de los impactos ambientales que cada uno de estos genera, de igual manera, es importante resaltar que cada una de estas operaciones tiene un grado diferente de impacto hacia el entorno.

Las actividades mineras generan un impacto negativo al recurso hídrico, ya que existen parámetros que no se encuentran den-

tro de la norma, además, los vertimientos vienen con una cantidad de cianuro que terminará afectando a la población aguas abajo del vertimiento.

Se realizó el diagnóstico de la mina el Diamante del municipio de Santacruz teniendo como referencia los aspectos naturales, socioculturales, económicos y productivos, que permitieron identificar los aspectos críticos.

Para realizar minería bien hecha como motor de desarrollo, es necesario fomentar proyectos mineros con buenas prácticas, que apliquen normas de seguridad industrial y laboral, que aprovechen de manera racional y técnica los recursos minerales, que implementen altos estándares ambientales, y que cuenten con planes de gestión social a favor de las comunidades.

Las medidas de sensibilización y capacitación al personal son sumamente importantes, debido a que, en su gran mayoría, la contaminación ambiental es causada por el mal manejo de sustancias que se utilizan en el proceso minero.

Referencias

- American Pharmacists Association. (2012). *Standard Methods (Standard Methods for examination of water and wastewater)* (22.a ed.). Clearway Logistics Phase 1a.
- Bernal, S. (2013). Colombia: Supervivencia de los pequeños mineros artesanales del resguardo indígena de Guachaves. Recuperado de http://www.terre-citoyenne.org/fileadmin/TC/RESSOURCES_COMMUNES_PDF/Guerande2013/ECADIM/ECADIM_COLOMBIA_MINERIA_OK.pdf
- Corponariño. (2007). Diagnóstico minero ambiental distrito minero de la Llanada 2006-2007. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/publicaciones/diagnosticomineroambiental.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima). (s.f.). Calidad de aguas. Recuperado de https://cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_coello/diagnostico/l211.pdf
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (IN-CONTEC). (2009). Norma Técnica Colombiana GTC 24 Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente. Recuperado de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>
- Olivero, J. (2017). Efectos de la minería en Colombia sobre la salud humana. Recuperado de <http://concienciaciudadana.org/wp-content/uploads/2017/06/Efectos-de-la-Miner%C3%ADa-en-Colombia-sobre-la-Salud-Humana-Jes%C3%BAs-Olivero-Verbel.pdf>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2007). Producción más limpia en la minería de oro en Colombia. Recuperado de http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1380/Mineria_limpia.pdf