

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS EN ZONAS DE
EXTRACCIÓN DE ORO CON MERCURIO Y CIANURO, EN LOS
MUNICIPIOS DE ROSAS Y LA SIERRA-CAUCA**



**GINA YULIETH VELLAIZAC ARAGON
MARLYN JOHANA PAYAN ANGULO**

**CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYAN
2017**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS EN ZONAS DE
EXTRACCIÓN DE ORO CON MERCURIO Y CIANURO, EN LOS
MUNICIPIOS DE ROSAS Y LA SIERRA-CAUCA**



**GINA YULIETH VELLAIZAC ARAGON
MARLYN JOHANA PAYAN ANGULO**

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

Director
Ingeniero Ambiental
ADRIANA LORENA SANCHEZ VERGARA

**CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DEL CAUCA
CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYAN
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y los jurados del trabajo de grado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS EN ZONAS DE EXTRACCIÓN DE ORO CON MERCURIO Y CIANURO, EN LOS MUNICIPIOS DE ROSAS Y LA SIERRA-CAUCA.** Realizado por: Gina Yulieth Vellaizac Aragón y Marlyn Johana Payan Angulo, una vez realizado el informe final y aprobada la sustentación del mismo, autorizan la realización de los trámites requeridos para optar al título: profesional en Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Firma del Director

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA GINA YULIETH VELLAIZAC

Dedico este trabajo a mi gran Dios y Salvador Jesucristo, dándole a él la honra y gloria porque solo él es merecedor de ella, porque él ha sido mi fortaleza para salir adelante en la realización de este trabajo, por ser mi soporte, y colmarme de bendiciones día tras día; Él fue y será siempre mi compañero y amigo incondicional en todos los aspectos de mi vida. Su gracia y misericordia me ha sostenido hasta el día de hoy.

De manera especial dedico este trabajo a mis padres y hermanas que me han brindado su ayuda, por escucharme en los momentos difíciles y además porque nunca dudaron que podría alcanzar dar este gran paso en mi vida; mis padres siempre han conocido mis anhelos y han sabido apoyar mis ideales.

Dedico este trabajo a cada una de personas que han alzado su voz para clamar a Dios por mí, gracias por sus oraciones.

También dedico este trabajo a mi docente y directora de investigación Adriana Lorena Sánchez Vergara por confiar en mis capacidades y estar siempre al tanto de la investigación; así mismo a mi compañera y amiga Marlyn Johana Payan, porque se mantuvo a mi lado en todos los momentos de alegría y aun en los de angustia, demostrándome que si era posible realizar este trabajo.

DEDICATORIA **MARLYN JOHANA PAYAN**

Dedico este trabajo principalmente a Dios todo poderoso, por darme vida, salud y fuerza en los momentos más difíciles, por permitirme culminar con éxito esta etapa tan importante de mi carrera profesional.

Como deseo de agradecimiento le dedico esta tesis a mi esposo Yair Antonio Chantre por estar a mi lado de manera incondicional en los momentos difíciles de mi carrera y de mi vida, por darme ánimo en los momentos de tristeza, por su amor y cariño incondicional

A mi hijo Jhojan Santiago chantre por ser la luz de mi camino mi compañerito incondicional, por llenar mi vida de millones de alegría, por ser la fuerza para levantarme en momentos que desfallecía y por ser ese motor que me lleva a ser cada vez mejor.

A mi querida madre por darme la vida, por estar siempre dándome apoyo y consejo para hacer de mí una mejor persona, aunque no estaba físicamente conmigo siempre estuvo brindándome todo su apoyo. A mi padre Margarito payan, aunque no ha estado presente en todos los momentos de vida sé que está orgulloso de este título profesional

A mis hermanos por el apoyo incondicional, por sus palabras de aliento, por sus consejos, por sentirse orgullosos de su hermana y por los momentos inolvidables a sus lados.

A mi compañera de lucha Gina Yulieth Vellaizac solo tengo palabras de agradeciendo no solo por ser mi compañera de tesis si no por ser mí amiga incondicional, porque compartimos alegrías, tristezas y por demostrarme que puedo contar con ella siempre.

AGRADECIMIENTOS

GINA YULIETH VELLAIZAC

Quiero agradecer primeramente al Señor Jesucristo por darme su apoyo en este proceso tan importante de mi vida profesional, por guiar mis pasos en todo el tiempo que duró la investigación; por ser mi sustento y darme la sabiduría y la constancia para lograr sacar adelante este sueño; por ser mi mejor amigo y confidente.

Agradezco muy profundamente a mi padre Luis Cenon Vellaizac y a mi madre Onolfa Aragón, por el esfuerzo y el sacrificio realizado para ayudarme durante toda mi carrera profesional, por brindarme su apoyo para suplir las necesidades que se me han presentado durante mi vida. Gracias a mis padres por inculcarme los principios morales que me han ayudado a ser la persona que soy hoy.

Doy las gracias a mis hermanas Claudia Ximena y Thalía Deiby Vellaizac Aragón por ser mis compañeras y amigas de lucha, durante todo nuestro periodo académico. De igual forma agradezco a mi novio Gustavo Adolfo Rentería Castillo por sus palabras de aliento, por su apoyo y compañía durante este hermoso trabajo.

Estoy altamente agradecida con la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) por su apoyo Logístico, Financiero e Intelectual, en cabeza del Director Yesid González Duque, la Subdirectora de Planeación Gloria María Calvo, y mi supervisor en la Subdirección de Defensa del Patrimonio Ambiental, Fabián Fabricio Bonilla, de igual forma a el Ingeniero Andrés Felipe Cajas.

Agradezco a la ingeniera Adriana Lorena Sánchez Vergara por direccionar este hermoso trabajo, por sus constantes aportes intelectuales que fueron muy valiosos para obtener este documento.

Y por último agradezco a mi compañera de investigación la señorita Marlyn Johana Payan Angulo, por no menguar en la realización de este trabajo; por apoyarme e insistir frecuentemente en llevar a cabo este sueño; gracias por escuchar mis ideas y por aportar las suyas propias.

AGRADECIMIENTOS

MARLYN JOHANA PAYAN

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de los que formaron parte en este trabajo. En primer lugar, doy infinitas gracias a Dios por permitirme culminar con éxito esta etapa mi vida

Agradezco infinitamente a mi esposo Yair Antonio Chantre Mosquera por el amor y el cariño en todo momento por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles y por darme la fuerza para cumplir este logro de mi vida.

A mi hijo Jhojan Santiago Chantre por ser la fuerza que me ayuda a levantarme en los momentos difíciles, y me ayuda a salir adelante sin importar las dificultades.

A mis padres por su amor incondicional por criarme con valores y respeto para hacer de mí una mejor persona y a mis hermanos les agradezco la confianza, el apoyo y la amistad en todo momento

Le doy las gracias al señor Yesid González director de la corporación regional del Cuaca por darnos la oportunidad de pertenecer y aportar nuestro conocimiento a esta gran institución. La doctora Gloria Calvo infinitas gracias por su colaboración y perseverancia para que fuéramos parte de este equipo de trabajo tan maravilloso, al ingeniero Fabián Bonilla nuestro supervisor muchas gracias por brindarnos su conocimiento, su amistad y por su colaboración incondicional.

A mi directora de tesis profesora Adriana Sanchez por brindarnos su conocimiento para hacer realidad este proyecto, gracias por su tiempo y por estar siempre dispuesta a ayudarnos.

A mi amiga y compañera de tesis Gina Yulieth Vellaizac quien admiro profundamente por su esfuerzo y dedicación puesto en nuestro trabajo y por compartir momentos significativos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUCCIÓN.....	18
1. PROBLEMA	19
1.1 Planteamiento del problema.....	19
1.2 Localización del Proyecto	20
1.3 Justificación	22
1.4 Objetivos.....	23
1.4.1 Objetivo General.....	23
1.4.2 Objetivos Específicos	23
2 MARCO TEORICO O REFERENTES CONCEPTUALES	24
2.1 Antecedentes.....	24
2.2 Bases Teóricas.....	25
2.2.1 Minería	25
2.2.2 Historia de la minería de oro en Colombia	26
2.2.3 Historia minera del Cauca	27
2.2.4 Tipos de minería.....	27
Minería tradicional:	27
Minería formal:.....	28
Minería legal:	28
Minería no autorizada	28
2.2.5 Que es el oro?	28
2.2.6 Que es el mercurio?	29
Propiedades físicas del mercurio	29
Propiedades químicas del mercurio.....	30
Manejo del mercurio	30

Efectos sobre la salud humana.....	31
2.2.7 Consumo global de Mercurio	31
2.3 Bases legales	32
3 METODOLOGIA.....	39
3.1 Inspección del sitio.....	39
3.1.1 Reconocimiento de variables.....	39
3.1.2 Identificación de entables.	39
3.1.3 Aforo de caudal.	40
3.1.4 Dimensionamiento de colectores.....	40
3.2 Toma de muestras.	40
3.2.1 Toma de muestra de agua residual.	40
3.2.2 Toma de muestra de sedimento o sustrato.....	41
3.3 Análisis de laboratorio.....	41
3.4 Diseño y aplicación de encuestas	41
3.5 Determinación del grado de afectación ambiental y determinación de la importancia ambiental	42
3.6 Inventario forestal.....	42
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS	43
4.1 Ubicación de entables y situación legal.....	43
4.2 Procesos realizados en cada mina	44
4.3 Aforo de caudal.....	50
4.4 Dimensionamiento de colectores	51
4.4.1 Entable Emanuel	51
4.4.2 Entable Higuierón.....	53
4.4.3 Entable Chorritos.....	54
4.4.4 Entable La Palma.	57
4.5 Tabulación de encuesta.....	59

4.6	Descripción de la situación encontrada	63
4.7	Análisis fisicoquímicos	68
4.8	Determinación del grado de afectación ambiental y determinación de la importancia ambiental	73
4.9	Inventario forestal	80
4.10	Matriz de aspectos e impactos ambientales	81
5	CONCLUSIONES	85
6	RECOMENDACIONES.....	87
7	BIBLIOGRAFIA.....	90
8	ANEXOS.....	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Entables mineros sujetos a estudio.....	43
Tabla 2. Descripción detallada de la situación encontrada entable Emanuel ...	63
Tabla 3. Descripción detallada de la situación encontrada entable Chorritos...	64
Tabla 4. Descripción detallada de la situación encontrada entable La Marta ...	65
Tabla 5. Descripción detallada de la situación encontrada entable El Higueroón	66
Tabla 6. Descripción detallada de la situación encontrada entable La Palma..	67
Tabla 7. Grado de afectación ambiental entable Emanuel.....	73
Tabla 8. Importancia ambiental entable Emanuel.....	74
Tabla 9. Grado de afectación ambiental entable Chorritos	74
Tabla 10. Importancia ambiental entable Chorritos	75
Tabla 11. Grado de afectación ambiental entable La Marta	75
Tabla 12. Importancia ambiental entable La Marta	77
Tabla 13. Grado de afectación ambiental entable El Higueroón	77
Tabla 14. Importancia ambiental entable El Higueroón	78
Tabla 15. Grado de afectación ambiental entable La Palma	78
Tabla 16. Importancia ambiental entable La Palma	79
Tabla 17. Matriz de impactos ambientales ocasionados por la actividad minera en municipios de La Sierra y Rosas-Cauca.	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de procesos de la mina Emanuel.....	45
Figura 2. Diagrama de procesos de la mina Chorritos	46
Figura 3. Diagrama de procesos de la mina La Marta.....	47
Figura 4. Diagrama de procesos de la mina La Palma.....	48
Figura 5. Diagrama de procesos de la mina Higuerón	49
Figura 6. Mina Emanuel Colector en Concreto.....	51
Figura 7. Mina Emanuel Colector en Tierra (Tres hoyos con las mismas dimensiones).....	52
Figura 8. Colector en Tierra, mina El Higuerón.	53
Figura 9. Tanque de almacenamiento, mina Chorritos.....	54
Figura 10. Colector en concreto, mina Chorritos.	55
Figura 11. Colector en tierra, mina Chorritos (dos hoyos con las mismas dimensiones).....	55
Figura 12. Colector Rectangular en Concreto, mina La Palma.....	57
Figura 13. Colector Rectangular en Tierra, mina La Palma.....	58

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Presencia de cuerpos de agua superficial en predios mineros.	59
Grafica 2. Uso de sustancias naturales en entables mineros	60
Grafica 3. Uso más frecuente que se le otorga al agua de las quebradas evidenciadas en el estudio.	61
Grafica 4. Fuente receptora de vertimientos líquidos.	62
Grafica 5. Concentración de mercurio en vertimientos líquidos de los entables mineros.....	68
Grafica 6. Nivel de Demanda Química de Oxígeno en vertimientos líquidos de entables mineros.	69
Grafica 7. Solidos Suspendidos Totales presentes en vertimientos líquidos de entables mineros.	70
Grafica 8. Alcalinidad presente en vertimientos líquidos de entables mineros.	71
Grafica 9. pH del agua residual de entables mineros.	71
Grafica 10. Concentración de mercurio en sedimentos mineros.	72
Grafica 11. Vegetación más representativa en predios mineros.	80

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta.....	93
Anexo 2. Inventario forestal entable Emanuel	94
Anexo 3. Inventario forestal entable Chorritos.....	95
Anexo 4. Inventario forestal entable El Higuierón.....	96
Anexo 5. Inventario forestal entable La Palma	97
Anexo 6. Reporte de resultados laboratorio CRC, mes de Agosto.....	98
Anexo 7. Reporte de resultados laboratorio CRC, mes de Septiembre.....	102
Anexo 8. Reporte de resultados laboratorio CRC, mes de Octubre.	104
Anexo 9. Reporte de resultados laboratorio CRC, mes de Noviembre.....	108
Anexo 10. Registro fotográfico mina Emanuel.....	110
Anexo 11. Registro fotográfico mina Higuierón	113
Anexo 12. Registro fotográfico mina La Palma.....	115
Anexo 13. Registro fotografico mina Chorritos.	117
Anexo 14. Registro fotografico mina La Marta.....	119

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Municipio de La Sierra-Cauca.....	20
Mapa 2. Municipio de Rosas-Cauca	21
Mapa 3. Localización geográfica de las minas de oro, municipios de la Sierra y Rosas-Cauca.....	43

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTOS EN ZONAS DE EXTRACCIÓN DE ORO CON MERCURIO Y CIANURO, EN LOS MUNICIPIOS DE ROSAS Y LA SIERRA-CAUCA.

RESUMEN

El presente trabajo se basó en la evaluación de la calidad del agua y sedimentos en cuencas de los municipios de Rosas y La Sierra en zonas de extracción de oro, que utilizan mercurio y cianuro en el beneficio; para ello se identificaron los entables más representativos y el caudal utilizado en la zona minera, se analizó la concentración de mercurio-cianuro en agua y sedimentos aferentes a la zona.

Las muestras fueron analizadas por el laboratorio de análisis de agua y sustrato de la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. Para el análisis de mercurio en agua se utilizó la de digestión de las muestras, con la aplicación del método SM 3112 B; 7471B EPA; el mercurio en sedimentos fue analizado mediante el método 7471 B EPA US (SW-846). El método utilizado para la identificación de Cianuro en agua residual y sustrato es SM4500-CN- E.

La concentración de mercurio en agua fue comparada con la **Resolución 631 de 2015** y se evidencia la alteración en la calidad de los vertimientos líquidos producto de la actividad de beneficio de oro en las minas. La comparación de los niveles de mercurio en sedimentos fue hecha con el DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM, con el que se reglamenta y se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Perú, y de igual forma presenta valores superiores estipulados por la norma.

Palabras claves: Mercurio, Cianuro, Vertimientos, Entable Minero, Sustrato, Beneficio de oro, Bocamina.

EVALUATION OF THE QUALITY OF WATER AND SEDIMENTS IN GOLD EXTRACTION AREAS WITH MERCURY AND CYANIDE, IN THE MUNICIPALITIES OF ROSAS AND SIERRA-CAUCA.

ABSTRACT

The present work was based on the evaluation of the water quality and sediments in watersheds of the municipalities of Rosas and La Sierra in zones of gold extraction, that use mercury and cyanide in the benefit; For this purpose, the most representative entables and the flow rate used in the mining area were identified. The mercury-cyanide concentration in water and sediments afferent to the area were analyzed.

The samples were analyzed by the laboratory of analysis of water and substrate of the Regional Autonomous Corporation of the Cauca CRC. For the analysis of mercury in water was used the one of digestion of the samples, with the application of method SM 3112 B; 7471B EPA; Mercury in sediments was analyzed using the 7471 B EPA US method (SW-846). The method used for the identification of cyanide in wastewater and substrate is SM4500-CN- E.

The concentration of mercury in water was compared with Resolution 631 of 2015 and evidence of the alteration in the quality of the liquid spills resulting from the activity of gold profit in the mines. The comparison of mercury levels in sediments was done with SUPREME DECREE No. 002-2013-MINAM, which regulates and approves the Environmental Quality Standards (ECA) for Peru, and also has higher stipulated values by the norm.

Key words: Mercury, Cyanide, Vertimientos, Potential Miner, Substrate, Gold Profit, Bocamina.

INTRODUCCIÓN

Colombia es una nación que cuenta con una gran diversidad étnica y cultural, pero también una amplia variedad de ambientes que permiten el acceso a los diferentes recursos naturales que ofrece sus entornos. El Cauca, uno de los departamentos más ricos en diversidad biológica del país, posee diferentes pisos térmicos que permiten la obtención de suelos con una alta variabilidad de características morfológicas; además, su ubicación estratégica sobre el macizo colombiano y la zona del pacífico norte, brindan la oportunidad de gozar de una abundante riqueza hídrica.

Sin embargo estas bondades de las cuales ostenta el departamento se ven cada vez más afectadas, por los impactos ocasionados por la actividad minera, la cual a pesar de ser desarrollada desde épocas ancestrales se intensifica día tras día, haciéndose más agresiva para los recursos que hoy por hoy posee el departamento.

Cabe aclarar que los impactos al ambiente y comunidades no solo lo efectúan una o dos entidades de gran tamaño sino que toda actividad minera desarrollada por empresa pública o privada, por persona natural o jurídica ocasiona riesgos e impactos a el entorno sumergido en la problemática.

El manejo inadecuado de los residuos que se generan en el beneficio de oro con sustancias químicas como Mercurio y Cianuro, han contribuido a la degradación de las fuentes hídricas y al suelo, que siempre se han caracterizado por satisfacer la demanda asociada a las necesidades humanas, además de ser la base para el funcionamiento y estabilidad de los ecosistemas.

En el Cauca municipios como Rosas y La Sierra, se encuentran vinculados al desarrollo de procesos mineros los cuales requieren de atención, con el propósito de intensificar las estrategias para el control de las afectaciones latentes al ambiente.

La normatividad nacional es clave en establecer los niveles máximos permisibles para los vertimientos líquidos, al servicio de alcantarillado público y a cuerpos de agua superficial a través de la Resolución 0631 de 2015, en las diferentes actividades antrópicas entre las que se encuentra la minería.

Es por ello que este documento está basado en el trabajo investigativo, desarrollado con el fin de analizar la calidad de agua y sustrato en zonas de extracción de oro con Mercurio y Cianuro, en los municipios mencionados con anterioridad. Esto como primera medida para poder identificar las condiciones de los recursos naturales asociados a la minería, y de esta manera brindar sugerencias que permitan el aprovechamiento del mineral, pero de manera articulada con la naturaleza, y así garantizar la armonía entre el hombre y el ambiente.

1. PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El notable crecimiento que ha tenido la humanidad, está basado en el sostenimiento proporcionado por los diferentes ecosistemas naturales que son el motor fundamental de la tierra. Estos procesos de transformación tanto a nivel global como local generan impactos que en muchas ocasiones no son percibidos claramente por el hombre, pero que son asumidos por la naturaleza; esta a su vez con el tiempo ha perdido su capacidad de regeneración y lucha constantemente por mantenerse activa (Mahecha Clavijo, Germán, 2006).

En las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan, se generan impactos que pueden ser tanto positivos como negativos sobre los ecosistemas; al reconocer esta problemática lo ideal es plantear elementos que permitan garantizar el goce de un ambiente sano como lo establece la Constitución Política de 1991 en su artículo 79.

Las actividades extractivas en los últimos años han marcado un renglón importante en la economía mundial, razón por la cual se ha despertado el interés tanto de entidades estatales como en las personas nativas de diferentes regiones, por la explotación de recursos naturales no renovables (Andrés Escobar & Humberto Martínez, 2014); este interés ha sido extendido a otros entornos y es así como también grandes multinacionales han incursionado el país.

La minería de oro en Colombia siempre ha existido pues esta data desde mucho antes que los conquistadores vinieran a colonizar estas tierras, pero además es registrada como una de las actividades más antiguas de la humanidad debido a que se clasifican las épocas prehistóricas según los minerales utilizados, es decir que la extracción ha sido continua (Cano, 2012).

Desde ese entonces y hasta la actualidad, se ha venido consolidando como uno de los mecanismos que más impulsan al crecimiento de la economía del país («Estudio Fedesarrollo Informe Completo Minería. La Minería en Colombia Informe de Fedesarrollo-2008.pdf», s. f.); pero así como ha ayudado a establecer a la nación como un país rico, (a partir de la extracción del mineral) también es de conocimiento de casi toda las comunidades que esta degrada el medio ambiente en gran proporción.

En el departamento del Cauca, se ha concentrado una importante área de desarrollo minero tanto de socavón como a cielo abierto, realizada en parte por la población nativa pero en su mayoría por personas o entes externos que han irrumpido en estos lugares (Díaz-Arriaga, 2014). Debido a que casi la totalidad de las minas ubicadas en estos medios no cuentan con permisos siquiera de exploración, las problemáticas desencadenadas son diversas tales como inseguridad, problemas de salud en los mineros y en las personas expuestas a los contaminantes, además de contaminación ambiental, entre otros.

Los municipios de Rosas y La Sierra, ubicados en la región centro del departamento del Cauca, a pesar de haber sido históricamente catalogados

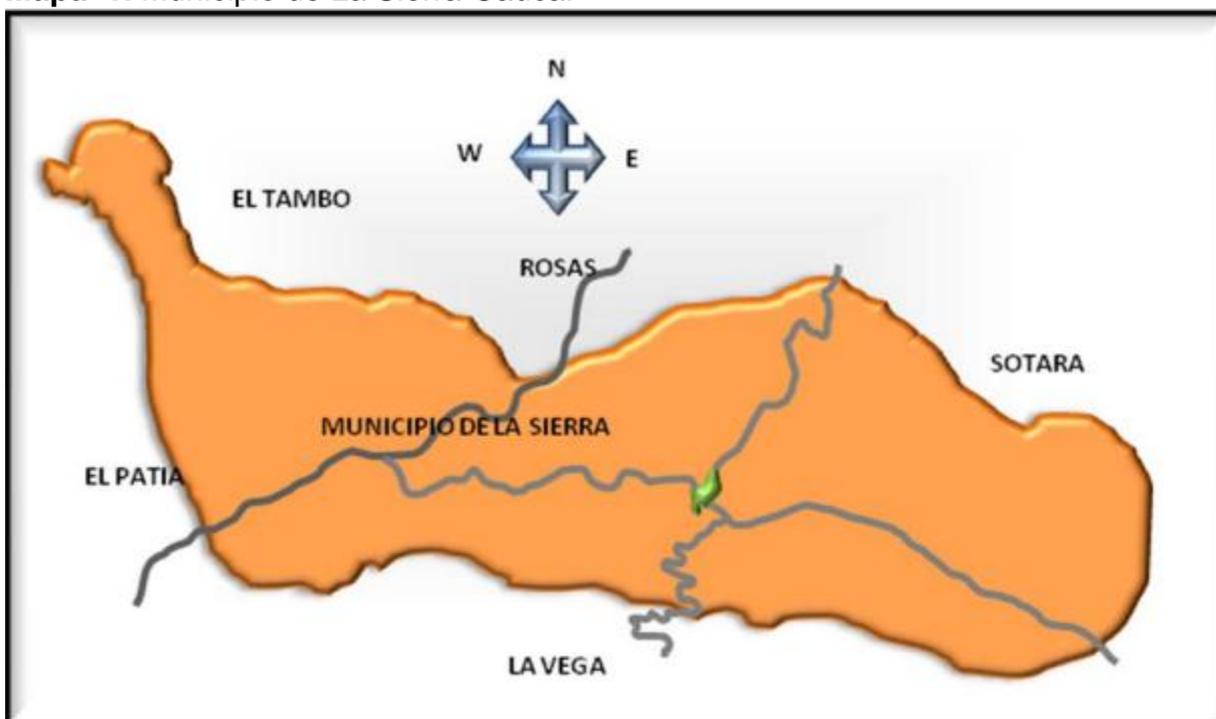
como municipios agrícolas en los últimos años se ha presentado un excesivo aumento en la explotación de oro, tanto de minas de socavón como a cielo abierto que a simple vista han desmejorado la calidad del ecosistema de la zona. Esta situación hace necesario la realización de estudios de caracterización de los cuerpos de agua en el sector aledaños a las minas, así como el análisis de la concentración de sustancias como el mercurio y el cianuro en sedimentos; en este sentido servirá como base para futuras investigaciones académicas o científicas, y asimismo plantear alternativas tanto de concientización a la población en el uso y explotación del recurso como en el control y la mitigación de las problemáticas señaladas.

1.2 Localización del Proyecto

La ubicación de este proyecto se centra en los municipios de La Sierra y Rosas. El primero es un municipio que posee una extensión de 217 km² y se encuentra ubicado a una altura promedio de 1760 mts sobre el nivel del mar, se localiza al centro del Departamento del Cauca con una temperatura promedio de 18°C; dista de la ciudad de Popayán de aproximadamente 57 km. Sus límites terrestres están distribuidos de la siguiente forma:

Descripción del municipio de La Sierra

Mapa 1. Municipio de La Sierra-Cauca.



Fuente: Alcaldía de La Sierra-Cauca.

NORTE: Municipio de Rosas
ORIENTE: Municipio de Sotará
SUR: Municipio de La Vega
OCCIDENTE: Municipios de El Tambo y Patía

El Municipio de La Sierra tiene una geomorfología montañosa quebrada. Su localización le aporta relevancia en la región por ser un punto de encuentro vial y se considera la puerta de entrada al Macizo Colombiano; está a 90 minutos de recorrido desde Popayán, 38 kilómetros hasta la Cabecera Municipal de Rosas por la vía Panamericana y 20 kilómetros de vía en afirmado hasta la cabecera Municipal de La Sierra. La Sierra se caracteriza por poseer suelos muy fértiles debido a su altitud (1760 metros sobre el nivel del mar) y a su clima húmedo, los cuales son aptos para uso agrícola y se recomiendan el cultivo de Maíz, Yuca, Arracacha, pero en forma de fajas alternas, con pastos de corte, complementados con cercas vivas de Fique, Limoncillo y Citronela. También se puede establecer cultivo de Café, sembrando el mismo con las curvas de nivel, no dejando de lado otro uso agrícola potencial como lo es el de los frutales, especialmente Lulo, Mora, Tomate de árbol, Tomate de mesa, Cítricos y aún cultivos densos de Pastos de Corte, Caña forrajea y panelera; sin embargo existen también zonas que están dedicadas a la ganadería (Alcaldía de La Sierra-Cauca, s. f.).

Descripción del municipio de Rosas

Mapa 2. Municipio de Rosas-Cauca



Fuente: Alcaldía de Rosas-Cauca.

El municipio de Rosas se encuentra localizado en la parte centro oriental del departamento del Cauca, su extensión total es de 42091 km², tiene una altura sobre el nivel del mar de 1900 m; su temperatura media es de 19° C y la distancia de Popayán la capital del Cauca es de 41 km (Alcaldía de Rosas, 2016).

Fauna y flora

La biodiversidad de la fauna silvestre está relacionadas con la presencia de vegetación, recurso hídrico, ubicación geográfica, y el clima que posee el municipio de Rosas. Es así como hay presencia de aves como los Chicaos (*Icterus sp*), Azulejos (*Thraupis sp*) y Torcazas (*Columba sp*). También existen mamíferos como el Armadillo (*Dasyopus novememetus*), Tigrillo (*Felis tigrina pardinoides*), Venado (*Padu mephistophiles*), Cusumbe (*Nasuella olivacea*), Conejo (*Sylvilagus brasiliensis andinus*), Erizo y Perro de Monte. En la actualidad especies de peces como el Guabino, la Sabaleta, Negro, Mojarras, Sábalo, y Chuicharo, se encuentran en grave riesgo de extinción (Alcaldía de Rosas, 2016).

El municipio de Rosas posee un tipo de suelo que es catalogado como uno de los mejores suelos del departamento del Cauca. Su suelo tiene el relieve plano, son suelos profundos, bien drenados, fertilidad alta a media, y alta saturación de bases. Estos suelos también se caracterizan por ser bien drenados, derivados de ceniza volcánica o con influencia de ella, ricos en materia orgánica, de textura franco arcillosa a franco arenosa. Es por ello que cultivos de gran valor comercial son actos para esta zona, tales como: algodón, soya, ajonjolí, sorgo, y maíz, sin embargo, requieren de prácticas de riego para una producción rentable; es por ello que en la actualidad los suelos se encuentran dedicados a los cultivos de café, plátano, banano, caña panelera, yuca, fique o cítricos (Alcaldía de Rosas, 2016).

De acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Rosas, en la actualidad no existe bosque nativo primario sino que este ha sido reemplazado por especies de tipo herbáceo y arbóreo, estas últimas corresponde a: *Ficus rádula* (Higuerón), *Persea ocrulea* (aguacate), *Piper sp* (cordoncillo), *Inga sp* (Guamo), *Guadua angustifolia* (guadua), *Quercus neotrópica* (Roble), *Myrcia popayanensis* (Arrayán), *Calliandra pitierii* (carbonero), *Nectandra sp* (Jigua), *Solanun inopium* (Tachuelo), *Ocuroma piramidale* (Alcaldía de Rosas, 2016).

1.3 Justificación

La minería en Colombia se encuentra en su etapa de auge y con ella la alteración a los patrones regionales. Los minerales extraídos en la actividad minera son muy variados y van desde elementos como el carbón hasta el oro, además de abarcar otros minerales de gran valor comercial para el país.

La explotación de estos minerales ha generado para muchas de las sociedades vinculadas a estos trabajos desarrollo económico, pero a su vez ha contribuido al deterioro social debido al incremento de la inseguridad en las zonas («Minería y Salud Pública: Una mirada desde la evidencia.», s. f.). Sin embargo el problema es mucho mayor debido a los efectos generados a los recursos naturales que hacen parte de los ecosistemas perpetuados con la minería, debido a que no solo se trata de la manera en que efectúa la extracción del mineral sino que además las sustancias químicas (tales como mercurio) utilizadas en los procesos.

Como lo expresa el tomo 3 del estudio de la cadena del mercurio en Colombia con énfasis en la actividad minera de oro, metales como el mencionado una vez que los microorganismos y la micro flora los incorpora pueden ser retenidos por los tejidos del organismo, produciéndose el fenómeno de la bioacumulación; es decir que el mercurio utilizado para la extracción de oro, a pesar de ser caracterizado como un metal noble no se comporta de tal manera porque este elemento o sustancia es únicamente soluble en soluciones oxidantes, al estar el ambiente expuesto a esta sustancia se hace vulnerable a situaciones de alto grado de concentración del químico y por ende a la degradación del factor ambiental («Estudio de la Cadena del Mercurio en Colombia con Énfasis en la Actividad Minera de Oro- Cadena Mercurio Tomo III.pdf», s. f.)

Debido a que la población que realiza esta actividad en muchas ocasiones como tal vez suceda en esta, es desconocedora de los efectos de la exposición frecuente a sustancias como el mercurio, es importante implementar estudios que permitan evaluar el grado de contaminación y el impacto de la minería con mercurio en las zonas o ríos utilizados por la población para el consumo humano, también de sustrato y otros aspectos ambientales de los municipios. Para ello se pretende realizar la evaluación del impacto al recurso hídrico y en sedimentos, generado por la actividad minera con mercurio los municipios de La Sierra y Rosas; de acuerdo con los resultados se pueden plantear alternativas con el fin de minimizar el uso de sustancias tóxicas.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la calidad del agua y sedimentos en cuencas de los municipios de Rosas y La Sierra en zonas de extracción de oro, que utilizan mercurio y cianuro en el beneficio.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar los entables más representativos y el caudal utilizado en la zona minera.
- Analizar la concentración de mercurio-cianuro en agua y sedimentos aferentes a la zona.
- Comparar la concentración de mercurio-cianuro en los vertimientos y sedimentos con la norma 0631 de 2015.
- Establecer alternativas que ayuden a mitigar, corregir o remediar los impactos ambientales generados por la minería con mercurio.

2 MARCO TEORICO O REFERENTES CONCEPTUALES

2.1 Antecedentes

En Colombia el estudio de los impactos ambientales ocasionados por la actividad minera cada vez han ido en aumento y esto se debe a que la preocupación se ha extendido hasta los diferentes entornos, y la sociedad estudiantil se ha esmerado por investigar sobre esta problemática y sus posibles soluciones. Tal es el caso de las estudiantes Sandra Patricia Gómez Hernández y Sandra Milena Rojas Cano de la universidad de Manizales, las cuales en el año 2014, determinaron el grado de afectación ambiental de la calidad de agua de la quebrada cascabel, en relación al impacto ocasionado por las descargas de las actividades desarrolladas en el proceso productivo de las plantas de beneficio de oro o molinos artesanales, a partir de la relación causa - efecto de las áreas de influencia directa de la fuente hídrica («Tesis de Grado Sandra Gómez y Rojas junio 23.pdf», s. f.).

En la elaboración del estudio se utilizaron métodos cuantitativos que permitieron realizar la identificación, análisis y evaluación de impactos ambientales, de igual manera se identificaron cuáles son las acciones de mayores impactos sobre el componente hídrico. La investigación arrojó como resultado la importancia neta de cada uno de los impactos generados por las actividades mineras en función de la calidad ambiental de la quebrada cascabel, considerando dos escenarios; el primero representado por la situación real del área de estudio, donde no se consideran medidas de manejo ambiental y el segundo, un escenario donde se consideraran las medidas de manejo ambiental mínimas. Esta valoración evidenció una reducción mínima de los efectos ocasionados por la actividad minera de las plantas artesanales de beneficio de oro, evidenciando la gravedad de la contaminación ocasionada a esta quebrada y la necesidad de considerar nuevas alternativas de manejo con tecnologías más avanzadas («Tesis de Grado Sandra Gómez y Rojas junio 23.pdf», s. f.).

Sin embargo en el departamento del Cauca se han realizado pocos estudios sobre los impactos de la actividad minera con sustancias como cianuro y mercurio, la Corporación Autónoma Regional del Cauca posee algunos documentos tales como el “Diagnostico del aspecto minero en el municipio de Suarez, área de influencia corregimientos de Mindala y La Toma” en el que se describen algunos aspectos representativos de la minería en aquel lugar («Mineralización Suarez.pdf», s. f.). De igual manera se encuentra información relacionada con la actividad minera en el municipio del Tambo debido a que la CRC, posee el “Diagnostico Geológico, Minero, Ambiental, Social y Económico del Distrito Minero de Fondas El Tambo-Cauca («Diagnostico Distrito Minero de Fondas Tambo.pdf», s. f.).

No obstante no se posee suficiente información relacionada con los municipios de Rosas y La Sierra-Cauca, donde se pueda evidenciar el grado de afectación ambiental por la minería que se desarrolla sobre estos territorios. Es por ello que en el año 2015 la CRC mediante el CONVENIO GGC-149CAU ENTRE EL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA MME Y CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA, presento documentos que sustentaban la realización de la caracterización de las Unidades de Producción Minera (UPM) de ambos municipios. Para la fecha de realización de la caracterización minera el municipio de La Sierra presentaba 65 UPM, de las cuales el 55,7% eran minas de explotación de oro y en sus estados jurídicos se mostraba que ninguna de ellas estaba autorizada por parte de la Agencia Nacional Minera para realizar actividades de este tipo (Corporacion Autonoma Regional del Cauca CRC, 2015).

Así mismo reposa información de Rosas, según la cual este municipio posee 17 UPM caracterizadas hasta la fecha de aplicación de la fase de caracterización en el convenio; de estas UPM el 88,2% no se encuentran autorizadas y solo 4 son de explotación minera de oro (Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, 2015).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Minería

De acuerdo con el Ministerio de Minas y Energía, según lo expuesto en la cartilla minera “ASI ES LA MINERIA”, en Colombia esta se conoce como una actividad económica mediante la cual se extraen selectivamente de la corteza terrestre, diferentes tipos de minerales que son básicos para la producción de materiales empleados por la sociedad moderna y que son básicos en el diario vivir. Además la minería reúne un conjunto de actividades que relacionan el descubrimiento, exploración y explotación de yacimientos (Ministerio de Minas y Energía , 2009).

Al revisar el Código de Minas actual que rige la actividad en el país se puede observar que este realiza unas distinciones de lo que es la minería. En el artículo 159 se habla de la exploración y explotación ilícita como un constitutivo del delito contemplado en el artículo 244 del Código Penal, se configura cuando se realicen trabajos de exploración, de extracción o captación de minerales de propiedad nacional o de propiedad privada, sin el correspondiente título minero vigente o sin la autorización del titular de dicha propiedad (Corte Constitucional, 2001). Contrario a esto en la Cartilla Normativa Minera presentada por el Ministerio de Minas y Energía en el año 2013, se expresa que la legalidad minera consta de “el desarrollo de labores mineras con título minero vigente, bajo el amparo del mismo o en condiciones de legalidad, cumpliendo con los parámetros técnicos mineros y ambientales, económicos y empresariales, laborales y sociales, de la industria, definidos por la legislación vigente en estos aspectos”.

2.2.2 Historia de la minería de oro en Colombia

El papel que ha jugado la actividad minera en Colombia ha sido fundamental para permitir tanto el desarrollo económico como social el país, pero se hace necesario darle un vistazo a la historia de la minería de oro debido a que este es el mineral que mayormente se ha explotado, en el territorio nacional.

La explotación minera de oro es una actividad que tiene sus inicios desde hace ya varios siglos, debido a que desde mucho tiempo atrás de la conquista española los indígenas que habitaban el territorio colombiano explotaban y manipulaban el oro. Después de ser invadidos por los españoles, los indígenas además de ser desplazados de sus costumbres culturales, fueron esclavizados con el fin de seguir en la explotación el material pero esta vez a favor de los conquistadores. Posteriormente, en el siglo XVIII debido al auge minero la mano de obra indígena fue reemplazada por esclavos africanos, situación que permitió que Colombia en aquella época se hiciera partícipe del 40% de la producción del metal en el mundo, de allí que muchas ciudades en el país tales como Popayán y Santa Fe de Antioquia, fueron fundadas gracias al comercio de oro (Solano, 2012).

Sin embargo la industria minera en Colombia a pesar de ser la más antigua, ha sufrido diferentes desplomes en cuanto a su nivel de producción. Uno de ellos se evidencia en 1729 cuando el Rey de la época no permitió que a ningún indígena se le obligase a la labor de minas, situación que dio como resultado el inmediato abandono de las minas de Mariquita y Pamplona. Después de esto se dio inicio a la guerra de la Independencia la cual fue una época de intensa lucha, razón por la que el tiempo para trabajar era muy poco, lo que dio por resultado que el producto de las minas disminuyera en un 40%; este rendimiento trato de tener un pequeño aumento pero nuevamente se vio perjudicado entre 1851 y 1860, cuando se inició la Guerra Civil que prácticamente como todas las demás guerras tiene su trasfondo político. Sin embargo después de 1864 la producción de oro en el país ha iniciado nuevamente su ascenso progresivo y es así como se ha podido aumentar el nivel en un 50% (Vicente, 1888).

En los últimos años la producción de oro es realizada por un total de individuos que supera las 68.000 personas, que trabajan tanto de forma artesanal como como trabajadores sin licencia o permiso; se calcula que estas produjeron en el año 2013 alrededor de 66,0 toneladas de oro, cantidad que superaba las expectativas gubernamentales (Ministerio De Minas Y Energia, Unidad De Planeacion Minero Energetico–UMPE, 2014).

Pero el panorama no es del todo alentador en todas las zonas del país porque de acuerdo con informe especial presentado por el CINEP, de las toneladas de metal que produce anualmente el país, la cuarta parte de estos es extraída principalmente por compañías extranjeras (Centro de Investigación y Educación Popular CINEP, 2012); esto quiere indicar que si bien el nivel de producción es considerablemente bueno, todos estos recursos no hacen parte del PIB del país ya que priman los intereses de terceros.

Es por ello que muchos pobladores del pueblo colombiano entre ellos habitantes de Santa Isabel (Tolima), Campesinos de Nariño, mineros independientes de Segovia y Remedios (Antioquia) y de igual manera el Consejo Regional Indígena del Cauca (CRIC), han aunado esfuerzos por defender su patrimonio social, ambiental y territorial y de esta manera exigir a el estado el desarrollo económico pero también permitir el cuidado y preservación de la Madre Tierra (Centro de Investigación y Educación Popular CINEP , 2012).

2.2.3 Historia minera del Cauca

El departamento del Cauca ha sido uno de los dos departamentos más reconocidos por su alta productividad minera desde tiempos remotos y esto se debe en gran manera a la multiculturalidad de etnias presentes en el. Históricamente las tierras del Cauca en el siglo XIX producían más de la mitad del oro del país.

Desde la costa pacífica, la bota caucana así como la zona centro del departamento, se desarrollan trabajos de explotación minera desde tiempos ancestrales por comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinos ya sea a cielo abierto o de socavón. Municipios como Timbiqui, López de Micay, Guapi, Suarez, Buenos Aires, entre otros, tienen una historia minera que se remonta a los siglos XVI y XVII cuando comenzaron a llegar los primeros hombres negros, traídos desde la costa occidental de África específicamente de Senegal, Guinea y Angola, que se asentaron en estos municipios y siguieron extrayendo el mineral con bateas, picos y palas (Andrea Catalina Buenaventura, 2011).

El Cauca se catapultó por muchos años (mitad del siglo XIX) como una zona de alta riqueza minera debido a que por cálculos aproximados se estima de que por cada trabajador negro de la época se obtenía diariamente un sexto de onza de oro por día, o a su vez 2 pesos o 50 centavos; situación que generaba un alza en la rentabilidad económica de la minería de oro (Banco de la Republica , 2016).

Al considerar el Estudio de la Cadena del Mercurio en Colombia con Énfasis en la Actividad Minera de Oro Tomo 3, se evidencia que en el año 2014 el Cauca poseía un nivel de producción de oro de filón del 47%, superando de esta manera los departamentos de Putumayo, Antioquia y Nariño. En la producción de oro de aluvión el Cauca tenía un porcentaje del 53%, superior al Huila, Tolima, Valle del Cauca, Bolívar y Caldas (Ministerio De Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energético, Universidad de Córdoba, 2014).

2.2.4 Tipos de minería

Minería tradicional: según el decreto 0933 del 9 de mayo de 2013, expedido por Ministerio de Minas y Energía define la minería tradicional como aquella que ha sido ejercida desde antes de la vigencia de la Ley 685 de 2001, en un

área específica en forma continua o discontinua, por personas naturales o grupos de personas naturales o asociaciones sin título minero inscrito en el Registro Minero Nacional, en yacimientos minerales de propiedad del Estado y que, por las características socioeconómicas de éstas y la ubicación del yacimiento, constituyen para dichas comunidades la principal fuente de manutención y generación de ingresos, además de considerarse una fuente de abastecimiento regional de los minerales extraídos. Esta minería es también informal y puede ser objeto de procesos de formalización a los que hacen referencia los artículos 31 y 257 de la Ley 685 de 2001, así como los programas de qué trata el Capítulo XXIV de la Ley 685 de 2001- Código de Minas. Por lo anterior, se entiende que la minería tradicional es una especie de la minería informal (Ministerio de Minas y Energía , 2013).

Minería formal: es aquella actividad cuyas unidades productivas desarrollan las labores mineras bajo el amparo de título minero y cumplen con los parámetros técnicos (mineros y ambientales), económicos, laborales y sociales de la industria, definidos por la legislación vigente en cada uno de estos aspectos.

Minería legal: son aquellas unidades productoras mineras amparadas en un título minero (acto administrativo escrito mediante el cual el Estado, otorga el derecho a explorar y a explotar el subsuelo minero de propiedad nacional), inscrito en el registro minero nacional, susceptibles a ser formalizadas.

Minería no autorizada: la minería desarrollada sin estar inscrita en el registro minero nacional, es considerada como minería ilegal o no autorizada; es decir, sin título minero.

2.2.5 Que es el oro?

El oro fue el primer metal noble conocido por la humanidad, posee un alto nivel de importancia con relación a otros metales como la plata. Su nombre deriva del latín Aurum y su símbolo químico es "Au". Las características principales que destacan de este mineral son su alta densidad y su maleabilidad. El oro puro no se oxida por lo que no se formará ninguna película de óxido sobre él; además es un mineral químicamente inactivo (Fernandez, 2007).

El número atómico del oro es 79 y posee peso atómico 196.967, se caracteriza por ser un metal muy denso debido a que su nivel de densidad es de 19,3 g/ml, además es blando y de color amarillo intenso; este material se caracteriza también por ser un buen conductor de calor y electricidad; en el comercio es el más común de los metales preciosos. Se encuentra en el mismo grupo de la tabla periódica que el cobre, y la plata.

El oro no es atacado por ácidos fuertes en temperaturas bajas ni altas. Sin embargo es fácilmente soluble en "agua regia" o en mezclas que contengan cloro. Se disuelve también en soluciones cianuradas que contengan oxígeno y se alea fácilmente con el mercurio formando una amalgama que es líquida si el mercurio es el metal dominante. Es el metal más explotado históricamente,

tanto así, que se poseen datos de utilización de este metal desde 3100 años antes de Cristo, porque desde ese entonces ya se elaboraban coronas, tronos, cofres, vasijas, entre otros (Fernandez, 2007).

2.2.6 Que es el mercurio?

El mercurio es un metal que se puede encontrar en los tres estados, líquido, sólido o gaseoso, pero a temperatura ambiente se encuentra generalmente en forma líquida. Se caracteriza por ser plateado, pesado y ligeramente volátil a temperatura ambiente, con un peso atómico de 200.59 g/mol. En estado sólido es blanco, dúctil, y maleable; su símbolo (Hg) se tomó de su nombre en latín: hydrargyrum, que significa plata líquida. El número de CAS o número de identificación numérico único para el Mercurio es 7439-97-6 (International Programme on Chemical Safety, Comisión Europea, 2001).

Tanto el mercurio como sus sales tienen una gran resistencia a la biodegradación, por lo que se acumulan creando graves problemas de contaminación ambiental. Es por ello que existen reglamentaciones especiales para el manejo, producción y disposición de desechos, en países industrializados. Los compuestos de mercurio son generalmente coloridos; pueden ser insolubles en agua y son muy tóxicos por ingestión o inhalación de sus polvos (International Programme on Chemical Safety, Comisión Europea, 2001).

De acuerdo con Green Facts el Mercurio metálico a temperatura ambiente, y si no está encapsulado, se evapora parcialmente, formando vapores de mercurio. Los vapores de mercurio son incoloros e inodoros. La generación de vapores de Mercurio tiene relación directa con la temperatura, debido a que cuanto más alta sea la temperatura, más vapores emanarán del mercurio metálico líquido. Algunos de los compuestos inorgánicos de mercurio son: sulfuro de mercurio (HgS), óxido de mercurio (HgO) y cloruro de mercurio (HgCl₂); a estos compuestos también se les conoce como sales de mercurio (Green Facts-Facts on Health and the Environment, 2016).

La mayoría de los compuestos inorgánicos de mercurio son polvos o cristales blancos, excepto el sulfuro de mercurio, que es rojo y se vuelve negro con la exposición a la luz. La mayoría de las sales de mercurio (como el HgCl₂) son lo bastante volátiles y la solubilidad en agua y reactividad química de estos gases inorgánicos (o divalentes) de mercurio hacen que su deposición de la atmósfera sea mucho más rápida que la del mercurio elemental. Esto significa que la vida atmosférica de los gases de mercurio divalentes es mucho más corta que la del gas de mercurio elemental (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2002).

Propiedades físicas del mercurio: Este metal tiene una expansión de volumen uniforme en estado líquido, lo que, en conjunto con su alta tensión superficial y su inhabilidad de mojar el vidrio lo hace muy útil en instrumentos de medición.

Punto de ebullición: 357°C

Punto de fusión: -39°C
Densidad relativa (agua = 1): 13,5
Solubilidad en agua: ninguna
Presión de vapor, Pa a 20°C: 0,26
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 6,93
Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1,009

Propiedades químicas del mercurio: se caracteriza por ser puro y a temperatura ambiente no se oxida, cosa contraria al ser calentado a un nivel cercano a su punto de ebullición donde lentamente forma Monóxido de Mercurio; además este metal en condiciones factibles suele presentar aleaciones con otros metales como la plata o el estaño, y de igual manera ataca al aluminio situación que favorece la formación de amalgamas.

Cuando el mercurio se encuentra expuesto temperaturas altas ($\geq 20^{\circ}\text{C}$) se producen humos que generalmente son tóxicos, lo que representa un escenario nocivo en el aire. El mercurio entra en ignición en presencia de una corriente de cloro, ácido nítrico concentrado, o acetileno. Es recomendable por tanto almacenarlo en áreas frías, secas, bien ventiladas, alejadas de la radiación solar y de fuentes de calor, para evitar de esta manera que se genere la combustión al estar en contacto con una fuente de energía, que puede ser una chispa o a su vez otra sustancia química.

Manejo del mercurio: De acuerdo con la Ley 1658 del 15 de julio de 2013 “Por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de Mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones”, las personas que manejen mercurio deben estar en la base de datos de la Autoridad Ambiental competente, en el registro de usuarios de mercurio bajo el Registro Único Ambiental del Sistema de Información Ambiental que administra el IDEAM (Congreso de Colombia, 2013).

Además de ello existe una serie de recomendaciones para los individuos que hagan uso del mercurio o se encuentren expuestos a este, los cuales deben utilizar elementos de protección personal con el fin de evitar el contacto repetido o prolongado con la piel mediante el uso de equipo de protección apropiado como bata lentes de seguridad, guantes y, si la cantidad o dosis usada en las actividades es grande, deben usarse además, respiradores adecuados (International Programme on Chemical Safety, Comisión Europea, 2001).

Los entornos en donde se utilice mercurio deben garantizar un adecuado sistema de ventilación. En áreas de trabajo donde se manejan grandes cantidades de mercurio, es necesario el uso de uniformes desechables se y máscaras para así evitar la contaminación de ellos y la absorción por piel; además, los pisos donde se realiza la actividad deben ser de materiales no porosos y lavarse regularmente con disoluciones diluidas de sulfuro de calcio. El baño diario para los trabajadores debe ser muy riguroso, al igual que el examen periódico de sangre y orina. Para trasvasar pequeñas cantidades de disoluciones de sales de mercurio, debe usarse propipeta, NUNCA ASPIRAR

CON LA BOCA (International Programme on Chemical Safety, Comisión Europea, 2001).

Efectos sobre la salud humana: los derivados alquilados del mercurio que se encuentran principalmente en las células sanguíneas, afectan el sistema nervioso central y se acumulan en el cerebro, y tienen una vida media que varía entre los 50-60 días; sin embargo cabe mencionar que esta durabilidad en el periodo de vida está directamente relacionado con la dosis, el modo y la velocidad de entrada del compuesto al organismo (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2005).

Las sales solubles en agua que generalmente contienen cloruro de mercurio, fulminato de mercurio, sulfuro mercúrico, entre otras, producen severos efectos corrosivos en la piel y membranas mucosas, provocando náusea severa, vómito, dolor abdominal, diarrea con sangre, daño a los riñones y la muerte puede ocurrir en los siguientes 10 días (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2005).

La principal ruta de entrada del mercurio al organismo es la inhalación debido a que este se vaporiza a temperatura ambiente y es absorbido por los pulmones, además los síntomas también dependen del tipo de exposición. Si esta es crónica provoca inflamación de la cavidad bucal, salivación excesiva, pérdida de los dientes, daños a los riñones, temblores musculares, cambios de personalidad, depresión, irritabilidad y además espasmos intestinales. La exposición aguda puede producir efectos tales como neumonitis química, edema agudo de pulmón, bronquiolitis necrosante, insuficiencia respiratoria y muerte; además de efectos renales como síndrome nefrótico, cardiovasculares como hipertensión, gastrointestinales como náuseas o diarrea, dermatológicas como descamación de palmas y otros efectos neurológicos («Minería y Salud Pública: Una mirada desde la evidencia.», s. f.).

También se han reportado, en mujeres ocupacionalmente expuestas al mercurio, complicaciones en el embarazo, en el parto, bebés de bajo peso, disturbios en la menstruación, abortos espontáneos y en el caso de incidencia, malformaciones en el feto («Minería y Salud Pública: Una mirada desde la evidencia.», s. f.).

2.2.7 Consumo global de Mercurio

La producción del mercurio alrededor mundial se ha incrementado en los últimos años. En el año 2012 se estimó una cantidad producida de mercurio de 1600 toneladas de las cuales sus principales países dedicados a la exportación eran China y Kirguistán (Centro Coordinador Convenio Brasilia, Centro Regional Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe, PNUMA, 2014).

Más adelante la demanda del metal superó la oferta y de esta manera se incrementaron los precios a máximos históricos alcanzando los 3600 dólares por frasco (76 lb); este dato corresponde al último trimestre del año 2013, lo que deja de manifiesto que para la fecha a pesar de que los gobiernos adelanta

trabajos para erradicar el mercurio en su totalidad, este valor a aumentado gracias a la creciente cantidad que se ha venido utilizando en diferentes países de África y Sur América las cuales se relacionan con actividades mineras a pequeña escala y minería artesanal (Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energético – UMPE, 2014).

De acuerdo con “El Convenio de Minamata sobre el Mercurio”, el alto consumo de mercurio y sus distintos usos a nivel global, han contribuido a que las principales fuentes de emisión de mercurio se deban a la extracción de oro artesanal y en pequeña escala y a la producción de metales no ferrosos, con niveles del 37 y 10% respectivamente (Centro Coordinador Convenio Brasilia, Centro Regional Convenio de Estocolmo para America Latina y el Caribe, PNUMA, 2014).

2.3 Bases legales

DECRETO 2811 DE 1974—Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En su capítulo II define la regulación en cuanto a la prevención y control de contaminación del recurso hídrico, desarrolla ampliamente lo referente a los vertimientos de agua residual, estudios de impacto ambiental y procesos sancionatorios en sus artículos. Art: 135, 147.

Artículo 135. Para comprobar la existencia y efectividad de los sistemas empleados, se someterán a control periódico las industrias o actividades que, por su naturaleza, puedan contaminar las aguas. Los propietarios no podrán oponerse a tal control y deberán suministrar a los funcionarios todos los datos necesarios.

Artículo 147. En el laboreo de minas deberá evitarse la contaminación de las aguas necesarias para una población, un establecimiento público o una o varias empresas agrícolas o industriales.

DECRETO 1541 DE 1978: por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.

Artículo 36. Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas para los siguientes fines:

- a. Abastecimiento doméstico en los casos que requiera derivación
- b. Riego y silvicultura
- c. Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera derivación
- d. Uso industrial
- e. Generación térmica o nuclear de electricidad
- f. Explotación minera y tratamiento de minerales
Entre otros minerales

DECRETO 1753 DE 1994: por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. ART.2, 22

Artículo 2º.- Concepto. La licencia ambiental es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente, mediante acto administrativo, a una persona, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que conforme a la ley y a los reglamentos, puede producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje, y en la que se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario de la Licencia Ambiental debe cumplir para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

Artículo 22º. Concepto. El estudio de impacto ambiental es un instrumento para la toma de decisiones y para la planificación ambiental exigido por la autoridad ambiental para definir las correspondientes medidas de prevención corrección, compensación y mitigación de impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad. Como el ambiente.

Artículo 8º. Competencias de las Corporaciones Autónomas Regionales. Las Corporaciones Autónomas Regionales, son competentes en su respectiva jurisdicción para otorgar Licencia Ambiental en los siguientes casos:

1. Actividades de exploración, explotación, beneficio, transporte, y depósito de los recursos naturales no renovables, realizadas en desarrollo de la mediana y pequeña minería.
2. Construcción de presas, represas y embalses con capacidad inferior o igual a doscientos millones de metros cúbicos.
3. Construcción y operación de distritos de riego y drenaje para áreas inferiores o iguales a 20.000 hectáreas.
4. Construcción de centrales generadoras de energía inferiores o iguales a 100.000 KW de capacidad instalada, así como el tendido de líneas de transmisión o conducción en el área de transmisión o construcción en el área de jurisdicción de la respectiva Corporación Autónoma Regional, no pertenecientes al sistema nacional de interconexión eléctrica.
5. Construcción, ampliación, modificación, adecuación y operación de puertos o terminales marítimos.
6. Estaciones de servicio de combustibles, depósitos de combustibles y plantas envasadoras y almacenadoras de gas.

LEY 685 DEL 15 DE AGOSTO DE 2001: Expedida por el congreso de la república de Colombia, por la cual se expide el código de minas y se dictan otras disposiciones. El presente Código tiene como objetivos de interés público fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país.

DECRETO NÚMERO 4741 DE 30 DIC 2005: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. ART. 1, 2, 10,11

Artículo 1: Objeto. En el marco de la gestión integral, el presente decreto tiene por objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.

Artículo 2: alcance, las dispersiones del presente decreto aplican en el territorio nacional a las personas que generen, gestionen o manejen residuos o desechos peligrosos.

Artículo 10: Obligaciones del Generador. De conformidad con lo establecido en la Ley, en el marco de la gestión integral de los residuos o desechos peligrosos, el generador debe. Parágrafo 2: Para la elaboración del plan de gestión integral de residuos o desechos peligrosos mencionado en el literal del artículo 10 del presente decreto, el generador tendrá un plazo de doce (12) meses a partir de la entrada en vigencia del presente decreto. Este plan debe ser actualizado o ajustado por el generador particularmente si se presentan cambios en el proceso que genera los residuos o desechos peligrosos.

Artículo 11: Es responsabilidad del generador. El generador es responsable de los residuos o desechos peligrosos que el genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos, por los efectos ocasionados a la salud y el ambiente.

Artículo 28: De la Inscripción en el Registro de Generadores. Los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción.

RESOLUCION 3930 DE OCTUBRE 25 DE 2010: Por la cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del título VI- parte III- libro II del decreto – ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones esta resolución tiene por objeto las disposiciones relacionadas con los recursos hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. ART. 41

Artículo 41. Requerimiento de permiso de vertimiento. Toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos a las aguas superficiales, marinas, o al suelo, deberá solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental competente, el respectivo permiso de vertimientos. Parágrafo 1°. Se exceptúan del permiso de vertimiento a los usuarios y/o suscriptores que estén conectados a un sistema de alcantarillado público.

Parágrafo 2°. Salvo en el caso de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina–Coralina, los permisos de vertimiento al medio marino, que hayan sido otorgados por autoridades ambientales distintas al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con anterioridad a la publicación del presente decreto, deberán ser entregados con su respectivo expediente al Ministerio para lo de su competencia. Se exceptúan los permisos que hayan sido otorgados dentro de una licencia ambiental o por delegación del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

DECRETO 2820 DE 2010: Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Título V, Titulo VI: Art 3, 39.

Artículo 3º. Concepto y alcance de la licencia ambiental. La Licencia Ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorios al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

La Licencia Ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad.

El uso aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad.

El uso aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, deberán ser claramente identificados en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental.

La Licencia Ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una Licencia Ambiental.

Parágrafo. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales no podrán otorgar permisos, concesiones o autorizaciones ambientales, cuando estos formen parte de un proyecto cuya licencia ambiental sea de competencia privativa del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Artículo 39. Control y seguimiento. Los proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental o Plan de Manejo Ambiental, serán objeto de control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales, con el propósito de:

1. Verificar la eficiencia y eficacia de las medidas de manejo implementadas en relación con el plan de manejo ambiental, el programa de seguimiento y monitoreo, el plan de contingencia, así como el plan de desmantelamiento y abandono y el plan de inversión del 1%, si aplican.
2. Constatar y exigir el cumplimiento de todos los términos, obligaciones y condiciones que se deriven de la Licencia Ambiental o Plan de Manejo Ambiental.
3. Corroborar el comportamiento de los medios bióticos, abióticos y socioeconómicos y de los recursos naturales frente al desarrollo del proyecto.
4. Revisar los impactos acumulativos generados por los proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental y localizados en una misma área de acuerdo con los estudios que para el efecto exija de sus titulares e imponer a

cada uno de los proyectos las restricciones ambientales que considere pertinentes con el fin de disminuir el impacto ambiental en el área.

5. Verificar el cumplimiento de los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales por el uso y/o utilización de los recursos naturales renovables, autorizados en la Licencia Ambiental.

6. Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al proyecto, obra o actividad.

7. Verificar los hechos y las medidas ambientales implementadas para corregir las contingencias ambientales ocurridas.

8. Imponer medidas ambientales adicionales para prevenir, mitigar o corregir impactos ambientales no previstos en los estudios ambientales del proyecto.

En el desarrollo de dicha gestión, la autoridad ambiental podrá realizar entre otras actividades, visitas al lugar donde se desarrolla el proyecto, hacer requerimientos, imponer obligaciones ambientales, corroborar técnicamente o a través de pruebas los resultados de los monitoreos realizados por el beneficiario de la Licencia Ambiental o Plan de Manejo Ambiental.

Parágrafo. La autoridad ambiental que otorgó la Licencia Ambiental o estableció el Plan de Manejo Ambiental respectivo, será la encargada de efectuar el control y seguimiento a los proyectos, obras o actividades autorizadas.

RESOLUCIÓN 2086 DE 2010: Por la cual se adopta la metodología para la tasación de multas consagradas en el numeral 1o del artículo 40 de la Ley 1333 del 21 de julio de 2009 y se toman otras determinaciones.

ARTÍCULO 7o. GRADO DE AFECTACIÓN AMBIENTAL (I). Para la estimación de esta variable, se deberá estimar la importancia de la afectación mediante la calificación de cada uno de los atributos, atendiendo los criterios y valores presentados en la siguiente tabla.

DECRETO 4728 DE 2010: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010. Art: 1, 2.

Artículo 1°. El artículo 28 del Decreto 3930 de 2010 quedará así:

Artículo 28. Fijación de la norma de vertimiento. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial fijará los parámetros y los límites máximos permisibles de los vertimientos a las aguas superficiales, marinas, a los sistemas de alcantarillado público y al suelo.

El Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial dentro de los diez (10) meses, contados a partir de la fecha de publicación de este decreto, expedirá las normas de vertimientos puntuales a aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

Igualmente, el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial deberá establecer las normas de vertimientos al suelo y aguas marinas, dentro de los treinta y seis (36) meses, contados a partir de la fecha de publicación de este decreto".

Artículo 2°. El artículo 34 del Decreto 3930 de 2010, quedara así:

Artículo 34. Protocolo para el Monitoreo de los Vertimientos en Aguas Superficiales y Subterráneas. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo

Territorial expedirá dentro de los dieciséis (16) meses siguientes, contados a partir de la publicación del presente decreto, el Protocolo para el Monitoreo de los Vertimientos en Aguas Superficiales y Subterráneas, en el cual se establecerán, entre otros aspectos: el punto de control, la infraestructura técnica mínima requerida, la metodología para la toma de muestras y los métodos de análisis para los parámetros a determinar en vertimientos y en los cuerpos de agua o sistemas receptores.

Parágrafo. Mientras el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adopta el Protocolo para el Monitoreo de los Vertimientos en Aguas Superficiales y Subterráneas, se seguirán los procedimientos establecidos en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam".

DECRETO 2235 DEL 30 DE OCTUBRE DE 2012: Por el cual se reglamenta el artículo 60 de la decisión No. 774 del 30 de julio de 2012 de la comunidad andina Nacional y el artículo 106 de la ley 1450 de 2011 en relación con el uso de maquinaria pesada y sus partes en actividades mineras sin las autorizaciones y exigencias previstas en la ley.

Artículo 1°. Destrucción de maquinaria pesada y sus partes utilizada en actividades de exploración o explotación de minerales sin las autorizaciones y exigencias previstas en la ley. Cuando se realice exploración o explotación de minerales por cualquier persona natural o jurídica, sin contar con título minero inscrito en el Registro Minero Nacional y licencia ambiental o su equivalente, cuando esta última se requiera, procederá la medida de destrucción de maquinaria pesada y sus partes prevista en el artículo 6 de la Decisión 774 de 2012 de la Comunidad Andina de Naciones, independientemente de quién los tenga en su poder o los haya adquirido.

LEY 1658 DEL 15 DE JULIO DE 2013: Por medio de la cual se establecen las disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras dispersiones. ART.1, 3, 6, 7

Artículo 1°. Objeto. A efectos de proteger y salvaguardar la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente, reglántese en todo el territorio nacional el uso, importación, producción, comercialización, manejo, transporte, almacenamiento, disposición final y liberación al ambiente del mercurio en las actividades industriales, cualquiera que ellas sean.

Artículo 3°. Reducción y eliminación del uso de mercurio. Los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Minas y Energía; Salud y Protección Social y Trabajo, establecerán las medidas regulatorias necesarias que permitan reducir y eliminar de manera segura y sostenible, el uso del mercurio en las diferentes actividades industriales del país.

Erradíquese el uso del mercurio en todo el territorio nacional, en todos los procesos industriales y productivos en un plazo no mayor a diez (10) años y para la minería en un plazo máximo de cinco (5) años. El Gobierno Nacional dispondrá de todos los instrumentos tecnológicos y las respectivas decisiones con los entes y organizaciones responsables del ambiente y el desarrollo sostenible.

El Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, con el apoyo de Colciencias liderarán el desarrollo, transferencia e implementación de procesos, estrategias y medidas de reducción y eliminación del uso del mercurio al interior de su sector con la participación de los actores destinatarios de la presente ley; para tal efecto promoverán que las instituciones de educación superior desarrollen actividades de formación, investigación y proyección social, en el marco de su autonomía, a través de convenios u otro tipo de iniciativas que se orienten hacia la consecución de estos objetivos.

En la medida que sea regulada la reducción y eliminación del mercurio en otras actividades industriales, corresponderá al ministerio del ramo liderar al interior

sector la implementación de las estrategias de reducción y eliminación del mercurio, basados en investigaciones realizadas por las diferentes instituciones de educación superior, las que promueva Colciencias o realice cualquier otro ente reconocido. En todo caso deberán protegerse los derechos de propiedad intelectual de acuerdo con la ley. Las autoridades ambientales, urbanas, regionales y de desarrollo sostenible, así como las secretarías de salud y las direcciones territoriales de trabajo, realizarán el control y vigilancia a las medidas que el Gobierno Nacional reglamente de acuerdo con sus competencias.

Artículo 6º. Producción más limpia en las diferentes actividades industriales y mineras. En el periodo de cinco (5) años propuesto en el artículo tercero de esta ley, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Colciencias con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las autoridades ambientales, promoverán con las diferentes instituciones de educación superior del país, el sector privado y demás entidades o actores, el desarrollo de convenios, proyectos y programas, para la implementación de estrategias de producción más limpia, para alcanzar la meta propuesta de eliminación del uso del mercurio.

Artículo 7º. Alternativas limpias. Colciencias fomentará la realización de investigaciones de tecnologías limpias para la reducción y eliminación del mercurio, el desarrollo y aplicación de las mismas.

Los Ministerios de Minas y Energía; Comercio, Industria y Turismo; Educación y el SENA promoverán y desarrollarán en el marco de sus competencias la realización de programas de formación, capacitación, fortalecimiento empresarial y asistencia técnica, para la inserción de las tecnologías limpias en los procesos de beneficio de oro y demás procesos industriales y productivos asociados, que requieren de la utilización del mercurio, pudiendo emplear como insumo los resultados de las investigaciones promovidas por Colciencias.

Para tal efecto se podrán realizar convenios con el sector privado, las instituciones de educación superior y las empresas de servicios públicos, para que desarrollen estos programas que se destinarán a la población objeto de esta ley, incluyendo la información respecto de los riesgos y afectaciones a la salud humana y al medio ambiente por la exposición al mercurio.

RESOLUCIÓN 0631 DEL 17 DE MAYO DE 2015: Por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. El cual establece en su **artículo 10º** los parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas–ArnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades de la minería. Los parámetros fisicoquímicos que se deberán monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas–ArnD a cuerpos de aguas superficiales de las de minería.

SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS (SGA): El propósito de este sistema global armonizado es dar a conocer la información necesaria de los diferentes productos químicos contenida en la etiquetas o en la ficha técnica FDS teniendo en cuenta que la información contenida en la ficha facilita que el usuario del producto identifique el grado de peligro para la salud humana.

3 METODOLOGIA

En este capítulo se hace relación a los métodos y estrategias utilizadas con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados. Los ítems que se muestran a continuación, hacen referencia a las fases del proyecto que permitieron desarrollar el trabajo investigativo.

3.1 Inspección del sitio.

Se hizo necesario realizar un recorrido en la zona rural de los municipios de Rosas y La Sierra con la finalidad de poder realizar las actividades que se mencionan a continuación:

3.1.1 Reconocimiento de variables.

Debido a la influencia que pueden tener factores externos en la investigación se enfatizó en variables como:

- Las características étnicas y culturales de la población
- La topografía del terreno
- Vías de acceso y medios de transporte

3.1.2 Identificación de entables.

Para llevar a cabo el proceso de identificación de los entables más representativos para la investigación se tuvieron en cuenta algunas de las variables mencionadas con anterioridad tales como, el acceso a las minas y además la disposición de sus propietarios por apoyar el proceso investigativo y así permitir la toma de muestras de agua y de sustrato; esta disposición y acogida por parte de mineros se debió principalmente a el trabajo de

caracterización que adelanto meses anteriores, la CRC mediante convenio GGC-149CAU con Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

3.1.3 Aforo de caudal.

En la determinación del caudal se utilizó un aforo de tipo manual, mediante la medición del volumen con un balde previamente demarcado milimétricamente y un cronometro para la medición del tiempo. Posteriormente para el cálculo matemático se tuvo en cuenta la formula fundamental que se expresa a continuación:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde;

Q= Caudal (m³/s)

V= volumen medido en un tiempo determinado

T= tiempo

3.1.4 Dimensionamiento de colectores.

Con el objetivo de conocer la capacidad de almacenamiento de los colectores de agua residual establecidos en cada entable minero, se realizó la toma de medidas con la cinta métrica, lo que permitió conocer el volumen de cada uno de ellos.

3.2 Toma de muestras.

Se realizó la toma de muestras de agua residual industrial producto del beneficio de oro en cuatro de los cinco entables, debido a que en la Mina Higuierón no se desarrollaban actividades de beneficio en el tiempo que duro la investigación. Estas muestras se tomaron con una frecuencia de una vez por mes, y en cada muestreo se tomaban dos muestras; la inicial hacia parte del primer colector de agua y la muestra dos pertenecía al vertimiento final de cada entable.

3.2.1 Toma de muestra de agua residual.

Con el fin de obtener la muestra apta para el análisis de laboratorio se tuvieron en cuenta algunas de las recomendaciones dadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en conjunto con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia, a través del instructivo para la toma de muestra de agua residual, donde se especifican el procedimiento de toma de muestra y los requerimientos para conservación y almacenamiento de muestras de agua (IDEAM, Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial , 2007).

3.2.2 Toma de muestra de sedimento o sustrato

Para la toma de muestra de sedimentos se tuvo en cuenta la técnica de muestreo simple que estipula el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina, debido a que en este se considera la muestra simple como la que se hace con una sola extracción de suelo y son las más usadas para trabajos de investigación (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2012).

La porción de tierra obtenida se ingresó a una bolsa ziploc pequeña con una capacidad aproximada de 500 gramos. Se rotuló la muestra y se procedió a su respectiva refrigeración, hasta ser llevada al laboratorio de análisis de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC).

3.3 Análisis de laboratorio

Las muestras tomadas en campo fueron analizadas en el laboratorio de la Corporación Autónoma Regional del Cauca, mediante los métodos que se describen a continuación:

Para el análisis de la concentración de mercurio en agua residual se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Preparación de la solución madre de Hg.
- Preparación de estándares de la curva de calibración de Hg
- Digestión de muestras de agua, con la aplicación del método SM 3112 B; 7471B EPA

En el caso de la determinación de mercurio en sedimentos consideraron los ítems que se mencionan a continuación:

- Determinación del porcentaje de humedad de las muestras.
- Digestión de las muestras de sedimentos, mediante el método: 7471 B EPA US (SW-846).

El método utilizado para la identificación de Cianuro en agua residual y sustrato es SM4500-CN- E; sin embargo no se describe debido a que en el documento no se realizara el análisis de muestras que contengan esta sustancia química, porque en las minas visitadas no se realiza beneficio de oro con Cianuro.

3.4 Diseño y aplicación de encuestas

Las encuestas aplicadas al propietario de cada Unidad Productora Minera (UPM), fueron diseñadas con el fin de obtener información primaria acerca del estado legal que poseía el entable, así como las principales características de la zona y elementos usados para el desarrollo de la actividad. Ver formato de encuesta en el anexo 1.

3.5 Determinación del grado de afectación ambiental y determinación de la importancia ambiental

El grado de afectación ambiental provocado por la actividad mineral al igual que su importancia ambiental, se determinó para cada uno de los entables mediante la resolución 2086 de 2010, por la cual se adopta la metodología para la tasación de multas consagradas en el numeral 1o del artículo 40 de la Ley 1333 del 21 de julio de 2009; se toma en cuenta esta resolución, debido a que este es el método que posee la Autoridad Ambiental (CRC) para la determinación del grado de afectación ambiental.

3.6 Inventario forestal.

El inventario forestal fue realizado con la finalidad de tener un estimativo de las especies más representativas de cada entable minero expuestas y susceptibles a acumular concentraciones de mercurio.

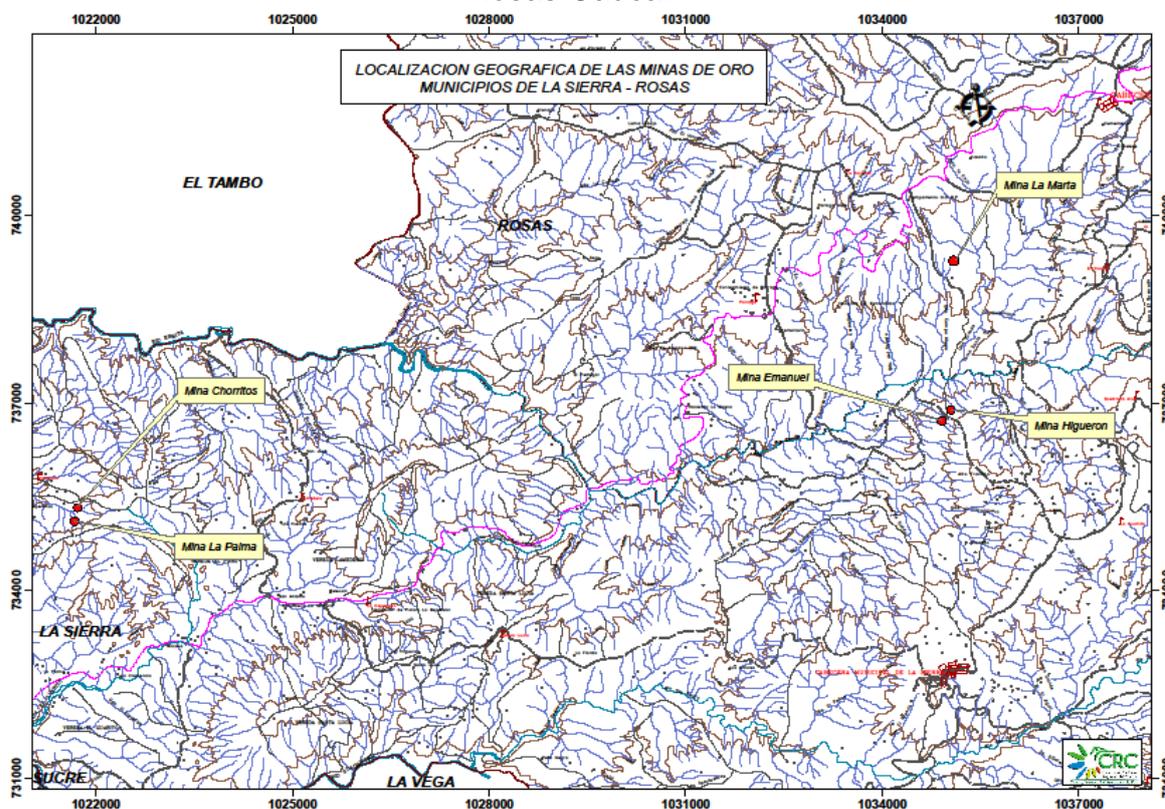
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Ubicación de entables y situación legal

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación es importante mencionar que la mayoría de minería realizada en el departamento del Cauca, especialmente en los municipios de Rosas y La Sierra, es de tipo artesanal o minería de hecho, debido a que estos municipios cuentan con un historial minero bastante amplio, reconocido no solo por las comunidades propias de la zona, sino también por entidades gubernamentales tales como la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC).

En el mapa 1 y tabla 1 se presenta la localización y descripción de los entables mineros analizados.

Mapa 3. Localización geográfica de las minas de oro, municipios de la Sierra y Rosas-Cauca.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Entables mineros sujetos a estudio.

No	NOMBRE DE LA MINA	PROPIETARIO	UBICACIÓN MUNICIPAL	# DE PLACA	SITUACIÓN LEGAL	COORDENADAS PLANAS		
						Norte	Este	Altura
1	La Martha	Carlos William Serna Silva	Rosas	NGC-14271	Ilegal	739.270 m	1`035.095 m	1352 msnm
2	Emmanuel	Ferney Palechor	La Sierra	No tiene	Ilegal	736.706.86 m	1`034.911,11 m	1346,53 msnm

3	El Higuierón	José María Martínez	La Sierra	No tiene	Ilegal	748180,0 9 m	1030218, 439 m	1685,67 msnm
4	Chorritos	Eber Alfonso Guerrero	La Sierra	ODU 14541	Ilegal	735321.7 8 m	1021722. 91 m	1102.91 msnm
5	La Palma	Benigno López	La Sierra	No tiene	Ilegal	735096.7 3 m	1021678. 89 m	1167.36 msnm

Fuente: elaboración propia.

La expresión Placa utilizada en la Tabla 1, hace referencia al número de identificación de cada entable minero con el cual se presenta la solicitud de explotación ante la Agencia Nacional Minera.

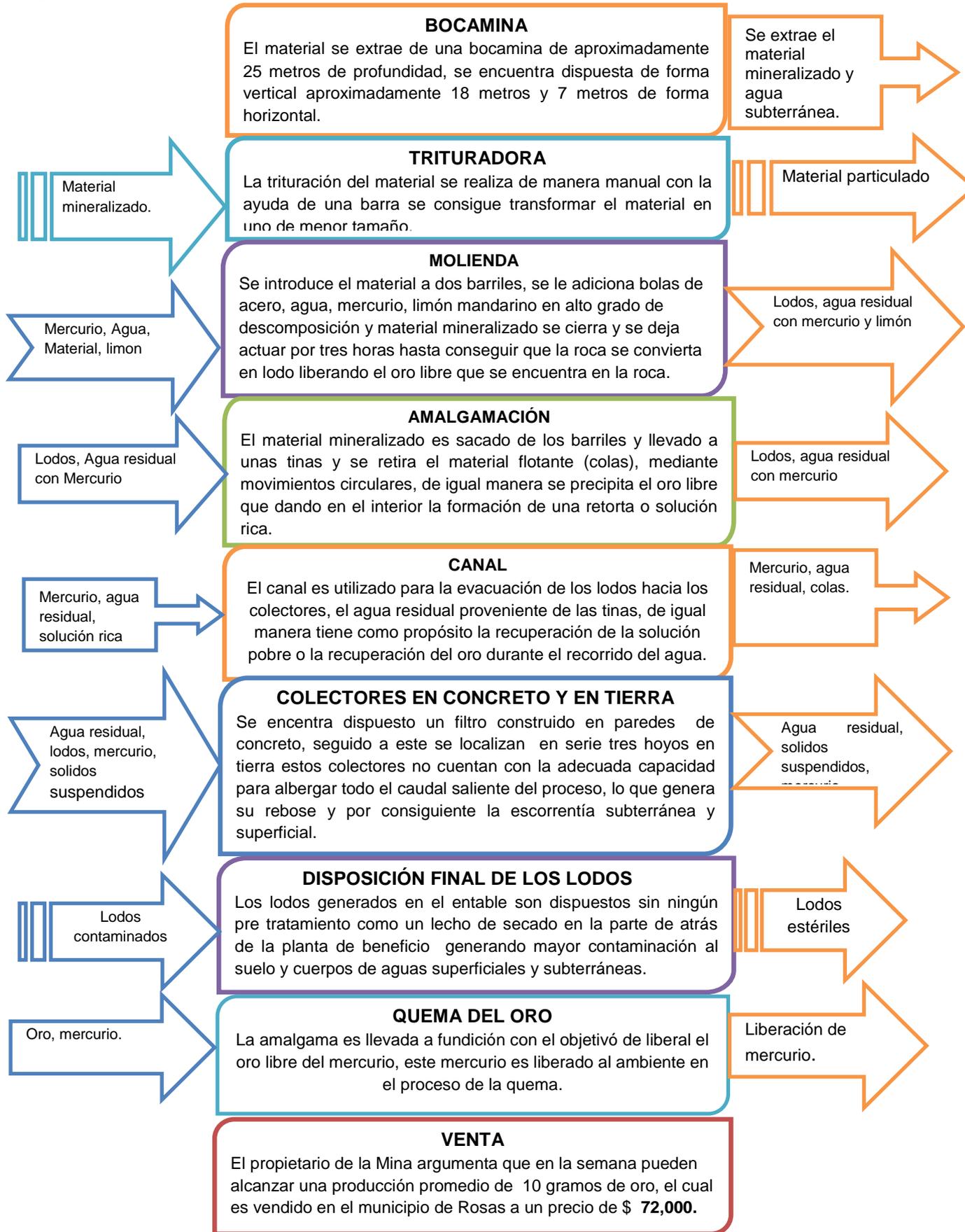
De acuerdo con la tabla que se muestra en la parte superior se pudo corroborar que los estables se encuentran ejerciendo la labor de explotación minera de forma ilegal, debida a que no existe un soporte, decreto o resolución por parte de la Agencia Nacional Minera (ANM), el ANLA u otra entidad, que autorice la minería de hecho; dado que el DECRETO 0933 de 2013 por el cual se dictaban las disposiciones en materia de formalización de minería tradicional y se modificaban unas definiciones de glosario minero, en la actualidad se encuentra INEXEQUIBLE.

Es por ello que aunque algunos de los mineros habían presentado ante la ANM solicitud de exploración y explotación de minería tradicional de oro, con sus respectivas placas no se relaciona la legalidad de los mismos.

4.2 Procesos realizados en cada mina

Se realizó la descripción de los procesos que se realizan en cada entable minero mediante la aplicación de diagramas, que se describen a continuación:

Figura 1. Diagrama de procesos de la mina Emanuel



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Diagrama de procesos de la mina Chorritos



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Diagrama de procesos de la mina La Marta



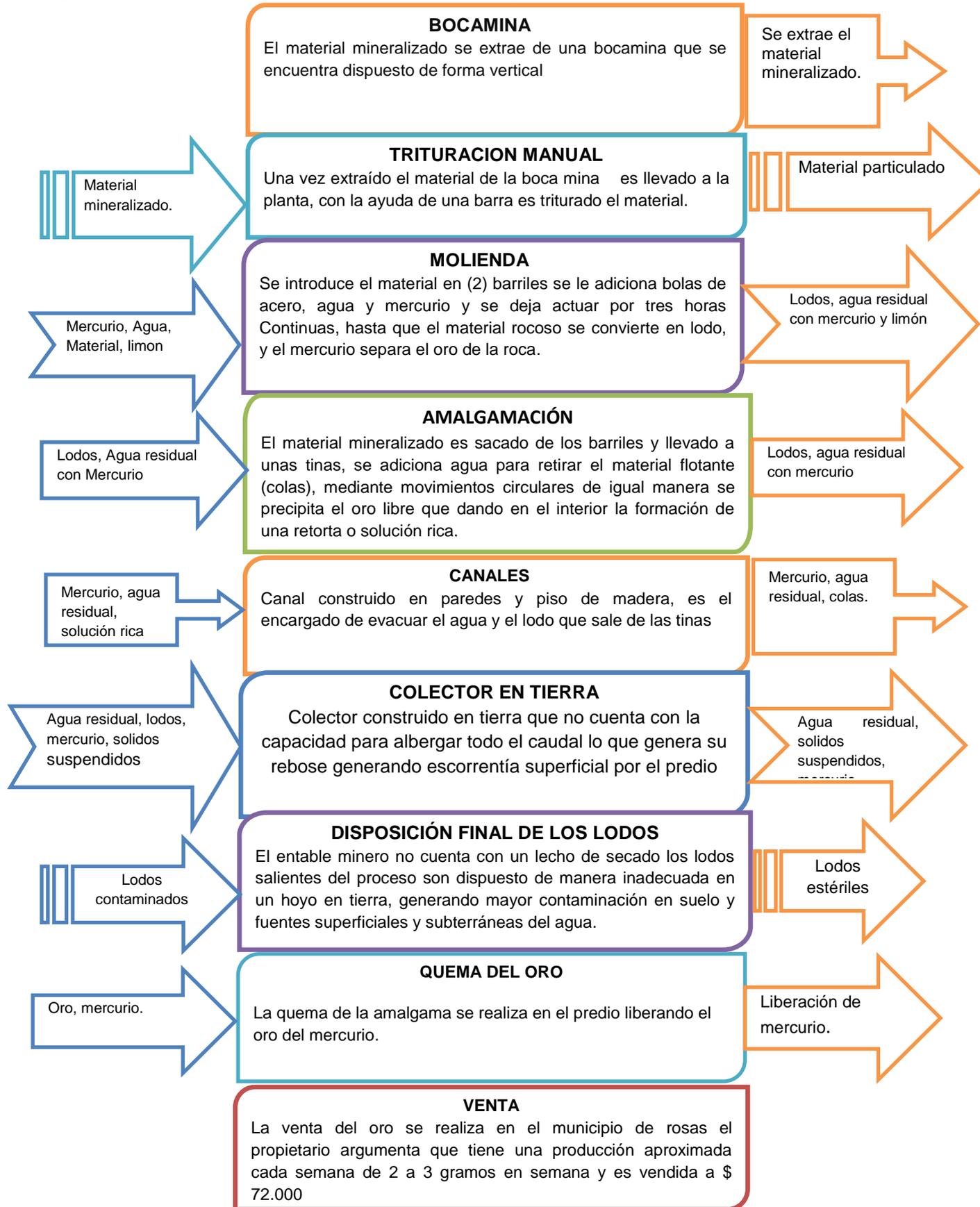
Fuente: elaboración propia

Figura 4. Diagrama de procesos de la mina La Palma



Fuente: elaboración propia

Figura 5. Diagrama de procesos de la mina Higuérón



Fuente: elaboración propia

4.3 Aforo de caudal

A continuación se presenta el aforo realizado a cada una de las minas:

- Mina Emanuel

$$Q = \frac{3,5L}{25s}$$

$$Q = 0,14 \text{ L/s}$$

$$Q = 0,00014 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Mina Chorritos

$$Q = \frac{5,2L}{6s}$$

$$Q = 0,87 \text{ L/s}$$

$$Q = 0,00087 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Mina La Martha

$$Q = \frac{2,7L}{22s}$$

$$Q = 0,12 \text{ L/s}$$

$$Q = 0,00012 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Mina La Palma

Para el cálculo del caudal de vertimiento de este entable minero se utilizaron algunos aspectos que menciona Ricardo Alfredo López Cualla en la segunda edición de su libro Elementos de Diseño Para Acueductos y Alcantarillados, tales como los siguientes:

$$Q_0 = 0,312 \frac{D^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde,

Q₀= Caudal a tubo lleno

D= Diámetro de la tubería

n= Coeficiente de rugosidad Mannig (0,009)

S= Pendiente de la conducción

0,312=Constante de Mannig

$$S = \frac{\text{Cota mayor} - \text{Cota menor}}{\text{Largo tubería}} * 100$$

$$S = \frac{1167,36\text{m} - 1167,30\text{m}}{5\text{m}} * 100$$

$$S = 1,2\%$$

$$Q_0 = 0,312 \frac{0,076\text{m}^{8/3} * 0,012^{1/2}}{0,009}$$

$$Q_0 = 0,0039\text{m}^3/\text{s} = 14,04\text{m}^3/\text{h}$$

4.4 Dimensionamiento de colectores

4.4.1 Entable Emanuel

Figura 6. Mina Emanuel Colector en Concreto

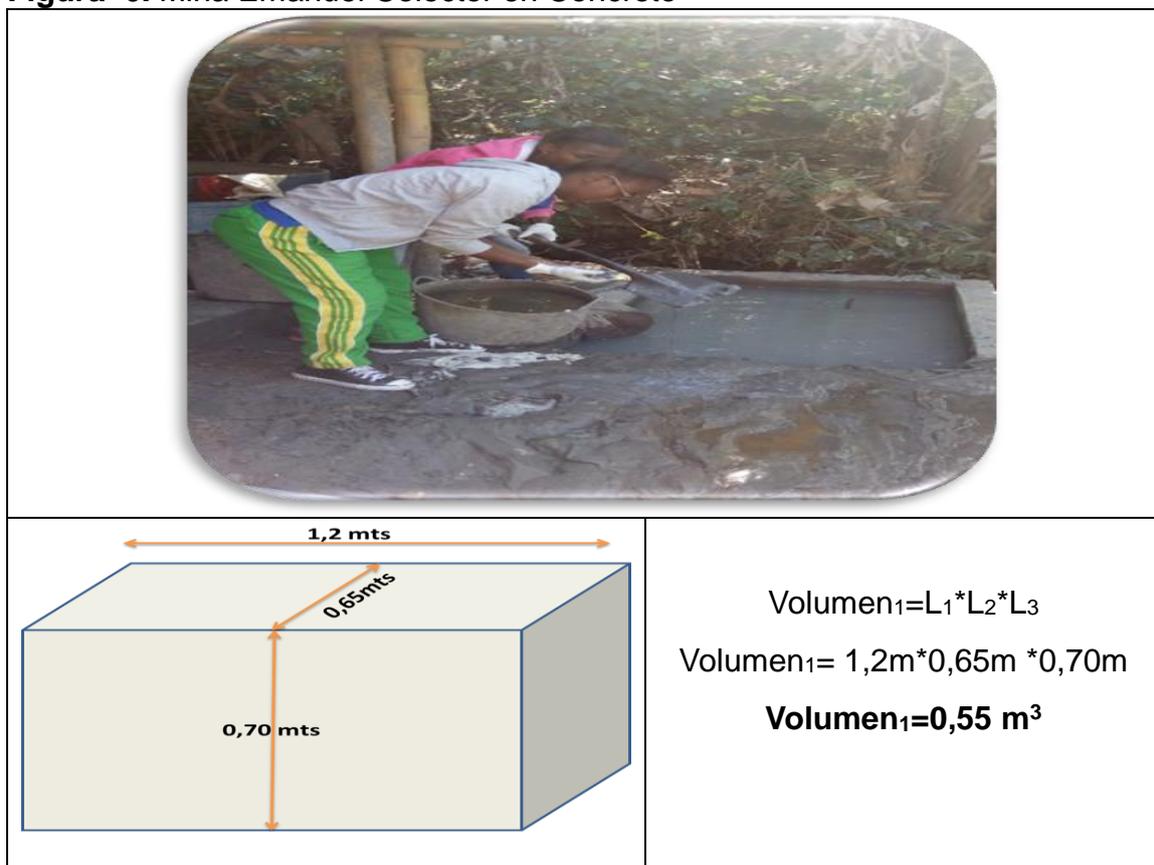
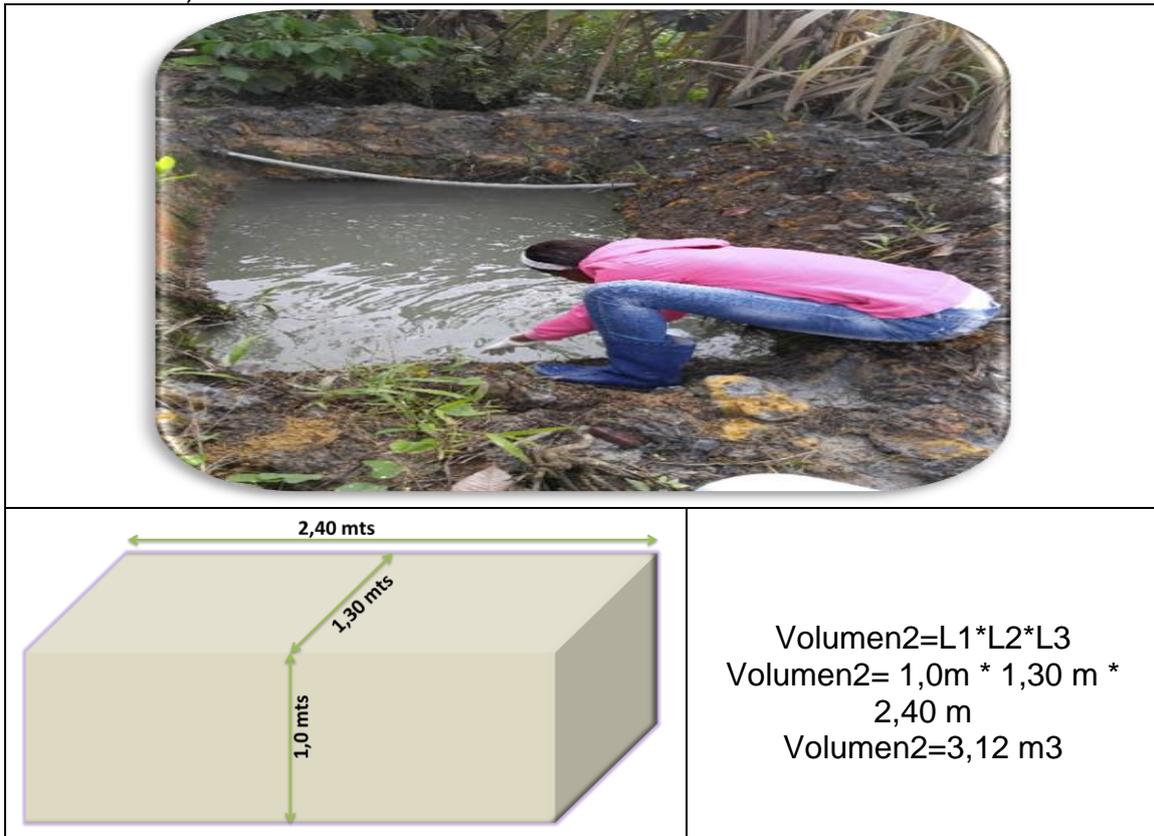


Figura 7. Mina Emanuel Colector en Tierra (Tres hoyos con las mismas dimensiones)



La capacidad de almacenamiento de agua residual en el entable Emanuel, es igual a la sumatoria de todos volúmenes que puede albergar cada tanque colector; se debe considerar que en este entable se encuentran operando tres hoyos en tierra con las mismas dimensiones.

Calculo del volumen total,

$$\text{Volumen total} = \sum \text{volumen1 (volumen 2*3)}$$

$$\text{Volumen total} = 0,55\text{m}^3 + (3,12\text{m}^3 * 3)$$

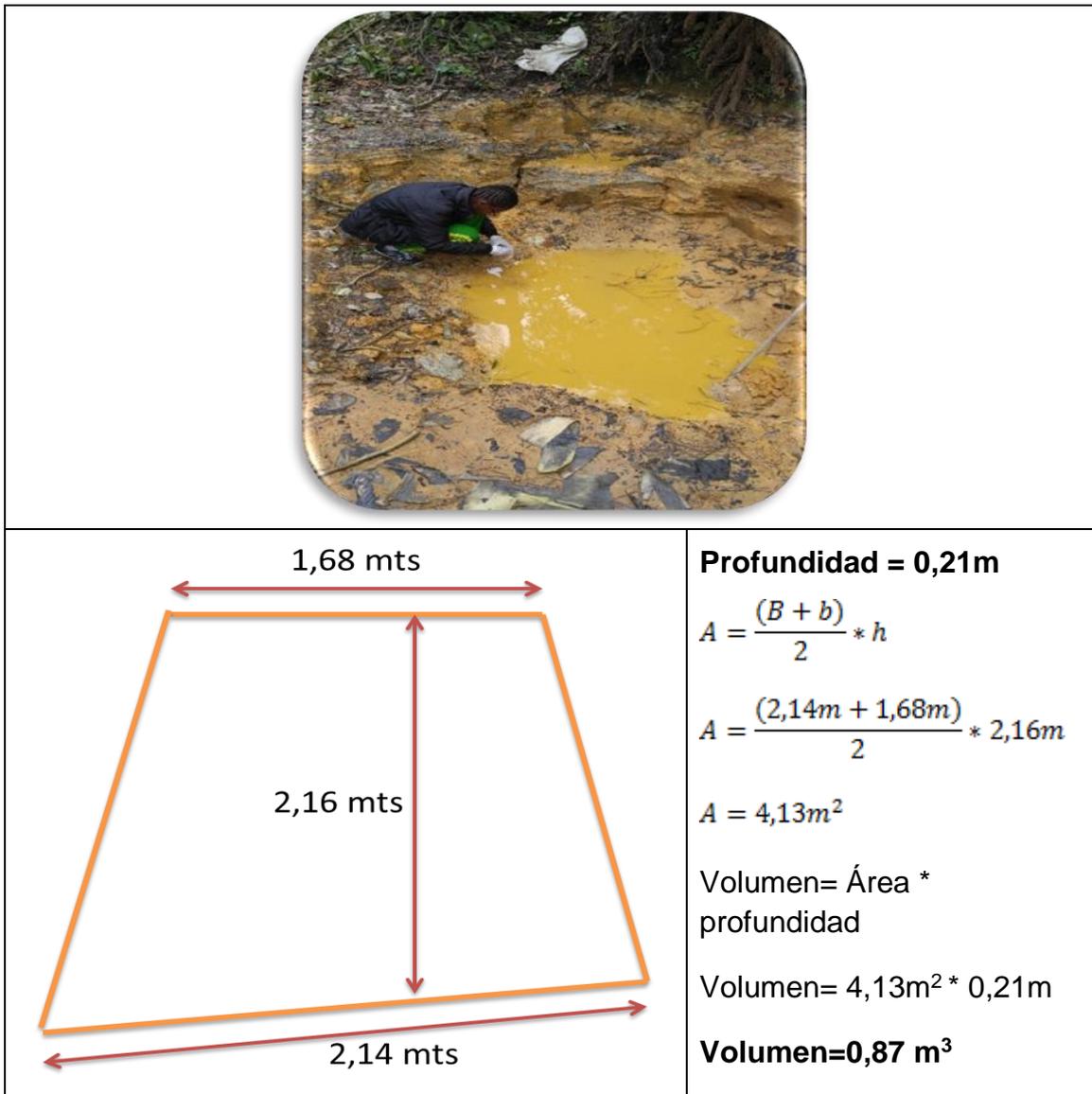
Volumen total=9,91m³

Debido a que durante el día se realiza la actividad de vertimiento de manera discontinua durante aproximadamente una hora, se puede indicar que el caudal total de vertimiento es de aproximadamente 0,504m³/h, durante esa hora trabajada. De acuerdo con la capacidad de los colectores ubicados en el entable se puede indicar que no es viable albergar el caudal del vertimiento de agua residual producto del beneficio, porque no se realizan los respectivos controles para evitar reboses, porque el agua residual permanece mucho tiempo en estos colectores sin realizarse el correcto tratamiento de los lodos que se generan, por la sedimentación de los sólidos presentes en el agua

residual. Además las excavaciones en tierra no cuentan con cubierta y por tanto la presencia de aguas lluvias, contribuye a el aumento del caudal ubicado en estos.

4.4.2 Entable Higuерón

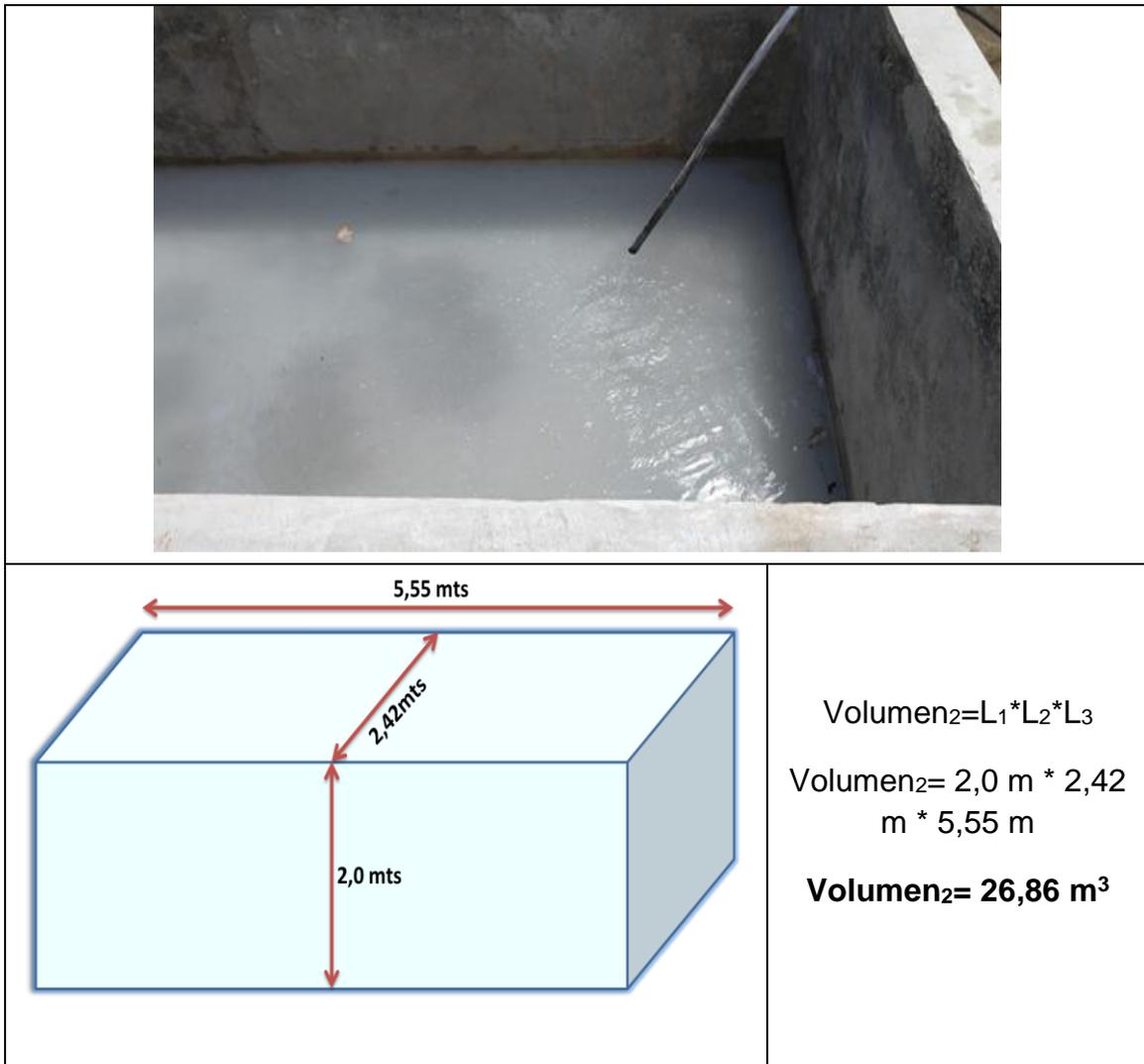
Figura 8. Colector en Tierra, mina El Higuерón.



Debido a que en el entable no se realiza la actividad de extracción desde hace aproximadamente un año, no fue posible realizar el aforo del caudal del vertimiento de agua residual producto del beneficio; sin embargo se pudo verificar que el colector en tierra posee una capacidad para albergar 0,87 m³ de agua.

4.4.3 Entable Chorritos

Figura 9. Tanque de almacenamiento, mina Chorritos.



Este tanque de almacenamiento posee una capacidad bastante amplia la cual permite abastecer el entable minero. En él es depositada gran parte del agua que es extraída de las bocaminas, además del agua producto de la precipitación pluvial.

Figura 10. Colector en concreto, mina Chorritos.

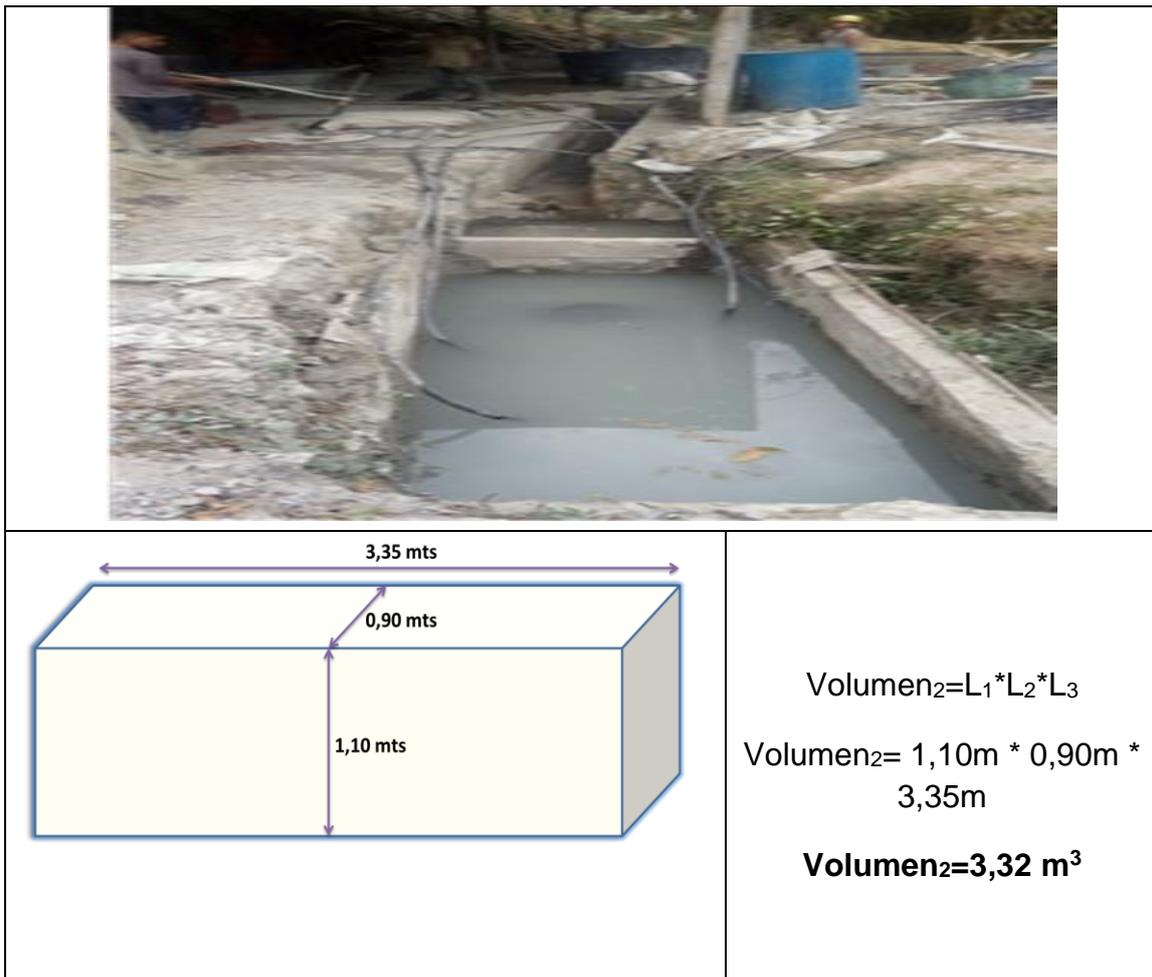
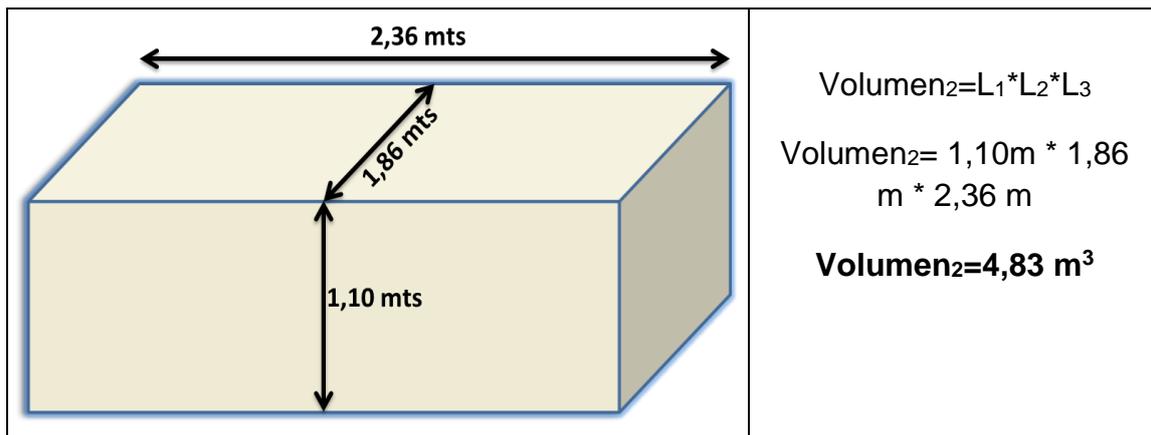


Figura 11. Colector en tierra, mina Chorritos (dos hoyos con las mismas dimensiones)





Calculo del volumen total,

$$\text{Volumen total} = \sum \text{volumen}_1 (\text{volumen } 2^*2)$$

$$\text{Volumen total} = 3,32\text{m}^3 + (4,83\text{m}^3 * 2)$$

Volumen total= 12,98 m³

En el entable Chorrillos se realizan vertimientos de agua residual producto del beneficio de oro a tres colectores ubicados en serie, los cuales poseen una capacidad para albergar un total de 12,98 m³ de agua. Estos vertimientos se realizan de manera discontinúa durante el día y al realizar la suma de los tiempos de vertimientos arroja un tiempo de 1 hora, razón por la cual al calcular el caudal total de vertimiento es de 3,13 m³/h; el ultimo colector en tierra puede almacenar 4,83m³, razón por la cual se puede indicar que si bien estructuralmente se cuenta con la capacidad para albergar el caudal en mención, no es apropiado el espacio porque se debe contar con un buen borde libre para evitar los reboses de caudal. Además se pudo observar que los hoyos en tierra se encuentran colmatados, porque los lodos sedimentados que no son retirados de forma oportuna y por consiguiente se genera reboses de agua residual que origina una escorrentía superficial que posteriormente llega hasta la quebrada Chorrillos. Cabe anotar que los colectores en tierra no cuentan con cubierta que retenga el paso del agua lluvia, por lo tanto hay aumento del caudal; así mismo se presenta otra deficiencia y es que los colectores no poseen una membrana o medio filtrante que minimice el paso del agua hacia el interior del suelo.

4.4.4 Entable La Palma.

Figura 12. Colector Rectangular en Concreto, mina La Palma

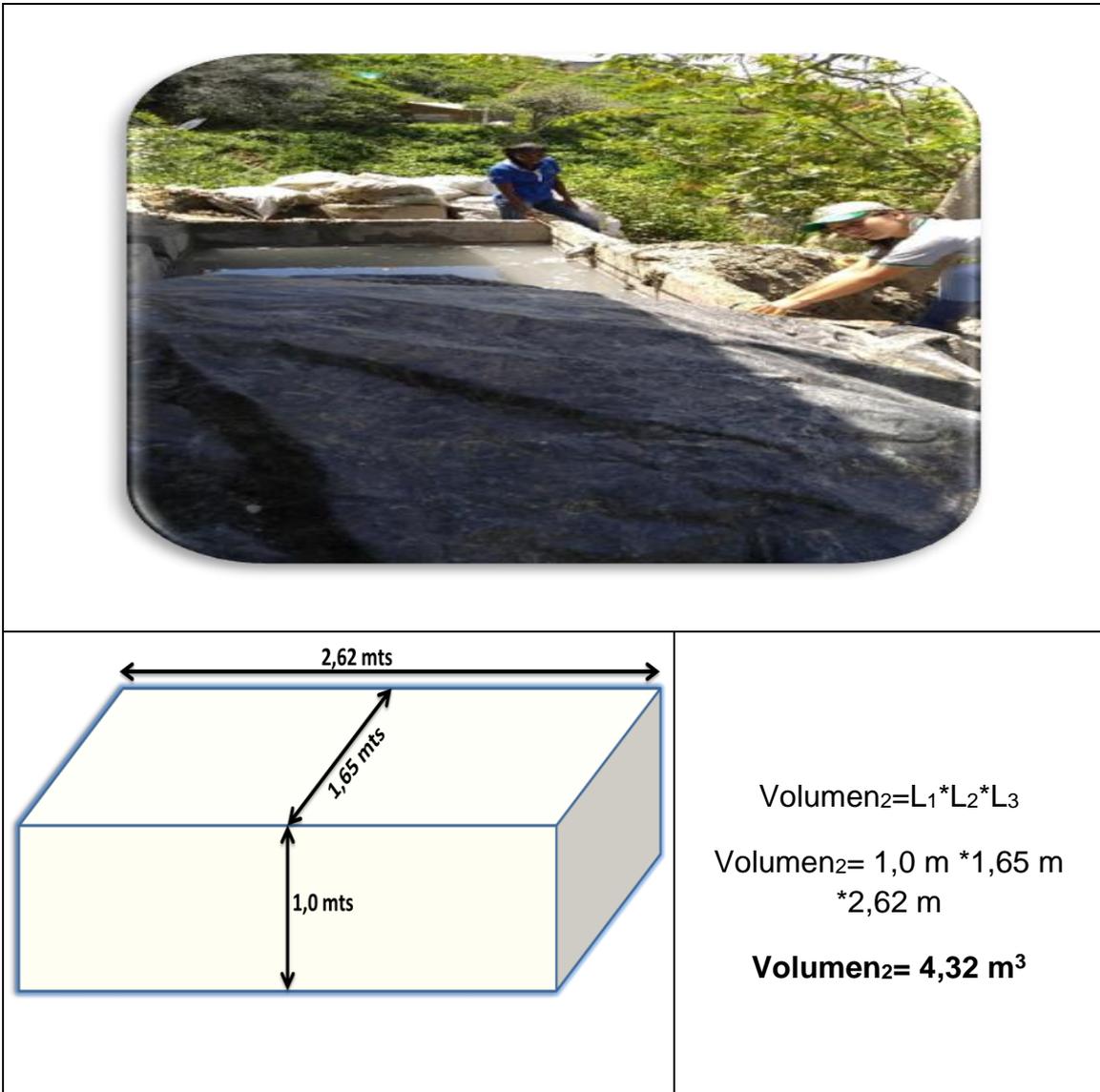
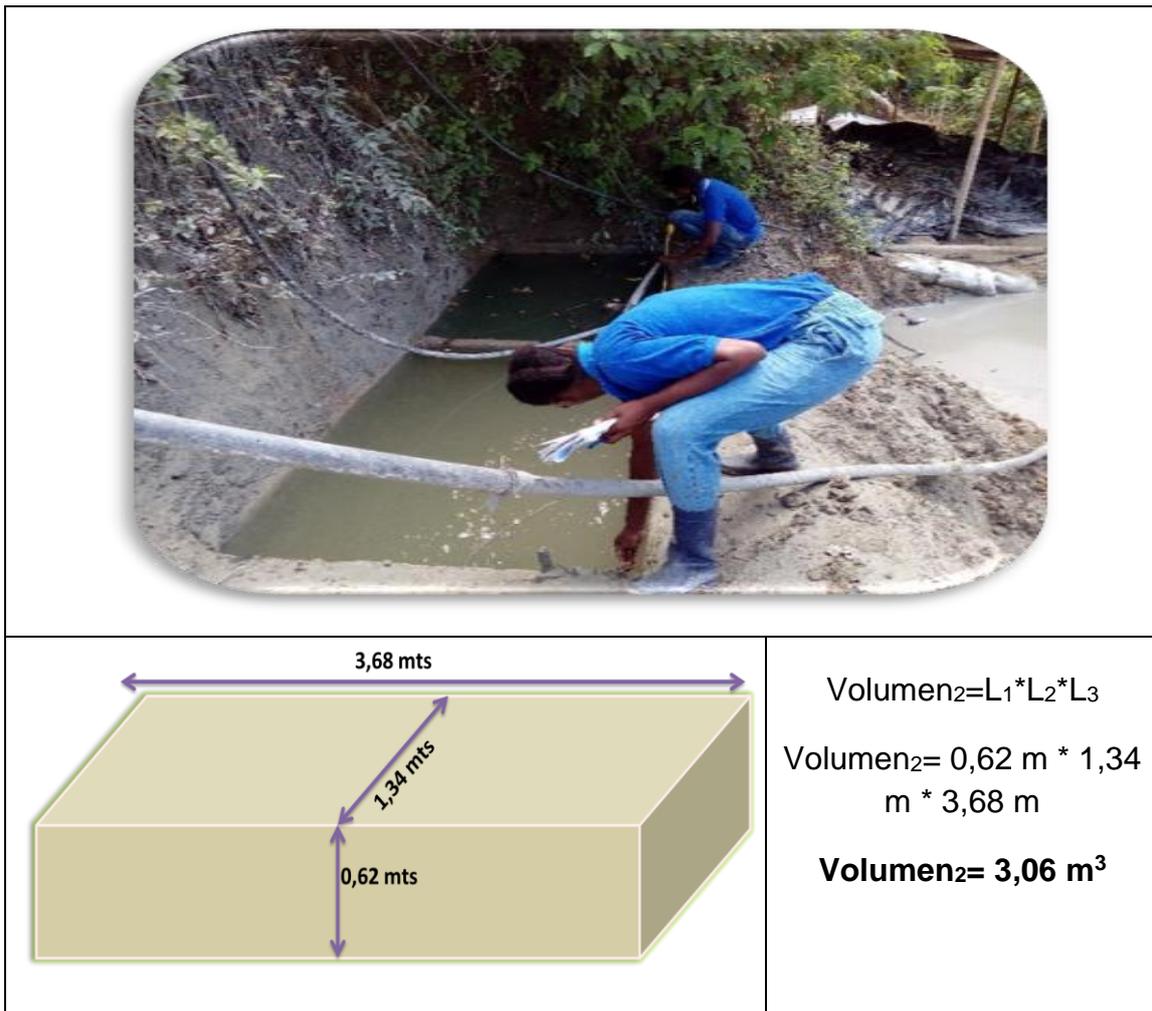


Figura 13. Colector Rectangular en Tierra, mina La Palma.



Calculo del volumen total,

$$\text{Volumen total} = \sum \text{volumen1} + \text{volumen 2}$$

$$\text{Volumen total} = 4,32\text{m}^3 + 3,06\text{m}^3$$

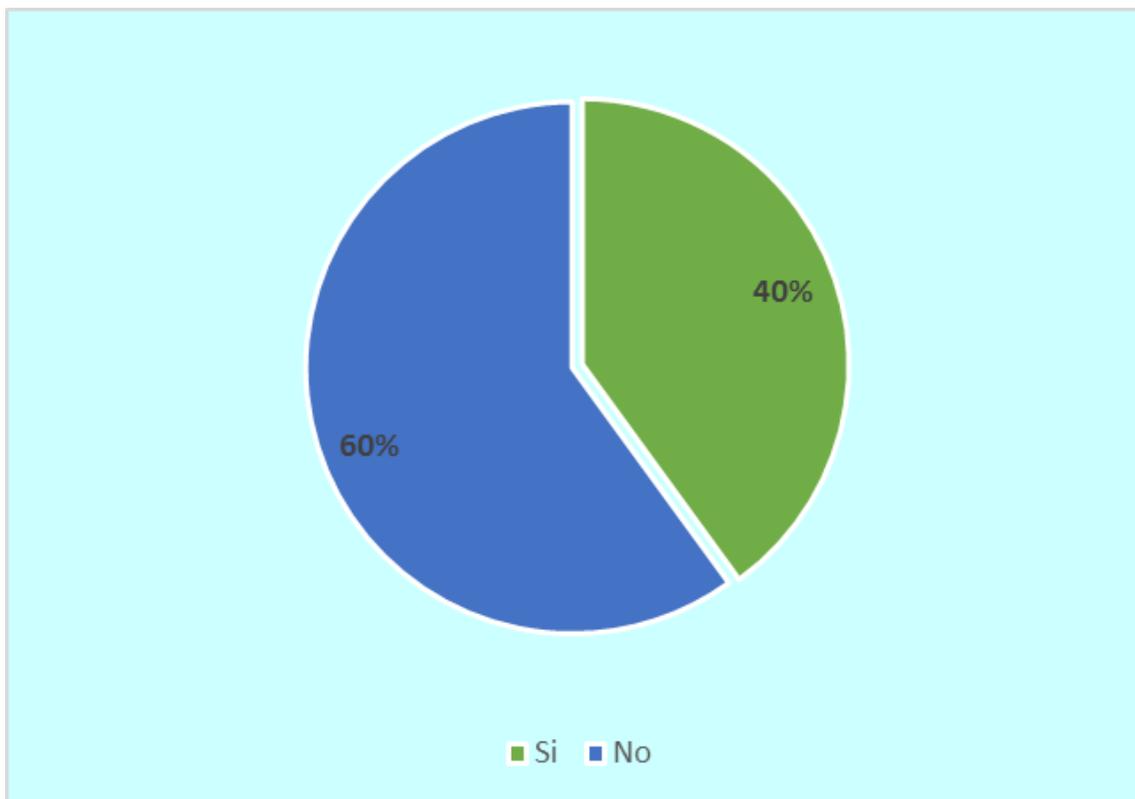
$$\text{Volumen total} = 7,38 \text{ m}^3$$

De acuerdo con la anterior información es evidente que existe deficiencia en la capacidad de almacenamiento de agua residual en el entable La Palma, debido a que el caudal supera en un 90,24% el volumen de acopio de la estructura.

4.5 Tabulación de encuestas

A continuación se relacionan los resultados de las encuestas realizadas en la etapa inicial del proyecto, la cual fue aplicada una sola vez a cada propietario de los cinco entables mineros utilizados para la investigación.

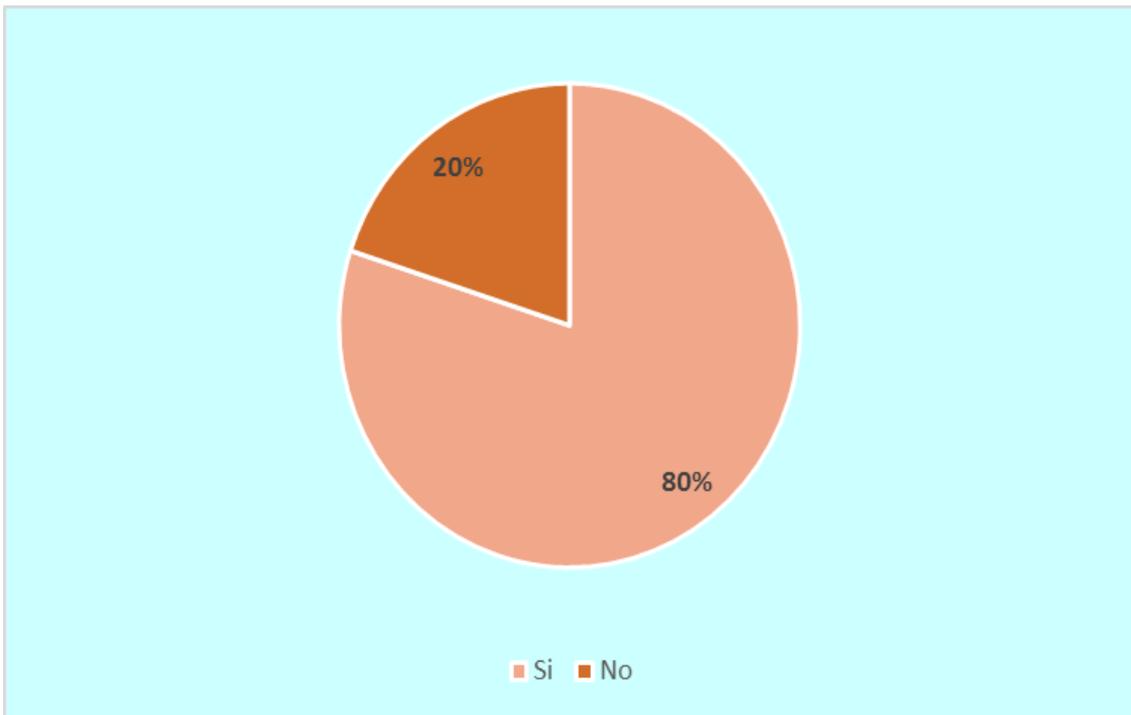
Grafica 1. Presencia de cuerpos de agua superficial en predios mineros.



La grafica hace referencia al porcentaje de predios sujetos al estudio en donde se evidenció la presencia de cuerpos de agua superficial. En ella se muestra que solo dos de los cinco entables mineros respondieron afirmativamente a la existencia de quebradas que atraviesan sus terrenos. En la mina Emanuel existe la quebrada denominada El Galpón.

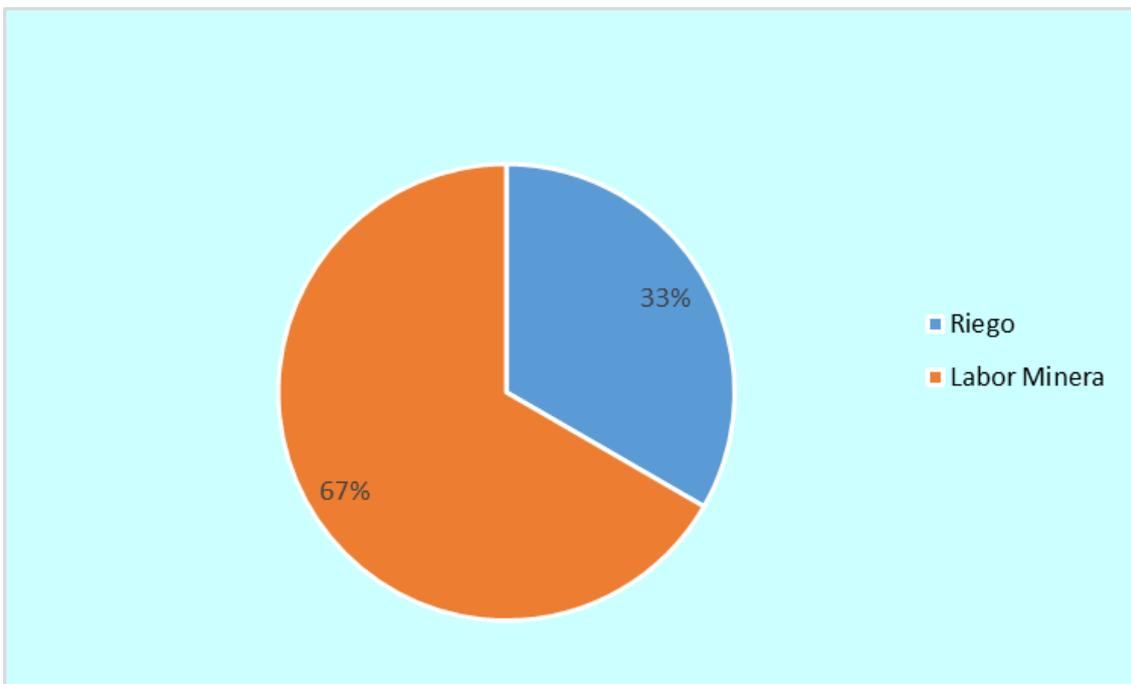
En la mina Chorritos está ubicada una quebrada que posee el mismo nombre de la mina, ubicada muy cerca al entable (distancia aproximada de 15 metros). Cabe mencionar que durante los meses que se realizó la investigación no se pudo realizar la toma de muestra de agua de manera constante, debido a que las quebradas no contaban con el suficiente caudal producto de la afectación del estiaje ocasionado por el fenómeno del niño, además de que estos municipios se caracterizan por poseer una baja precipitación anual.

Grafica 2. Uso de sustancias naturales en entables mineros



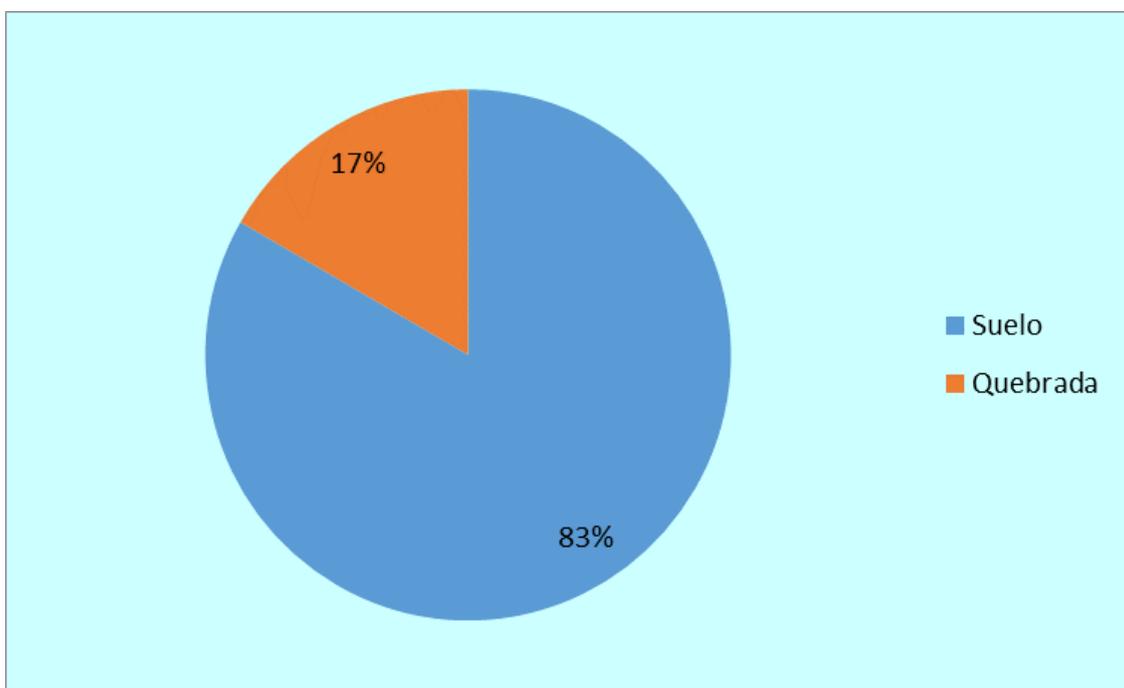
Porcentaje de entables mineros en donde se hace uso de sustancias naturales tales como Limon, Salvia u otros para facilitar el proceso. De acuerdo con esta grafica cuatro de los cinco entables visitados utilizaban sustancias naturales que permitian la aceleracion del proceso de beneficio por lo que estas sustancias ayudan a retirar o atrapar la grasa presente en el sólido que contiene el metal, evitando que el oro flote y de esta manera el oro entre en contacto directo con el mercurio.

Grafica 3. Uso más frecuente que se le otorga al agua de las quebradas evidenciadas en el estudio.



El porcentaje más alto (67%) hace mención a los dos entables que utilizan parte del caudal de sus respectivas quebradas, para el beneficio de oro cuando estas aumentan su columna de agua, especialmente en época de lluvia, debido a que en el estiaje el agua utilizada para la labor minera es subterránea extraída de los socavones. El 33% restante se refiere a la utilización del recurso hídrico para labores agrícolas tales como riego de cultivos como café, limón, y yuca, que se encuentran ubicados en la mina Emanuel.

Grafica 4. Fuente receptora de vertimientos líquidos.



De acuerdo con los porcentajes que muestra esta grafica es claramente visible que el recurso directamente afectado por los vertimientos líquidos industriales mineros es el suelo debido a que todos los entables realizan la disposición del agua residual en excavaciones en tierra sin ningún medio filtrante que proteja la capa del suelo, y cuya función es retener los lodos para posteriormente ser recolectados y dispuestos sobre algunas franjas del terreno que necesitan relleno; por consiguiente un porcentaje del agua que sale de la mina se infiltra formando escorrentías subterráneas.

El 17% restante hace referencia al porcentaje de minas (1 entable) que realiza sus descargas a cuerpos de agua superficiales, a causa del de la insuficiente capacidad de las excavaciones en tierra que alberga todo el vertido; este caso se refiere a la mina Chorritos de propiedad del señor Eber Guerrero, que al contar con dos excavaciones de aproximadamente dos metros de profundidad no almacena toda el agua residual; por lo cual se genera una escorrentía superficial que recorre parte del predio hasta llegar a la quebrada Chorritos, situación que incrementa los niveles de contaminación por parámetros físico-químicos y metales pesados.

Uno de los últimos y más importantes interrogantes que hacia parte de la encuesta realizada a los usuarios mineros, era la existencia o no de un sistema de tratamiento para las aguas residuales industriales y el material estéril producto del beneficio de oro, a lo que la totalidad de estos menciono que no contaba con tal sistema. Con el fin de verificar la información brindada se realizó la respectivo inspección ocular que arrojó como resultado la veracidad

de las respuestas dadas por los propietarios y además se pudo evidenciar que todas los entables contaban con una serie de excavaciones establecidas con un mismo propósito que era el de albergar el vertimiento líquido.

4.6 Descripción de la situación encontrada

Debido a que los procesos realizados en cada mina difieren por las condiciones de cada entable, el tipo de maquinaria utilizado, la capacidad económica de cada propietario, entre otras características, se realizó la descripción de la situación de operación que se evidencio en cada entable.

Tabla 2. Descripción de la situación encontrada entable Emanuel

ACTIVIDAD	CUMPLE		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Adecuado manejo y tratamiento de los residuos estériles.		X	No se evidencia un lugar apropiado para el almacenamiento de los lodos producto de la sedimentación de los sólidos suspendidos, arenas y/o arcilla que se encuentran en el agua residual, por lo tanto los lodos son dispuestos en inmediaciones de los barriles de triturado.
Construcción de sistema de drenaje.		X	No hay una adecuación de sistemas de drenaje, para la canalización y manejos de agua de escorrentía producto del rebose del tanque de almacenamiento de agua residual.
Tratamiento de vertimientos líquidos.		X	No existe un sistema de tratamiento que permita la minimización del grado contaminación del vertimiento y por el momento estos están siendo depositados en cuatro (4) hoyos en tierra sin ningún medio filtrante que proteja la capa del suelo. La función de estos hoyos es retener los lodos para posteriormente ser recolectados y dispuestos sobre algunas franjas del terreno que necesitan relleno. No hay permiso de vertimientos líquidos.
Uso del Agua		X	En efecto se puede confirmar que el propietario de la mina hace uso del recurso hídrico como insumo principal para el proceso de beneficio, a lo cual se suma que en su proceso de beneficio este genera unos vertimientos líquidos industriales que se acompañan de metales pesados y otros componentes químicos que traen como consecuencia alteración del recurso hídrico. Ver anexo 10.

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Descripción de la situación encontrada entable Chorritos

ASPECTO	CUMPLE		DESCRIPCIÓN
	SI	NO	
Señalización zona minera	X		A pesar de que no se cuenta con un programa de seguridad ocupacional en el trabajo, ni tampoco con un Programa de Trabajo y Obras (PTO), el entable cuenta con la respectiva señalización de los puntos de interés.
Adecuado uso de los elementos de protección personal.		X	Los trabajadores en el momento de la visita portaban parte de la indumentaria necesaria para la protección y seguridad personal, pero les hacían falta algunos elementos tales como el overol, gafas, etc.
Disponibilidad de agua para el beneficio.		X	El agua que se utiliza para el beneficio es en gran parte extraída de la bocamina, es decir agua subterránea de la cual por el momento no se cuenta con ningún permiso de Concesión por parte de la Autoridad Ambiental. En ocasiones también es utilizada agua proveniente de la quebrada Chorritos o en su defecto agua lluvia. Este recurso es almacenado en un colector en concreto que posee una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 27 m ³ .
Adecuado manejo y tratamiento de los residuos estériles.		X	No se evidencia un lugar apropiado para el almacenamiento de los lodos producto de la sedimentación de los sólidos suspendidos, arenas y/o arcilla que se encuentran en el agua residual; por lo tanto los lodos son dispuestos en algunas partes de terreno que requieren de relleno, todo esto sin ningún pretratamiento.
Sistema de drenaje.		X	Se evidencia la presencia de un canal en concreto por el cual es transportada el agua residual producto del beneficio, hasta dos colectores en concreto, sin embargo no existe un adecuado sistemas de drenaje en el predio para la canalización y manejo de agua de escorrentía producto del rebose de los hoyos en tierra. Por esta razón el agua de rebose recorre parte del terreno hasta llegar a la quebrada Chorritos.
Tratamiento de vertimientos líquidos.		X	No existe un sistema de tratamiento que permita la minimización del grado contaminación del vertimiento. El agua residual finalmente llega hasta dos hoyos en tierra donde existe ningún medio filtrante. Es en ellos donde se retiene gran parte de los lodos posteriormente ser recolectados y dispuestos sobre algunas franjas del terreno que necesitan relleno. Ver anexo 13.

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Descripción de la situación encontrada entable La Marta

ASPECTO	CUMPLE		DESCRIPCIÓN
	SI	NO	
Señalización zona minera		X	No se evidencian las condiciones de seguridad industrial y señalización de los puntos estratégicos del entable y su vez no se cumple con un programa de seguridad ocupacional en el trabajo.
Adecuado uso de los elementos de protección personal.		X	Aunque en el lugar se observaron algunos elementos de protección personal, los trabajadores no portaban la indumentaria necesaria para su protección.
Disponibilidad de agua para el beneficio.		X	El agua que se utiliza para el beneficio inicialmente era tomada de un aljibe, que según lo expresado por Don William Serna era de propiedad de un vecino del cual se desconoce su identificación; posteriormente el propietario del entable argumenta que el agua para el beneficio es tomada de una quebrada denominada “La Jigua” de la cual unos vecinos cuentan con permiso de concesión de agua superficial para actividad piscícola.
Adecuado manejo y tratamiento de los residuos estériles.		X	No se evidencia un lugar apropiado para el almacenamiento de los lodos producto de la sedimentación de los sólidos suspendidos, arenas y/o arcilla que se encuentran en el agua residual; tampoco un lecho de secado que permita un breve tratamiento para los lodos, por tanto son dispuestos en algunas partes de terreno que requieren de relleno.
Sistema de drenaje.		X	No existe un adecuado sistema de drenaje en el predio para la canalización y manejo de agua de escorrentía producto del rebose de los hoyos en tierra. Por esta razón el agua de rebose recorre parte del terreno y finalmente se infiltra en el mismo.
Tratamiento de vertimientos líquidos.		X	No existe un sistema de tratamiento que permita la minimización del grado contaminación del vertimiento. El agua residual finalmente llega hasta algunos hoyos en tierra donde existe ningún medio filtrante. Es en ellos donde se retiene gran parte de los lodos posteriormente ser recolectados y dispuestos sobre algunas franjas del terreno que necesitan relleno. Ver anexo 14.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Descripción de la situación encontrada entable El Higuerón

ASPECTO	CUMPLE		DESCRIPCIÓN
	SI	NO	
Señalización zona minera	X		Aunque la mina no se encuentra en funcionamiento, se evidencian algunos letreros que permiten identificar la presencia de un entable minero y de igual forma algunos árboles con sus respectivos nombres comunes.
Adecuado manejo y tratamiento de los residuos estériles.	X		No se evidencian residuos estériles distribuidos en el predio y esto se debe principalmente al cese de actividades mineras.
Sistema de drenaje.		X	No hay una adecuación de sistemas de drenaje, para la canalización y manejo de agua de escorrentía producto del beneficio, por tanto se presume que el agua en su momento era vertida directamente al suelo.
Tratamiento de vertimientos líquidos.		X	A partir de la inspección ocular se determinó que en el tiempo que funcionó el entable, no existió un sistema de tratamiento del agua residual y por lo tanto esta era vertida directamente al suelo en dos hoyos sin ningún medio filtrante que protegiera la capa del suelo. La función de estos hoyos es retener los lodos, para posteriormente ser recolectados y dispuestos sobre algunas franjas del terreno que necesitan relleno. Ver anexo 11.

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Descripción de la situación encontrada entable La Palma

ASPECTO	CUMPLE		DESCRIPCIÓN
	SI	NO	
Señalización zona minera		X	No se evidencian las condiciones de seguridad industrial y señalización de los puntos estratégicos del entable y su vez no se cumple con un programa de seguridad ocupacional en el trabajo.
Adecuado uso de los elementos de protección personal.		X	Los trabajadores en el momento de la visita portaban parte de la indumentaria necesaria para la protección y seguridad personal, pero les hacían falta algunos elementos tales como el overol, gafas, etc.
Disponibilidad de agua para el beneficio.		X	El agua que se utiliza para el beneficio es agua extraída de la bocamina, es decir agua subterránea de la cual por el momento no se cuenta con ningún permiso de Concesión por parte de la Autoridad Ambiental.
Adecuado manejo y tratamiento de los residuos estériles.		X	No se evidencia un lugar apropiado para el almacenamiento de los lodos producto de la sedimentación de los sólidos suspendidos, arenas y/o arcilla que se encuentran en el agua residual; por lo tanto los lodos son dispuestos en algunas partes de terreno que requieren de relleno, todo esto sin ningún pretratamiento.
Sistema de drenaje.		X	Se evidencia la presencia de un canal en concreto por el cual es transportada el agua residual producto del beneficio, hasta dos colectores en concreto; posteriormente el agua es conducida hasta un hoyo en tierra ubicado en la parte baja del predio, a través de una tubería de tres pulgadas (3"). Sin embargo no existe un adecuado sistemas de drenaje en el predio para la canalización y manejo de agua de escorrentía producto del rebose del hoyo en tierra.
Tratamiento de vertimientos líquidos.		X	No existe un sistema de tratamiento que permita la minimización del grado contaminación del vertimiento. Ver anexo 12.

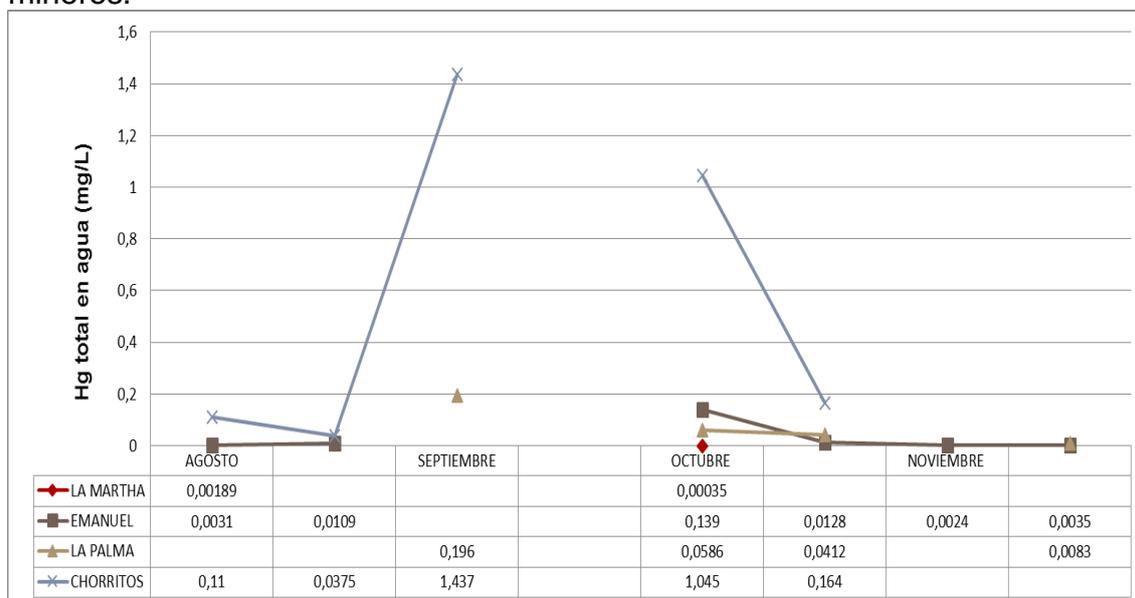
Fuente: elaboración propia

4.7 Análisis fisicoquímicos

En este ítems se encuentran graficados los resultados de los análisis de parámetros fisicoquímicos en agua y sedimentos de los entables mineros. En los parámetros correspondientes a calidad de agua, no se relaciona la mina Higerón debido a que esta no se encontraba en funcionamiento en el periodo de investigación; sin embargo se consideró la toma de muestra de sedimentos en esta mina, por su alto índice de mercurio a pesar de estar suspendidas las operaciones.

Las muestras de mercurio en agua y sedimentos fueron tomadas mes a mes, pero parámetros como solidos suspendidos, demanda química de oxígeno, pH, entre otros fueron analizadas una sola vez en cada entable.

Grafica 5. Concentración de mercurio en vertimientos líquidos de los entables mineros.



De acuerdo a los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la CRC, y la gráfica 5 la cual muestra la variabilidad de las concentraciones de mercurio a través de los meses que se realizó la investigación, se puede inferir que los vertimientos tanto de la Mina Emanuel como La Palma y ChorrITOS presentan concentraciones de mercurio superiores al valor máximo que admite la resolución 0631 de 2015, debido a que en ella se considera el limite permisible de **0,002mg/L**.

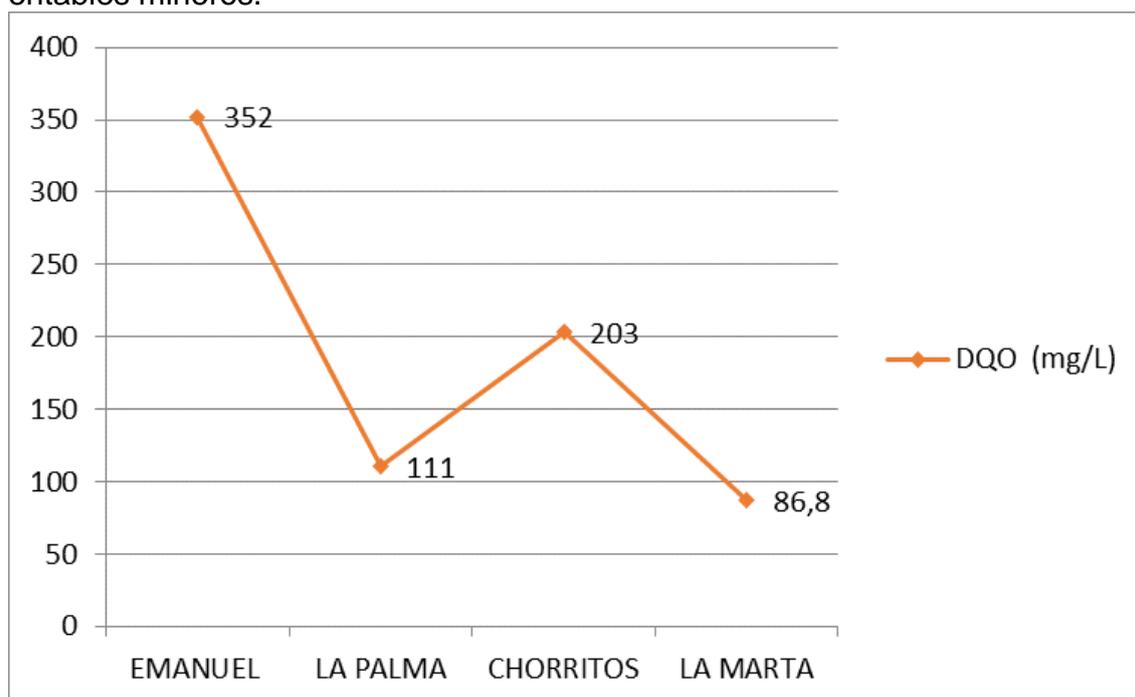
Los vertimientos máximos y mínimos del beneficio de oro de la mina Emanuel superan el nivel permitido por la norma, en 75 y 20 unidades respectivamente; de forma mucho mayor son superados estos niveles en los vertimientos de la mina la Palma, debido que el valor mínimo registrado supera en 315 unidades las especificaciones normativas. En la mina ChorrITOS los valores son

evidentemente altos y ninguna de las muestras analizadas manifiesta un valor por debajo de la norma.

Contrario a la situación enunciada previamente se encuentra la mina La Marta porque según los dos análisis realizados en muestras de agua de sus vertimientos, el nivel de mercurio es muy bajo; el primer análisis realizado en agosto presenta un nivel estrechamente cercano al 0,002mg/L de referencia y en el análisis realizado en el mes de octubre permite verificar que la presencia de mercurio es relativamente mínima; se presume que esta situación está ligada a el hecho de que en la mina no se trabaja con mercurio desde hace aproximadamente un año, y las pocas trazas de mercurio que se evidencian en las muestras, pueden estar asociadas a residuos presentes en los canales conductor de agua residual o en los mismos barriles donde se realiza el proceso de molienda.

RESULTADOS DE DQO

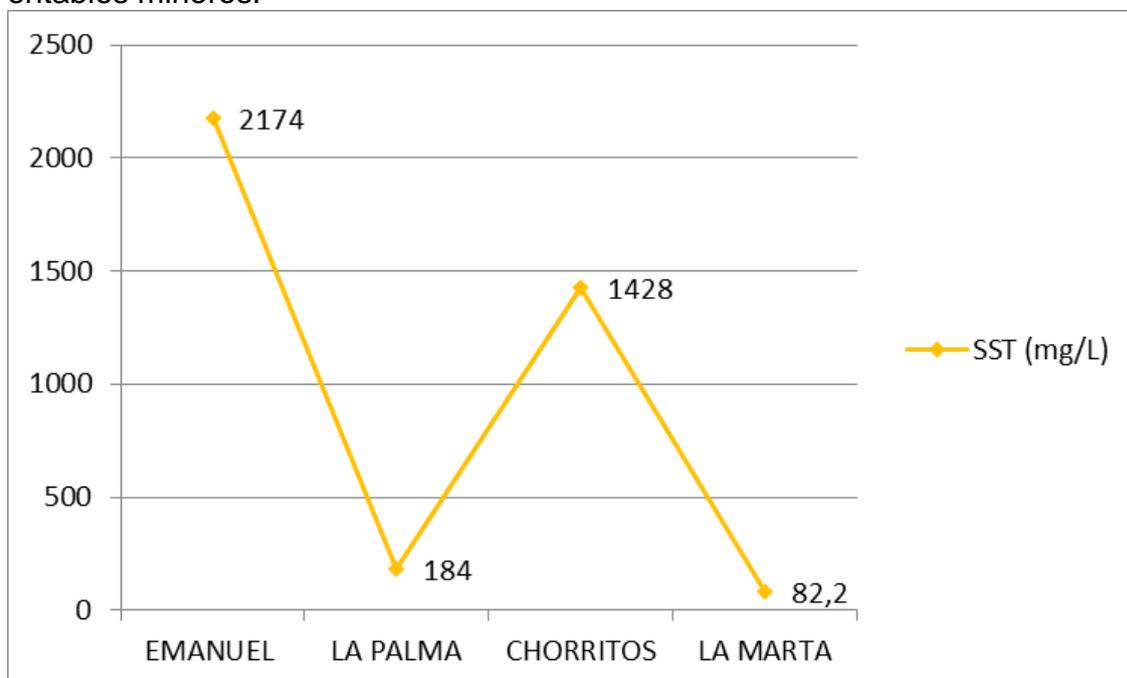
Grafica 6. Nivel de Demanda Química de Oxígeno en vertimientos líquidos de entables mineros.



La cantidad de oxígeno requerida para la oxidación de la materia mineral y orgánica presente en las aguas residuales, producto del beneficio de oro que relaciona la norma es de 150 mg/L. Tanto la mina La Palma como la mina La Marta, presentan valores de DQO considerablemente buenos debido a que están por debajo del máximo permisible. Caso contrario a lo evidenciado en las minas Chorrillos y Emanuel que están por encima en 53 y 202 unidades respectivamente de DQO, situación que representa un desviación estándar del 35,33 % para la mina Chorrillos y de 134,7% para los vertimientos de la mina Emanuel.

RESULTADOS DE SST

Grafica 7. Solidos Suspendidos Totales presentes en vertimientos líquidos de entables mineros.



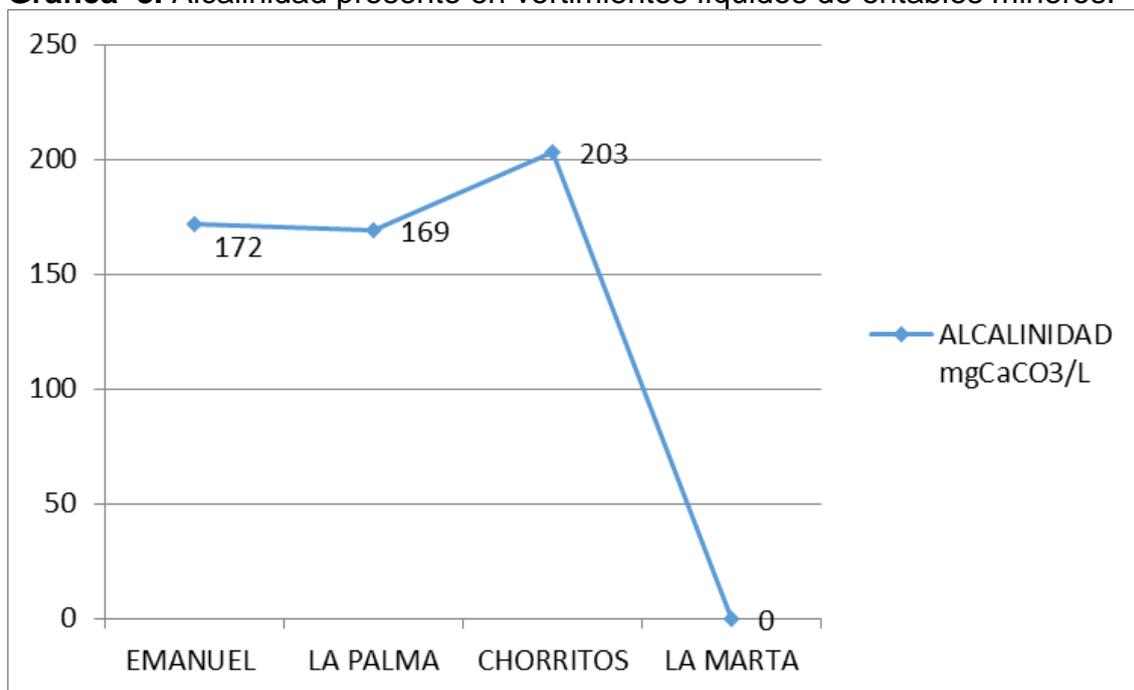
Tal como lo muestra la grafica cada uno de los entables analizados se presentan vertimientos de agua residual con diferentes valores de presencia de solidos suspendidos, los cuales son provenientes de la roca que se extrae del subsuelo y que al atravesar diferentes procesos libera particulas de diferentes tamaño. Estos solidos generan un aporte negativo a la calidad del vertimiento liquido en cada mina, debido a que no solo afectan su aspecto visual por el aumento de la turbidez, sino que además estas particulas tienen la capacidad para albergar en su estructura otros contaminantes como metales pesados.

La resolución 0631 de 2015 estipula que para la extracción de oro y otros metales preciosos, el nivel máximo permisible de Solidos Suspendidos Totales es de 50,00 mg/L; este valor es claramente superado por los niveles encontrados en los vertimientos líquidos de las minas objeto de investigación. A pesar de que la mina La Marta es la que presenta el valor más bajo con un dato de 82,2 mg/L, este supera el de la norma en 32,2 unidades que representan una desviación del punto de referencia del 64,4%.

La mina Emanuel al ser la que presenta mayor cantidad de SST, supera drásticamente la normatividad vigente con 2124 unidades por encima del valor permitido.

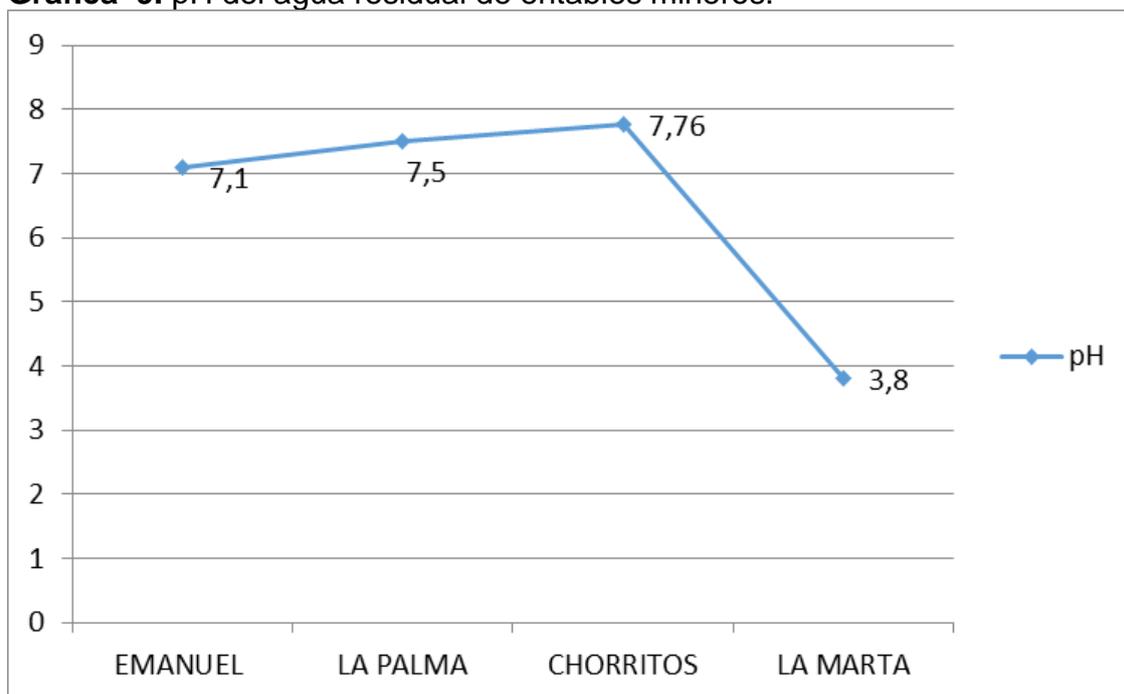
RESULTADOS DE ALCALINIDAD

Grafica 8. Alcalinidad presente en vertimientos líquidos de entables mineros.



RESULTADOS DE pH

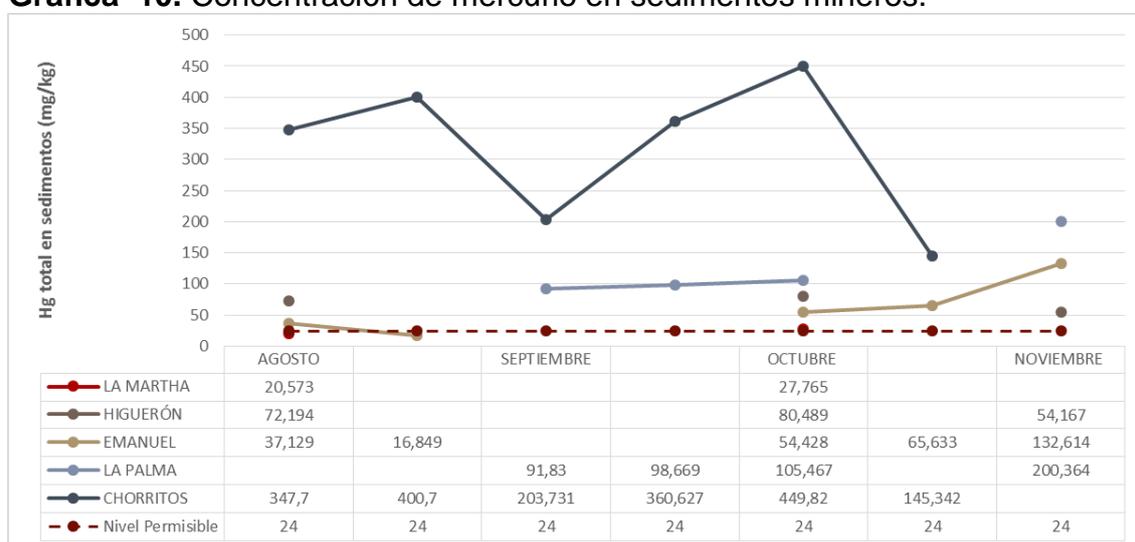
Grafica 9. pH del agua residual de entables mineros.



Parámetros como la alcalinidad y el pH guardan una relación muy cercana, debido a que la alcalinidad se entiende como la capacidad que tiene un agua para reaccionar con un ácido; es decir que la relación entre pH y alcalinidad es directamente proporcional. A partir de ello se puede inferir que con las últimas dos graficas se muestra como la mina Chorritos es la que presenta mayor pH y de igual forma mayor alcalinidad. Sin embargo la mina La Marta es la que presenta menor pH en un rango ácido, lo que implica que la alcalinidad tome valor de cero. Las unidades de pH que establece la resolución 0631 de 2015 se encuentran en un rango de 6,00-9,00, por tanto los entables Emanuel, La Palma y Chorritos presentan valores actos de esta parámetro; el desbalance lo posee la mina La Marta que se encuentra con un nivel de pH muy bajo es decir ácido.

RESULTADOS DE SEDIMENTOS

Grafica 10. Concentración de mercurio en sedimentos mineros.



Al considerar que en la actualidad no existe una norma que reglamente los niveles máximos permisibles de mercurio en suelo para Colombia, se hace necesario basarse en una norma internacional y para ello se utilizó el DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM, con el que se reglamenta y se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Suelo en Perú; en este decreto se considera como nivel máximo permisible de mercurio para uso de suelo Comercial/ Industrial/ Extractivos, un valor de 24 mg/kg.

Este valor estándar fue superado por niveles encontrados en el sustrato almacenado al fondo del primer estanque de la mina Emanuel elaborado en paredes de concreto (37.129 mg/kg), que recibe toda el agua producto del beneficio a la cual no se le realiza ningún pre tratamiento y contiene solidos como arenas y arcillas, que se sedimentan en el fondo. La grafica también manifiesta que las muestras de sustrato tomadas en la mina Chorritos arrojaron concentraciones que superan el valor estándar, al ser hasta 17 veces mayor que lo estipulado en la ECA.

A pesar de que según lo expresado por el propietario la mina El Higuierón no se encuentra en funcionamiento desde hace más de un año, el nivel de mercurio en sustratos del entable supera el valor de referencia, situación que indica que las concentraciones utilizadas en el proceso de beneficio en el momento en que la mina se encontraba en funcionamiento eran altas, debido a que el mercurio encontrado fue dos veces mayor a los 24mg/kg que menciona la ECA; de igual forma los sustratos de la mina La Palma, superan los niveles permitidos en el DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM.

La mina Chorritos supera de una forma muy considerable los niveles de mercurio presente en el sedimento de los otros entables mineros. Su pico más alto con un valor de 449,82 es 78 veces más alto que el nivel estándar, lo que implica la necesidad de reducir la dosis de mercurio utilizada en el proceso de beneficio de oro.

4.8 Determinación del grado de afectación ambiental y determinación de la importancia ambiental

Tabla 7. Grado de afectación ambiental entable Emanuel

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación
INTENSIDAD (IN)	4	Afectación comprendida entre el 34 y 66%	El nivel máximo permisible de mercurio en sustrato es de 24mg/kg, valor superado en 13 unidades por el resultado de la muestra tomada en el sitio de interés, por tanto la desviación estándar se encuentra en un rango entre 34 y 66%.
EXTENSIÓN (EX)	1	Cuando la afectación incide en un área determinada inferior a una ha	Según lo verificado en la visita actual el sitio de influencia es menor a una hectárea
PERSISTENCIA (PE)	3	Entre seis (6) meses y cinco (5) años	Si las actividades cesaran, el medio retomaría sus condiciones iniciales en un tiempo no superior a cinco (5) años, si por el contrario las actividades continúan, el propietario del predio beneficiaría al medio con la solicitud e implementación de los permisos ambientales.
REVERSIBILIDAD (RV)	3	La alteración puede ser asimilada por entorno de forma medible en un periodo entre 1 y 10 años.	El que la situación ambiental mejore depende de que el propietario del establecimiento inicie los trámites de legalización en donde se le obligue a la implementación de un sistema de tratamiento en un tiempo inferior a un año, además de la minimización en el uso de sustancias químicas en

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación
			el proceso.
RECUPERABILIDAD (MC)	3	Se logra en un plazo comprendido entre 6 meses y 5 años.	Una vez se deje de actuar sobre el recurso y se desarrollaron las medidas ya instauradas por la corporación así como la tareas provistas en los tramites de legalización e implementación, fortalecerá a controlar la afectación ambiental del recurso suelo.

Fuente: resolución 2086 de 2010

$$I = (3*IN) + (2*EX) + PE + RV + MC$$

$$I = (3*4) + (2*1) + 3+3+3=23$$

Tabla 8. Importancia ambiental entable Emanuel

Calificación	Medida Cualitativa	Rango	Valor Calificado
IMPORTANCIA (I) Medida cualitativa del impacto a partir del grado de incidencia de la alteración producida y de sus efectos	Irrelevante	8	
	Leve	9 – 20	
	Moderado	21 – 40	23
	Severo	41 – 60	
	Crítico	61 – 80	

Fuente: resolución 2086 de 2010

Tabla 9. Grado de afectación ambiental entable Chorritos

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación
INTENSIDAD (IN)	4	Afectación comprendida entre el 34 y 66%	Dicha labor no cuenta con los permisos pertinentes para el uso al cual está sometido el recurso
EXTENSIÓN (EX)	1	Cuando la afectación incide en un área determinada inferior a una ha	según lo verificado en la visita actual el sitio de influencia es menor a una hectárea
PERSISTENCIA (PE)	5	La afectación es superior a cinco años	Se daría una afectación significativa si se conoce el grado de intensidad de labores diarias así como el grado y volumen de uso del recurso como de descarga del mismo después de su finalización en el mismo proceso
REVERSIBILIDAD (RV)	1	La alteración puede ser asimilada por	El que la situación ambiental mejore depende de que el propietario del

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación
		entorno de forma medible en un periodo inferior de un año	establecimiento inicie los trámites de legalización en donde se le obligue a la implementación de un sistema de tratamiento en un tiempo inferior a un año así como equipos de medición para el pozo y definir áreas de seguridad del mismo el cual permita en dicho lugar tener una estabilidad a la situación ambiental presentada
RECUPERABILIDAD (MC)	1	Se logra en un plazo inferior a seis meses	Una vez se deje de actuar sobre el recurso y se desarrollaron las medidas ya instauradas por la corporación así como la tareas provistas en los tramites de legalización e implementación , fortalecerá a controlar la afectación ambiental del recurso hídrico

Fuente: resolución 2086 de 2010

$$I = (3*IN) + (2*EX) + PE + RV + MC$$

$$I = (3*4) + (2*1) + 5 + 1 + 1 = 21$$

Tabla 10. Importancia ambiental entable Chorritos

Calificación	Medida Cualitativa	Rango	Valor Calificado
IMPORTANCIA (I) Medida cualitativa del impacto a partir del grado de incidencia de la alteración producida y de sus efectos.	Irrelevante	8	
	Leve	9 – 20	
	Moderado	21 – 40	21
	Severo	41 – 60	
	Crítico	61 – 80	

Fuente: resolución 2086 de 2010

Tabla 11. Grado de afectación ambiental entable La Marta

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación

INTENSIDAD (IN)	4	Afectación comprendida entre el Entre 34% y 66%	Se evidencian las siguientes afectaciones, hundimiento del suelo, pérdida de la cobertura vegetal, grietas en zonas superficiales, pérdida de la escorrentía de aguas superficiales a consecuencia de las grietas superficiales y contaminación de mercurio en suelo por vertimientos.
EXTENSIÓN (EX)	1	Cuando la afectación incide en un área determinada inferior a una Ha.	La afectación generada por el entable se encuentra en un área inferior a una hectárea.
PERSISTENCIA (PE)	1	Cuando la afectación no es permanente en el tiempo, se establece un plazo de manifestó inferior a seis (6) meses.	Se daría una afectación significativa si se conoce el grado de intensidad de labores diarias así como el grado y volumen de uso del recurso como de descarga del mismo después de su finalización en el mismo proceso.
REVERSIBILIDAD (RV)	1	La alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible en mediano plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica. es decir entre uno(1) y diez(10) años.	Si se deja de actuar sobre el suelo este se podría recuperar con proceso de manejo ambiental, como son reforestación, rehabilitación del paisaje y repoblación forestal. En el lugar se presenta una reversibilidad natural más rápida y de mayor impacto positivo.
RECUPERABILIDAD (MC)	1	La afectación puede eliminarse por la acción humana, al establecerse las oportunas medidas correctivas, y así mismo, aquel en el que la alteración que sucede puede ser compensable en un periodo inferior a 1 año.	Una vez se deje actuar sobre el suelo y se desarrollen las medidas de mitigación y compensación apropiadas se podría recuperar en gran medida la composición y estructura del suelo.

Fuente: resolución 2086 de 2010

$$\text{Importancia} = (3 \cdot \text{IN}) + (2 \cdot \text{EX}) + \text{PE} + \text{RV} + \text{MC}$$

$$\text{Importancia} = (3 \cdot 4) + (2 \cdot 1) + 1 + 1 + 1 = 17$$

Tabla 12. Importancia ambiental entable La Marta

Calificación	Medida Cualitativa	Rango	Valor Calificado
IMPORTANCIA (I) Medida cualitativa del impacto a partir del grado de incidencia de la alteración producida y de sus efectos.	Irrelevante	8	
	Leve	9 – 20	17
	Moderado	21 – 40	
	Severo	41 – 60	
	Crítico	61 – 80	

Fuente: resolución 2086 de 2010

Tabla 13. Grado de afectación ambiental entable El Higuerón

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación
INTENSIDAD (IN)	12	Afectación superior al 100%	El nivel máximo permisible de mercurio en sustrato es de 24mg/kg, valor superado en 200 unidades por el resultado de la muestra tomada en el sitio de interés, por tanto la desviación estándar se encuentra en un rango superior al 100%.
EXTENSIÓN (EX)	1	Cuando la afectación incide en un área determinada inferior a una ha	Según lo verificado en la visita actual el sitio de influencia es menor a una hectárea
PERSISTENCIA (PE)	3	Entre seis (6) meses y cinco (5) años	Si las actividades cesaran, el medio retomaría sus condiciones iniciales en un tiempo no superior a cinco (5) años, si por el contrario las actividades continúan, el propietario del predio beneficiaría al medio con la solicitud e implementación de los permisos ambientales.
REVERSIBILIDAD (RV)	1	La alteración puede ser asimilada por entorno de forma medible en un periodo inferior de un año	El que la situación ambiental mejore depende de que el propietario del establecimiento inicie los trámites de legalización en donde se le obligue a la implementación de un sistema de tratamiento en un tiempo inferior a un año así como equipos de medición para el pozo y definir áreas de seguridad del mismo el cual permita en dicho lugar tener una estabilidad a la situación ambiental presentada
RECUPERABILIDAD (MC)	3	Se logra en un plazo entre 6 meses y 5 años	Una vez se deje de actuar sobre el recurso y se desarrollaron las medidas ya instauradas por la corporación así como la tareas provistas en los tramites de legalización e implementación, fortalecerá a controlar la afectación

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación
			ambiental del recurso suelo.

Fuente: resolución 2086 de 2010

$$I = (3 \cdot IN) + (2 \cdot EX) + PE + RV + MC$$

$$I = (3 \cdot 12) + (2 \cdot 1) + 3 + 1 + 3 = 45$$

Tabla 14. Importancia ambiental entable El Higuierón

Calificación	Medida Cualitativa	Rango	Valor Calificado
IMPORTANCIA (I) Medida cualitativa del impacto a partir del grado de incidencia de la alteración producida y de sus efectos.	Irrelevante	8	
	Leve	9 – 20	
	Moderado	21 – 40	
	Severo	41 – 60	45
	Crítico	61 – 80	

Fuente: resolución 2086 de 2010

Tabla 15. Grado de afectación ambiental entable La Palma

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación
INTENSIDAD (IN)	12	Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma igual o superior o al 100%.	El nivel máximo permisible de mercurio en sustrato es de 24mg/kg, valor que fue superado en el resultado de la muestra tomada en el sitio de interés, por tanto la desviación estándar se encuentra en un rango superior al 100%.
EXTENSIÓN (EX)	4	Cuando la afectación incide en un área determinada entre una (1) hectárea y cinco (5) hectáreas.	Según lo verificado en la visita actual el sitio de influencia es superior a una hectárea
PERSISTENCIA (PE)	3	Cuando la afectación no es permanente en el tiempo, se establece un plazo temporal de manifestación entre seis (6) meses y cinco (5) años. 3	Si las actividades cesaran, el medio retomaría sus condiciones iniciales en un tiempo no superior a cinco (5) años, si por el contrario las actividades continúan, el propietario del predio beneficiaría al medio con la implementación de tratamientos para el agua residual saliente del entable y lecho de secado para el caso de los lodos solicitud e implementación de los permisos ambientales propios de dicha

Atributos	Ponderación	Calificación según ponderación	Descripción de la Calificación
			actividad.
REVERSIBILIDAD (RV)	3	La alteración puede ser asimilada por entorno de forma medible en un periodo entre 1 y 10 años.	El que la situación ambiental mejore depende de que el propietario del establecimiento inicie los trámites de legalización en donde se le obligue a la implementación de un sistema de tratamiento en un tiempo inferior a un año, además de la minimización en el uso de sustancias químicas en el proceso.
RECUPERABILIDAD (MC)	1	Se logra en un plazo menor a 6 meses.	Una vez se deje de actuar sobre el recurso y se desarrollaron las medidas ya instauradas por la corporación así como la tareas provistas en los tramites de legalización e implementación, fortalecerá a controlar la afectación ambiental del recurso suelo.

Fuente: resolución 2086 de 2010

$$I = (3*IN) + (2*EX) + PE + RV + MC$$

$$I = (3*12) + (2*4) + 3+3+1= 51$$

Tabla 16. Importancia ambiental entable La Palma

Calificación	Medida Cualitativa	Rango	Valor Calificado
IMPORTANCIA (I) Medida cualitativa del impacto a partir del grado de incidencia de la alteración producida y de sus efectos	Irrelevante	8	
	Leve	9 – 20	
	Moderado	21 – 40	
	Severo	41 – 60	51
	Crítico	61 – 80	

Fuente: resolución 2086 de 2010

De acuerdo con el cálculo realizado para la determinación del grado de afectación ambiental y la importancia de la misma, es notorio que los entables donde se presenta mayor afectación a los recursos naturales son La Palma e Higuerón, debido a que la importancia fue de nivel severo.

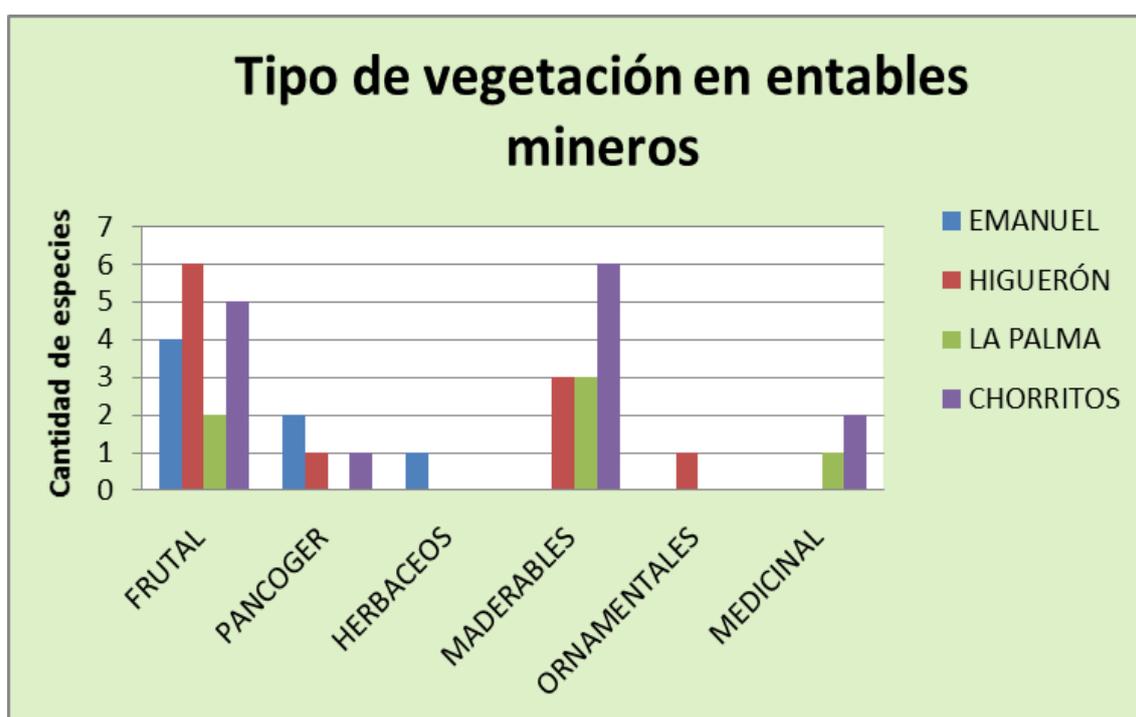
La mina Higuerón a pesar de no estar en funcionamiento desde hace más de un año, presentó altas concentraciones de mercurio en los sedimentos aledaños a la zona de beneficio; Esto quiere indicar que la dosis utilizada en el proceso era considerablemente alta, además de que por las propiedades físicas y químicas del metal, este sufrió un proceso de bioacumulación en la zona donde se realizaban los vertimientos.

La Palma presento altos índices de mercurio tanto en agua como en sedimentos, porque además de no poseer un sistema de tratamiento para los residuos sólidos y líquidos, existe un consumo considerablemente alto de la sustancia química e igualmente el caudal de vertimiento no es almacenado en su totalidad, razón por la cual una buena parte del mismo recorre parte del predio deteriorando la calidad de los recursos naturales.

4.9 Inventario forestal

Se realizó el inventario forestal en cuatro de los cinco entables objetos de investigación debido a que en la mina La Marta, la importancia de su realización era mínima porque la concentración de mercurio evidenciada no ameritaba gran preocupación, por presunta bioacumulación del metal en las especies de fauna. El formato utilizado para el inventario forestal se encuentra ubicado en los anexos 2, 3, 4, 5.

Grafica 11. Vegetación más representativa en predios mineros.



De acuerdo con la información suministrada por la anterior grafica se puede evidenciar que existe una alta exposición de diferentes especies de flora a concentraciones de mercurio, debido a que en todos los entables se evidenció la presencia de árboles y plantas, de las cuales una alta proporción eran especies utilizadas para el consumo humano y de los animales que tienen incidencia en el lugar. En todos los entables se encuentran especie frutales principalmente Aguacate, Guamo, Guayabo, Mango, entre otras.

En el suelo de las minas monitoreadas se evidencia la presencia de escorrentía superficial de agua residual producto del beneficio de oro, la cual hace parte del

reboce que se genera en las excavaciones en tierra que no cuentan con la capacidad de almacenamiento. Se presume que al infiltrarse el agua residual en suelo gran parte es absorbida por las especies vegetales presentes en el área de influencia.

Al tener en cuenta lo dicho previamente y además al saber que tanto el mercurio, como sus sales orgánicas e inorgánicas se caracterizan por poseer un alto nivel de toxicidad y son venenos protoplásmicos, es decir que afectan el interior de las células en concentraciones altas y exposición prolongada, esta situación representa un riesgo a la salud humana y por tanto no es aconsejable que se utilice el suelo de estas minas, para la siembra de frutales o de cultivos de pancoger, hasta tanto se implementen algunas medidas de restauración del recurso afectado.

4.10 Matriz de aspectos e impactos ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales ocasionados por la actividad minera desarrollada en los municipios de Rosas y La Sierra, a partir de los entables monitoreados durante el periodo de investigación, se tuvieron en cuenta cada una de las etapas comprendidas en el desarrollo de la explotación de oro; de igual forma se consideraron las actividades que conllevan a el beneficio del preciado mineral, las condiciones de los entables verificadas en el trabajo de campo, así como los recursos naturales mayormente vulnerados.

ETAPA	ACTIVIDAD	CONDICIÓN OPERACIÓN Normal = Rutinaria Anormal = No Rutinaria Emergencia	ASPECTO	IMPACTO	PERSONAS EXPUESTAS
Adecuación del terreno	Descapote y movimiento de tierra	No Rutinaria	Pérdida de la cobertura vegetal	Cambio en las propiedades físicas del suelo	0
				Degradación de la fauna y flora propia del suelo	0
				Alteración de la calidad visual del paisaje	0
	Construcción de vías de acceso	No Rutinaria	Pérdida de la cobertura vegetal	Migración de especies	0
	Construcción del entable	No Rutinaria	Remoción del suelo	Pérdida de la diversidad biológica de suelo	0
Generación de Residuos Sólidos (Material de Construcción)			Contaminación de suelo	0	
Extracción del material	Apertura de bocaminas	Rutinaria	Remoción del subsuelo	Pérdida de la estabilidad y protección al horizonte A	0
				Pérdida de hábitats apropiadas para la micro flora y micro fauna subterránea	0
				Cambio en la dinámica de las corrientes hídricas subterráneas	0

	Transporte del material hasta el área de beneficio	Rutinaria	Generación de material particulado	Contaminación atmosférica	Operarios
Beneficio de oro	Trituración	Rutinaria	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Operarios
			Generación de agua residual	Contaminación de fuentes hídricas	0
	Molienda	Rutinaria	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Operarios
			Generación de agua residual (con mercurio)	Contaminación de fuentes hídricas	0
	Amalgamación	Rutinaria	Generación de agua residual (con mercurio)	Contaminación de fuentes hídricas y suelo	0
		Rutinaria	Generación de material estéril	Contaminación del suelo y fuentes hídricas	0
	Fundición	Rutinaria	Generación de vapores (metil mercurio)	Alteraciones a la salud humana	Operarios y población expuesta
				Contaminación atmosférica	0
Disposición de residuos mineros	Disposición de aguas residuales	Rutinaria	Almacenamiento en hoyos en tierra	Contaminación de suelo y fuentes hídricas	0
	Disposición de lodos	Rutinaria	Almacenamiento en áreas del predio minero	Contaminación de suelo y fuentes hídricas	0

Tabla 17. Matriz de impactos ambientales ocasionados por la actividad minera en municipios de La Sierra y Rosas-Cauca.

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la matriz elaborada se puede observar que los principales impactos ocasionados por la actividad minera al ambiente radican en los recursos naturales agua y suelo.

Por otro lado el aire se ve intervenido en una actividad y es la fundición del metal, donde es liberado gran parte de mercurio residual al ambiente, ocasionando la alteración de las propiedades químicas de la atmosfera, y además se perjudica la salud de la persona que desarrolle esta actividad, debido a que la exposición continua a este metal pesado ocasiona biocumulación en los tejidos vivos y por consiguiente afectación a la salud.

En otras actividades se generan afectaciones al recurso suelo, debido a que esta intervención antrópica permite la pérdida de la cobertura vegetal induciendo a procesos erosivos y de igual manera a la pérdida de especies propias de la zona, alterando el ciclo biológico.

El recurso agua también se ve afectado, el uso de Mercurio para la amalgamación y el vertimiento directo de estas aguas industriales a las fuentes superficiales sin previo tratamiento alteran las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua, inclusive permitiendo la bioacumulación del metal pesado en la fauna íctica. Además, el lavado del material mineralizado genera lodos, que al no contar con deshidratación y una disposición final adecuada sino su acumulación sobre el suelo, aumentan las concentraciones del Mercurio, convirtiéndolo en un suelo no apto para la siembra de hortalizas.

Al hablar de impactos sobre el ambiente no solo se mencionan los negativos sino que además se deja un espacio para los impactos benéficos, debido a que la realización de la actividad minera en estos entables, está directamente relacionada con las familias aledañas a estos; por consiguiente se genera empleo que permite una mejor economía en las hogares asociados a la minería, lo que ha garantizado la acogida de esta actividad de extracción y ha permitido la satisfacción de algunas necesidades básicas de los habitantes de la zona.

5 CONCLUSIONES

La identificación de los entables mineros más representativos en los municipios de Rosas y La Sierra departamento del Cauca, permitió determinar la ubicación geográfica de cada uno estos y de igual forma la realización de la toma de muestras de agua y sedimentos producto de las labores allí desarrolladas.

Se pudo medir el caudal de vertimiento de agua residual producto del beneficio de oro en los entables sujetos al estudio, donde se verificó que los colectores que se encuentran contruidos con el fin de albergar este residuo líquido, no poseen la capacidad suficiente para almacenarlo; debido a ello se presentan derramamientos de agua residual al suelo, situación que representa un grave riesgo de contaminación.

En los cinco entables analizados no se evidencia la utilización de cianuro como sustancia que permita la liberación de oro, es por ello que los análisis estuvieron enfocados en los niveles de mercurio presente en los vertimientos líquidos y en los sedimentos.

Tal como se demuestra en los anexos 6, 7, 8, y 9, los niveles de cianuro encontrados están por debajo de las concentraciones estipuladas en la **Resolución 631 de 2015**, por ende no fue necesario realizar recomendaciones acerca del control de esta sustancia química.

Respecto a los Permisos Ambientales con que deben contar los entables donde se realiza la explotación y beneficio de minerales, ninguna de las minas inmersas en el proyecto de investigación cuentan con autorizaciones tales como Permiso de Vertimientos, Permiso de Concesión de Aguas Subterráneas o Superficiales, y Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos.

La **Resolución 631 de 2015** por medio del cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones, estipula que el valor máximo permisible de mercurio en actividades mineras es de 0,002mg/L, valor superado por los vertimientos generados en los entables inmersos en la investigación situación que señala una contaminación al recurso hídrico, exceptuando la mina La Marta que presenta un valor inicial menor al señalado por la resolución, razón por la que se le otorga un grado de afectación ambiental LEVE.

Debido a los análisis del laboratorio de la Corporación Autónoma Regional del Cauca, y lo evidenciado en las visitas técnicas realizadas a la mina El Higuierón la importancia que se le otorga a los impactos ambientales generados por la actividad desarrollada en este estable es SEVERO específicamente en el recurso suelo, y esto se asumió debido a que a pesar que hace más de un año habían cesado actividades de extracción y beneficio oro, los niveles de mercurio registrados son altamente significativos.

A partir de las visitas técnicas realizadas a la mina Emmanuel, ubicada en la Vereda Frontino Alto del Municipio de la Sierra – Cauca, propiedad del Señor

Ferley Palechor, se consideró un grado de afectación ambiental MODERADO debido a la actividad de extracción y beneficio de oro, al considerarse además que los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de agua y sustrato para Mercurio, dieron por encima de los valores máximos permitidos por la norma; sin embargo la actividad minera desarrollada en el predio no es considerada de gran escala, y los recursos naturales que se ven comprometidos puede llegar a recuperarse en un término medio, si el propietario adelanta las medidas necesarias para la legalización de su actividad.

Las actividades realizadas en el entable Chorritos generan una afectación sobre el ambiente de carácter MODERADO, al igual que las desarrolladas en la mina La Palma, las cuales generan una afectación catalogada en el mismo rango.

A través de las gráficas de Hg, DQO, SST, pH y Alcalinidad se puede concluir que los vertimientos de las minas cuentan con parámetros físicos y químicos alterados por encima de la norma ambiental vigente, razón por la que representan un foco de contaminación para las fuentes hídricas cercanas y el suelo.

En la actualidad ninguna norma ambiental colombiana estipula las concentraciones máximas admisibles para Mercurio en el suelo, debido a lo anterior y la necesidad de conocer si los niveles de sustrato en los entables se encontraban alterados, se utilizó el DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM, con el que se reglamenta y se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Perú, que dispone un valor límite de 24 (mg/kg) MS. De acuerdo a este valor referente y al trabajo investigativo realizado en minas de los municipios de Rosas y La Sierra, se indica que los niveles de mercurio en sustrato están muy por encima y por tanto la afectación en el recurso suelo y a su diversidad biológica es muy notoria.

Por el momento no es aconsejable que se utilice el suelo aledaño a los entables mineros para la siembra de cultivos como de café, o plantas de pequeño tamaño, debido a que tanto el mercurio como sus sales orgánicas e inorgánicas se caracterizan por poseer un alto nivel de toxicidad y son venenos protoplásmicos, es decir que afectan el interior de las células, por lo tanto en concentraciones altas y exposición prolongada son fatales para humanos, animales y plantas.

Debido al deseo de la Corporación Autónoma Regional del Cauca de aplicar lo estipulado en la **Ley 1658 de 2013**, por medio de la cual se establecen las disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones, las visitas realizadas a los entables mineros hicieron parte de una de las medidas regulatorias necesarias que permitirán reducir y eliminar de manera segura y sostenible, el uso del mercurio en las diferentes actividades industriales del país, tal como lo estipula el **Artículo 3** de la Ley mencionada con anterioridad.

6 RECOMENDACIONES

Con el fin de mitigar el daño ambiental ocasionado por la actividad minera en los municipios de Rosas y La Sierra se señalan una serie de recomendaciones entre las cuales están algunas alternativas de sustitución de la sustancia química (mercurio) que se utiliza en la actualidad.

Una de las alternativas que se sugieren para la sustitución del mercurio está basada en un producto de innovador denominado **DTS-Gold Max**, este se conoce como un agente lixiviante que según su ficha técnica es de baja toxicidad y contribuye a preservar el medio ambiente; Gold Max puede aplicarse desde la molienda, sin mayor inconveniente, es decir que se sustituiría la dosis de mercurio aplicada en los barriles. Su eficacia y rendimiento está ligada a la estabilidad del compuesto y a su alta tasa de lixiviación, que proporciona una rapidez en el tiempo bastante considerable.

Gold Max presenta un bajo costo de venta y es un producto que puede almacenarse largos periodos de tiempo, sin sufrir efectos de descomposición siempre y cuando esté protegido de la luz solar y la humedad.

La segunda alternativa para replantear el uso del mercurio es la utilización de **Concentradores Gravimétricos**, los cuales son equipos que concentran las partículas pesadas principalmente en minerales provenientes de circuitos de molienda, también en arenas provenientes de depósitos aluviales. Mediante la rotación a gran velocidad se crea una fuerza centrífuga que incrementa el peso relativo de los diferentes minerales, además se emplea presión de agua para producir una competencia de fuerzas, el diseño de los equipos permite que sólo los materiales más pesados sean retenidos en la canastilla de concentración, por ejemplo el Oro. Estos concentradores poseen diferentes precios en el mercado y esto depende principalmente de su capacidad de procesamiento de minerales, su valor comercial se encuentra entre 18.000.000 - 60.000.000 de pesos.

Otra medida que se debe acoger con el fin de poseer un mayor control del uso del agua, demás recursos naturales, así como los parámetros fisicoquímicos de los vertimientos de agua residual producto del beneficio de oro, es el iniciar los trámites de legalización de los permisos ambientales de ley que estipula la Corporación Autónoma Regional del Cauca.

De igual forma se sugiere la realización de un estudio mineralógico del suelo para identificar las propiedades de este, con el fin de conocer cuales con las propiedades de suelo utilizado para el beneficio. A partir de este estudio se pueden identificar otros minerales de gran valor que pueden ser comercializados.

Se debe realizar un rediseño de los tanques de almacenamiento de agua residual que cuenten con la capacidad para albergar los vertimientos líquidos. De igual forma se hace necesaria la implementación de un sistema de tratamiento de agua residual y de los lodos generados por la sedimentación de los sólidos suspendidos totales.

Inicialmente se pueden utilizar coagulantes naturales o químicos que permitan la formación de flocs, a partir de las partículas presentes en el agua residual, lo que conllevará a la obtención de un vertimiento mayor clarificado, y por ende con una menor DQO en el agua.

Para este vertimiento final se sugiere un tratamiento posterior mediante la utilización de un humedal de flujo subsuperficial, en donde estarán incorporadas micrófitas que tengan un alto poder de remoción de contaminantes físicos y químicos, además de una elevada eficiencia de absorción de metales pesados; una de estas especies de micrófitas recomendadas es la *Heliconia psittacorum L.f.*

Como mecanismo de reducción de la contaminación que puede ocasionar la disposición inadecuada de los lodos provenientes por la sedimentación de los sólidos suspendidos, se sugiere la adecuación de un lecho de secado el cual es un complemento de los sistemas de tratamiento, que permite la depuración de los lodos generados en las actividades industriales.

Con relación a lo observado en los taludes externos e internos de las bocaminas se sugiere la estabilización de estos con el fin de evitar la erosión de los suelos; para ello se recomienda la utilización de sacos rellenos de arena y reforzarlos con madera.

Se recomienda la iluminación de todas las bocaminas solo en el momento que se realizase la extracción del material, con el fin de evitar el alto consumo de energía.

Con el fin de evitar accidentes de personas no autorizadas y animales que se encuentran en la zona de influencia se recomienda cerrar la entrada de las bocaminas, señalizar cada una de las entradas con letreros que contengan información tales como, prohibido el ingreso a menores de edad y personal no autorizado, y por último enumerar cada una de las bocaminas.

En la extracción del material rocoso se genera acumulación de gases que pueden ser nocivos para la salud de los trabajadores, y de igual forma generan el riesgo de incendios en la parte interna de los socavones; por ello se hace necesario la implementación de un sistema de aireación, el cual se puede elaborar de forma sencilla mediante socavientos, los cuales consisten en una ventilación natural por la presencia de una abertura en la parte superior de la estructura de la bocamina.

Debido a la presencia de acuíferos subterráneos que se encuentran vulnerados en el momento de la realización del socavamiento, es de vital importancia contar con el permiso de concesión de agua subterránea por parte de la Autoridad Ambiental, y de igual forma adecuar un buen sistema de drenaje que permita la evacuación correcta del agua, que puede ser aprovechada en el beneficio del oro, para evitar de esta forma la continua humedad que ocasiona el desprendimiento de taludes internos en las bocaminas.

Esta agua proveniente de los socavones requiere de una red de distribución que permita su adecuado aprovechamiento en la labor minera. De igual forma se sugiere la recirculación del preciado líquido, para minimizar su consumo y evitar la contaminación excesiva del mismo.

Por último, se hace necesario la utilización de elementos de protección personal tales como gafas de seguridad química, guantes de alta resistencia, traje de protección química de cuerpo entero, entre otros, que minimicen el riesgo a afectaciones de salud, por la continua exposición al mercurio.

7 BIBLIOGRAFIA

Alcaldía de La Sierra-Cauca. (s. f.). Alcaldía de La Sierra-Cauca. Recuperado 23 de enero de 2017, a partir de <http://lasierra-cauca.gov.co/información-general.shtml>.

Alcaldía Municipal Rosas-Cauca. (2000). Esquema de Ordenamiento Territorial. Rosas.

Andrea catalina Buenaventura, D. T. (2011). *Historia Doble del Cauca* . Popayan-Cauca .

Archives Portal Europe. (1567). *El gobernador de Popayán sobre diversos asuntos*. España .

Banco de la Republica . (2016). *Estudio Sobre las Minas de Oro y Plata de Colombia-Cauca*. Bogota : Biblioteca Virtual .

Cano, S. E. (2012). Contaminación con mercurio por la actividad minera. *Biomédica*, 32(3), 309-11. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i3.1437>.

Centro Coordinador Convenio Brasilia, Centro Regional Convenio de Estocolmo para America Latina y el Caribe, PNUMA. (2014). *El Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe*. Uruguay : Webinteligente.

Centro de Investigación y Educación Popular CINEP . (2012). *Minería, Conflictos Sociales y Violación de Derechos Humanos en Colombia*. Bogota .

Corporacion Autonoma Regional del Cauca CRC. (2003). *Diagnostico Geologico, Minero, Ambiental, Social, y Economico del Distrito Minero de Fondas El Tambo Cauca*. Popayan.

Corporacion Autonoma Regional del Cauca CRC. (2015). *Actividades de Caracterización Minera, Municipio La Sierra, Convenio GGC-149 de 2015*. Popayan .

Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. (2015). *Formato Perfil Municipal, Actividades de Caracterización Minera, Convenio GGC-149 de 2015*. Popayan .

Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. (2015). *Perfil Municipal Rosas/Zona Macizo, Actividades de Caracterización Minera, Convenio GGC-149 de 2015*. Popayan .

Corporacion Autonoma Regional del Cauca. (s.f.). *Diagnostico del Aspecto Minero en el Municipio de Suarez, Area de influencia corregimientos de Mindala y La Toma*. Popayan .

Corte Constitucional . (2001). *Ley 685-Codigo de Minas* . Bogota-Colombia : Poder Publico-Rama Legislativa .

Diagnostico Distrito Minero de Fondas Tambo.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/mineria/MINERIA%20TAMBO/Diagnostico%20Distrito%20Minero%20de%20Fondas%20Tambo.pdf>

Díaz-Arriaga, F. A. (2014). Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, 16(6), 947-957. <https://doi.org/10.15446/rsap.v16n6.45406>.

El Congreso de Colombia. (2013). *Ley 1658 del 15 de julio de 2013*. Bogota-Colombia.

Estudio de la Cadena del Mercurio en Colombia con Énfasis en la Actividad Minera de Oro – Cadena Mercurio Tomo III.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://www.upme.gov.co/SeccionMineria_sp/cadena_de_mercurio/Cadena_Mercurio_Tomo_III.pdf.

Estudio Fedesarrollo Informe Completo Minería. La Minería en Colombia Informe de Fedesarrollo-2008.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe-de-Fedesarrollo-2008.pdf>.

Fernandez, A. L. (2007). *Metales preciosos: El Oro* . Real Academia de Córdoba, de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes.

Green Facts-Facts on Health and the Environment. (2016). *Mercurio* . Cogeneris sprl. Design.

IDEAM, Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial . (2007). *Instructivo Para la Toma de Muestra de Agua Residual* . Bogota .

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2005). Fichas Internacionales de Seguridad Química. Mercurio.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2012). Manejo de Suelos Técnicas de Toma y Remisión de Muestras de Suelos. Argentina.

International Programme on Chemical Safety, Comision Europea. (2001). *Ficha internacional del Mercurio*. IPCS.CE.

Mahecha Clavijo, Germán. (2006). *Licenciatura en Educación Ambiental y desarrollo Comunitario: Agua*. Santafé de Bogotá : Universidad Santo Tomás.

Recuperado a partir de http://kohareddebibliotecas.culturantioquia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=213991&shelfbrowse_itemnumber=217168.

Mineralización Suarez.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/mineria/Mineria%20Suarez/Mineralización%20Suarez.pdf>.

Minería y Salud Pública: Una mirada desde la evidencia. (s. f.). Recuperado a partir de http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/eventos/2012/cim/documentos/salud_minera.pdf.

Ministerio de Minas y Energía . (2009). *Colombia Minera "Así es la Minería"*. Bogota-Colombia .

Ministerio de Minas y Energía . (2013). *Decreto 0933* . Bogota-D.C: Republica de Colombia .

Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energético – UMPE. (2014). *Contrato Interadministrativo ggc no 191 – 2014. Estudio de la Cadena del Mercurio en Colombia con Énfasis en la Actividad Minera de Oro. tomo 3*. Bogota .

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2002). *Evaluación Mundial sobre el Mercurio* . Ginebra, Suiza .

Solano, V. R. (2012). *Minería sostenible, La minería de oro en Colombia* . Cali: Plantilla Picture Window.

Tesis de Grado Sandra Gómez y Rojas Junio 23.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1614/tesis%20de%20grado%20sandra%20gomez%20y%20rojas%20junio%2023.pdf?sequence=1>

Vicente, R.(1888). *Estudio sobre las minas de oro y plata de Colombia*. Bogota: Imprenta Silvestre.

8 ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta

 <p style="font-size: small;">Corporación Autónoma Regional del Cauca Cauca, Territorio Ambiental para la Paz</p>	ENCUESTA USUARIO O PROPIETARIO DE MINAS. MUNICIPIOS DE ROSAS Y LA SIERRA-CAUCA	 <p style="font-size: small;">CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA</p>
<p>1. Nombre del propietario de la mina _____</p>		
<p>2. Numero de identificación _____</p>		
<p>3. Nombre de la mina _____</p>		
<p>4. Numero de trabajadores a cargo <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p>5. Los trabajadores cuentan con elementos de protección personal (Cascos, Guantes, Gafas, etc.):</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Si <input type="checkbox"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">No <input type="checkbox"/></p>		
<p>5. La mina posee titulo minero :</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Si <input type="checkbox"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">No <input type="checkbox"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Etapa de Legalización <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p>6. Extensión del predio _____</p>		
<p>7. Usted es el propietario del lote</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Si <input type="checkbox"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">No <input type="checkbox"/> Arrendado <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p>8. Que tipo de sustancia química utiliza en su mina:</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Mercurio <input style="width: 30px;" type="text"/> Cianuro <input style="width: 30px;" type="text"/> Ambos <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p>9. Cual es la dosis de sustancia que aplica _____</p>		
<p>10. Combina la sustancia química con algún elemento natural</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Si <input type="checkbox"/> Cual _____</p>		
<p style="padding-left: 20px;">No <input type="checkbox"/></p>		
<p>11. Lugar de almacenamiento de la sustancia (Cianuro o Mercurio):</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Bodega <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Casa <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Al aire libre <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p>12. En su predio hay presencia de algun tipo de rio, quebrada o lago:</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Si <input type="checkbox"/> Nombre _____</p>		
<p style="padding-left: 20px;">No <input type="checkbox"/></p>		
<p>13. Utilizan el agua de la cuenca para:</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Riego <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Labor minera <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Consumo humano <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Consumo animal <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p>14. Poseen algún sistema de recuperación o reutilización del mercurio o cianuro:</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Si <input type="checkbox"/> Cual _____</p>		
<p style="padding-left: 20px;">No <input type="checkbox"/></p>		
<p>15. Lugar de vertimiento de las residuos líquidos producto de la actividad minera:</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Suelo <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Rio <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Quebrada <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Estanque <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p style="padding-left: 20px;">Filtros <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		
<p>16. Posee algún tipo de tratamiento para los vertimientos:</p>		
<p style="padding-left: 20px;">Si <input type="checkbox"/> Cual _____</p>		
<p style="padding-left: 20px;">No <input type="checkbox"/></p>		
<p>Firma de usuario _____</p>		

Anexo 2. Inventario forestal entable Emanuel

Cantidad de arboles	Tipo de árbol	Nombre común	Nombre científico	Familia	Altura promedio del árbol	Diámetro promedio a la altura del pecho	Estado sanitario
6	Frutal	Aguacate	Persea americana Mill	Lauraceae	8 m	0,59 m	Bueno
1	Frutal	Guanábano	Annona muricata	Anonáceas	6 m	0,84 m	Bueno
4	Frutal	Mango	Mangifera indica L	Anacardiaceae	6,4 m	0,64 m	Bueno
12	Frutal	Guamo	Inga heteróptera willd	Fabaceae	10 m	0,67 m	Bueno
–	Pancoger	Cultivo de Banano	Musa acuminata	Musaceae	3,5 m	0,30 m	Bueno
–	Pancoger	Cultivo de Plátano	Musa paradisiaca L	Musaceae	5 m	0,40 m	Bueno
–	Herbaceos	Helecho	Pteridium aquilinum (L.) Kunth	Hipolepidáceas	–	–	Bueno

Anexo 3. Inventario forestal entable Chorritos

Cantidad de arboles	Tipo de árbol	Nombre común	Nombre científico	Familia	Altura promedio	Diámetro promedio a la altura del pecho	Estado sanitario
70	Maderables	Guaduas	Guadua angustifolia	Poaceae	15 m	0,26 m	Bueno
16	Frutal	Aguacate	Persea americana Mill	Lauraceae	10 m	0,75m	Bueno
200	Maderables	Tambor	Schizolobium Parahybum	Caesalpiniaceae	11 m	0,24 m	Bueno
5	Frutal	Guayabo	Psidium guineense	Mirtacéas	6 m	0,58 m	Bueno
200	Maderables	Sangregados	Euphorbiaceae	Croton magdalenensis Müll. Arg.	20 m	0,70 m	Bueno
20	Maderables	Samán	Samanea saman (Willd.) Merrill	Mimosaceae	18 m	1,11 m	Bueno
200	Maderables	Carbonero	Calliandra haematocephala Hassk	Mimosaceae	5 m	0,65 m	Bueno
8	Frutal	Guanábano	Annona muricata	Anonáceas	6 m	0,59 m	Bueno
30	Frutal	Papaya	Carica papaya	Caricáceas	5 m	0,30 m	Bueno
150	Medicinal	Matarratón	Gliricidia sepium (jacq.) Stend	Fabacea	8 m	0,23 m	Bueno
4	Frutal	Guamo	Inga heteróptera willd	Fabaceae	8 m	0,56 m	Bueno
180	Medicinal	Nacadero	Trichanthera gigantea	Acanthaceae	10 m	0,30 m	Bueno
50	Maderables	Guácimo	Guazuma ulmifolia	Malvaceae	13 m	0,76 m	Bueno
15	Pancoger	Plátano	Coffea arábica	Rubiáceas	3,5 m	0,30 m	Bueno

Anexo 4. Inventario forestal entable El Higuerón

Cantidad de arboles	Tipo de árbol	Nombre común	Nombre científico	Familia	Altura promedio	Diámetro promedio a la altura del pecho	Estado sanitario
2	Maderable	Batero	Carapa guianensis Aubl	Meliaceae	8 m	1,16 m	Bueno
8	Frutal	Aguacate	Persea americana Mill	Lauraceae	10 m	0,86 m	Bueno
3	Frutal	Limón Mandarino	Citrus Aurantifolia	Rutaceae	7 m	0,86 m	Bueno
4	Frutal	Mango	Mangifera indica L	Anacardiaceae	10 m	0,83 m	Bueno
2	Maderable	Tambores	Schizolobium Parahybum	Caesalpiniaceae	11 m	0,24 m	Bueno
6	Frutal	Guayaba	Psidium guineense	mirtáceas	6 m	0,30 m	Bueno
20	Frutal	Naranjos	Citrus x sinensis	Rutaceae	7 m	0,51 m	Bueno
1	Maderable	Cachimbo	Erythrina poeppigiana	Fabaceae	12 m	0,67 m	Bueno
50	Frutal	Guamo	Inga heteróptera willd	Fabaceae	8 m	0,56 m	Bueno
2	Ornamental	Sietecueros	Tibouchina lepidota	Melastomataceae	12 m	0,80 m	Bueno
–	Pancoger	Cultivo de Café	Coffea arábica	Rubiáceas	3,5 m	0,30 m	Bueno

Anexo 5. Inventario forestal entable La Palma

Cantidad de arboles	Tipo de árbol	Nombre común	Nombre científico	Familia	Altura promedio	Diámetro promedio a la altura del pecho	Estado sanitario
1	Frutal	Aguacate	Persea americana Mill	Lauraceae	10 m	0,75m	Deteriorado
1	Maderable	Tambor	Schizolobium Parahybum	Caesalpiniaceae	9 m	0,82 m	Bueno
5	Frutal	Guayabo	Psidium guineense	Mirtacéas	7 m	0,60 m	Bueno
3	Maderable	Sangregados	Euphorbiaceae	Croton magdalenensis Müll. Arg.	16 m	0,46 m	Bueno
2	Maderable	Samán	Samanea saman (Willd.) Merrill	Mimosaceae	20 m	1,43 m	Bueno
4	Medicinal	Nacedero	Trichanthera gigantea	Acanthaceae	10 m	0,50 m	Bueno

Anexo 6. Reporte de resultados laboratorio CRC, mes de Agosto.

	Reporte N° 260 CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	Código: FT-PDPA-LA027 Fecha: 13/02/2013 Versión: 3 Página 1 de 1
--	---	---

Fecha: Agosto 23 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 186
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: La Sierra	Fecha de Recepción: Agosto 17 de 2016.
	Fecha de Análisis: Agosto 17 a agosto 22.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	N/A
Lugar de muestreo	La Sierra, Mina Chorritos
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
0636	Muestra 1
0637	Muestra 2
0638	Muestra 3
0639	Muestra 4

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados			
			0636	0637	0638	0639
Cianuro	SM4500-CN E, modifi	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Mercurio	SM 3112 B	µg/L	30.9	23.6	110	37.5

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas. -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
Responsable Laboratorio Ambiental

Carraera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 042 8203231
 Línea verde: 018000032655
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245602



Reporte N° 291

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	Código: FT-PDPA-LA027
		Fecha: 13/02/2013
		Versión: 3
		Página 1 de 1

Fecha: Septiembre 6 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 205
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: La Sierra, Rosas	Fecha de Recepción: Agosto 25 de 2016.
	Fecha de Análisis: Agosto 24 a septiembre 5.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	N/A
Lugar de Muestreo	Minas Emanuel y la Marta
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
0706	Mina Emanuel 8:55 simple agua
0707	Mina Emanuel 9:20 puntual
0708	Finca La Marta

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados		
			0706	0707	0708
Cianuro	SM4500-CN E, modifi	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Mercurio	SM 3112 B	µg/L	3.10	10.9	1.89

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas. -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
Responsable Laboratorio Ambiental

Camera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea verde: 018000032655
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245602



Reporte N° 292

	<p>CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL</p> <p>REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE SEDIMENTOS</p>	Código: FT-PDPA-LA027
		<p>Fecha: 13/02/2013 Versión: 3 Página 1 de 1</p>

Fecha: Septiembre 6 de 2016.

<p>Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental Dirección: Carrera 7 N° 1N-28</p>	<p>Teléfono: 8203232</p>	<p>Solicitud N°: 205</p>
<p>Municipio de muestreo: La Sierra, Rosas</p>	<p>Fecha de Recepción: Agosto 25 de 2016. Fecha de Análisis: Agosto 24 a septiembre 5.</p>	

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	N/A
Lugar de Muestreo	Minas Emanuel y la Marta
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
0709	Mina Emanuel 8:52
0710	Mina Emanuel 9:20
0711	Finca La Marta 12:55
0712	Finca Higuérón

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados			
			0709	0710	0711	0712
Mercurio	SM 3112 B; 7471B EPA	µg/Kg	37129	16849	20573	72194

Observaciones:

- Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.
- Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea verde: 018000032655
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245602



Reporte N° 260

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL	Código: FT-PDPA-LA027
		Fecha: 13/02/2013
		Versión: 3
		Página 1 de 1

Fecha: Agosto 23 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 186
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: La Sierra	Fecha de Recepción: Agosto 17 de 2016.
	Fecha de Análisis: Agosto 17 a agosto 22.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	N/A
Lugar de muestreo	La Sierra, Mina Chorritos
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
0640	Muestra 1
0641	Muestra 2

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados	
			0640	041
Mercurio	SM 3112 B; 7471B EPA	mg/Kg	347.7	400.7

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas. -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea vncr: 018000032655
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245602



Anexo 7. Reporte de resultados laboratorio CRC, mes de Septiembre.

Reporte N° 377		Código: FT-PDPA-LA027
	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL	Fecha: 13/02/2013
	REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE SEDIMENTOS	Versión: 3 Página 1 de 1

Fecha: Octubre 19 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 254
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28 Popayán	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: La Sierra	Fecha de Recepción: Septiembre 29 de 2016.
	Fecha de Análisis: Septiembre 29 a octubre 14.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	N/A
Lugar de Muestreo	Mina Chorrito
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
0884	Mina ilegal
0885	Mina legal
0886	Mina legal, 2° vertimiento
0887	Vertimiento filtro mina ilegal

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados			
			0884	0885	0886	0887
Mercurio	SM 3112 B; 7471B EPA	µg/Kg	91830	203731	360627	98669

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas. -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea verde: 018000932653
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245802



Reporte N° 376

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	Código: FT-PDPA-LA027
		Fecha: 13/02/2013
		Versión: 3
		Página 1 de 1

Fecha: Octubre 19 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 254
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28 Popayán	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: La Sierra	Fecha de Recepción: Septiembre 29 de 2016.
	Fecha de Análisis: Septiembre 29 a octubre 14.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	N/A
Lugar de Muestreo	Mina Chorrito
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
0882	Vertimiento mina Chorrito
0883	Vertimiento mina ilegal Chorrito

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados	
			0882	0883
Cianuro	SM4500-CN E, modificado	mg/L	0.004	< 0.002
Mercurio	SM 3112 B	µg/L	1437	196

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.
 -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Camera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea verde: 018000032655
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245602



Anexo 8. Reporte de resultados laboratorio CRC, mes de Octubre.

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL	Código: FT-PDPA-LA027 Fecha: 13/02/2013 Versión: 3 Página 1 de 1
	REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	

Fecha: Noviembre 16 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232 Solicitud N°: 293
Municipio de muestreo: La Sierra	Fecha de Recepción: Octubre 31 de 2016. Fecha de Análisis: Octubre 31 a noviembre 10.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	No suministrado por el cliente
Fecha de Muestreo	No suministrado por el cliente
Lugar de muestreo	La Sierra
Procedimiento de muestreo	No suministrado por el cliente
Condiciones ambientales	No suministrado por el cliente

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
1006	Quebrada Chorritos
1007	Mina Chorritos
1008	Colector concreto mina La palma
1009	Mina La Palma, Hoyo

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados			
			1006	1007	1008	1009
pH	SM 4500-H B	Unidad	7.80	7.76	7.38	7.50
Conductividad	SM 2510 B	µS/cm.	758	471	1230	1246
Alcalinidad	SM 2320 B	mgCaCO ₃ /L	123	146	79.6	169
DQO	SM5220D, modificado	mg/L	132	203	111	85.9
SST	SM2540D	mg/L	1500	1428	98.0	184
Cianuro	SM4500-CN ⁻ E, modifi	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Mercurio	SM 3112 B	µg/L	164	1045	58.6	41.2

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas. -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.


DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea verde: 018000932653
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245802



Reporte N° 427

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL	Código: FT-PDPA-LA027
	REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	Fecha: 13/02/2013
		Versión: 3
		Página 1 de 1

Fecha: Noviembre 16 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 292
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: Rosas	Fecha de Recepción: Octubre 28 de 2016.
	Fecha de Análisis: Octubre 28 a noviembre 10.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	No suministrado por el cliente
Fecha de Muestreo	No suministrado por el cliente
Lugar de muestreo	Rosas – La Sierra
Procedimiento de muestreo	No suministrado por el cliente
Condiciones ambientales	No suministrado por el cliente

Identificación de la muestra

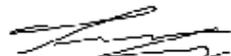
Código Muestra	Sitio de Muestreo
0999	Mina La Martha, Pozo
1001	Mina Emanuel, colector
1002	Mina Emanuel, pozo

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados		
			0999	1001	1002
pH	SM 4500-H B	Unidad	3.80	7.14	7.03
Conductividad	SM 2510 B	µS/cm.	987	504	784
Alcalinidad	SM 2320 B	mgCaCO ₃ /L	< 0.5	131	172
DQO	SM5220D, modificado	mg/L	86.8	352	221
SST	SM2540D	mg/L	82.2	14800	2174
Cianuro	SM4500-CN E, modifi	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Mercurio	SM 3112 B	µg/L	< 0.35	139	12.8

Observaciones:

- Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.
- Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.


DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea verde: 018000032655
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245602



Reporte N° 428

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL	Código: FT-PDPA-LA027 Fecha: 13/02/2013 Versión: 3 Página 1 de 1
	REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE SEDIMENTOS	

Fecha: Noviembre 16 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 292
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: Rosas	Fecha de Recepción: Octubre 28 de 2016. Fecha de Análisis: Octubre 28 a noviembre 10.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	No suministrado por el cliente
Fecha de Muestreo	No suministrado por el cliente
Lugar de muestreo	Rosas – La Sierra
Procedimiento de muestreo	No suministrado por el cliente
Condiciones ambientales	No suministrado por el cliente

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
1000	Mina La Martha
1003	Mina Emanuel, colector
1004	Mina Emanuel
1005	Mina Higuierón

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados			
			1000	1003	1004	1005
Mercurio	SM 3112 B; 7471B EPA	mg/Kg	27765	54428	65633	80489

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas. -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
Responsable Laboratorio Ambiental

Camera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
Fbx: 8203232 fax: 082 - 8203261
Línea verde: 018000932655
www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245802



Reporte N° 430

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE SEDIMENTOS	Código: FT-PDPA-LA027 Fecha: 13/02/2013 Versión: 3 Página 1 de 1
--	--	---

Fecha: Noviembre 17 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 293
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: La Sierra	Fecha de Recepción: Octubre 31 de 2016.
	Fecha de Análisis: Octubre 31 a noviembre 10.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	No suministrado por el cliente
Fecha de Muestreo	No suministrado por el cliente
Lugar de muestreo	La Sierra
Procedimiento de muestreo	No suministrado por el cliente
Condiciones ambientales	No suministrado por el cliente

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
1010	Mina La Palma
1011	Quebrada Chorritos
1012	Mina Chorritos

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados		
			1010	1011	1012
Mercurio	SM 3112 B; 7471B EPA	mg/Kg	105467	145342	449820

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas. -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
Responsable Laboratorio Ambiental

Camera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
Fbx: 8203232 fax: 082 - 8203261
Línea verde: 018000932655
www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245802



Anexo 9. Reporte de resultados laboratorio CRC, mes de Noviembre.

Reporte N° 460		Código: FT-PDPA-LA027
	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL	Fecha: 13/02/2013
	REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA	Versión: 3 Página 1 de 1

Fecha: Noviembre 30 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental	Solicitud N°: 313
Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232
Municipio de muestreo: La Sierra	Fecha de Recepción: Noviembre 15 de 2016.
	Fecha de Análisis: Noviembre 15 a noviembre 25.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	No suministrado por el cliente
Fecha de Muestreo	No suministrado por el cliente
Lugar de muestreo	La Sierra
Procedimiento de muestreo	No suministrado por el cliente
Condiciones ambientales	No suministrado por el cliente

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
1072	Mina La Palma
1074	Mina Emanuel
1076	Mina Emanuel

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados		
			1072	1074	1076
pH	SM 4500-H B	Unidad	7.26	6.46	7.09
Conductividad	SM 2510 B	µS/cm.	1231	574	205
Alcalinidad	SM 2320 B	mgCaCO ₃ /L	33.7	46.9	88.2
DQO	SM5220D, modificado	mg/L	40.4	31.6	142
SST	SM2540D	mg/L	9.7	6.2	2590
Cianuro	SM4500-CN E, modifi	mg/L	0.004	< 0.002	< 0.002
Mercurio	SM 3112 B	µg/L	8.33	2.37	346

Observaciones:

- Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.
- Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea verde: 018000932653
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245802



Reporte N° 459

	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE SEDIMENTOS	Código: FT-PDPA-LA027
		Fecha: 13/02/2013 Versión: 3 Página 1 de 1

Fecha: Diciembre 2 de 2016.

Cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental Dirección: Carrera 7 N° 1N-28	Teléfono: 8203232 Fecha de Recepción: Noviembre 15 de 2016. Fecha de Análisis: Noviembre 15 a noviembre 25.	Solicitud N°: 313
Municipio de muestreo: La Sierra		

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	No suministrado por el cliente
Fecha de Muestreo	No suministrado por el cliente
Lugar de muestreo	La Sierra
Procedimiento de muestreo	No suministrado por el cliente
Condiciones ambientales	No suministrado por el cliente

Identificación de la muestra

Código Muestra	Sitio de Muestreo
1071	Mina La Palma
1073	Mina Emanuel
1075	Mina Higuieron

Resultados laboratorio:

Variable	Método	Unidad	Resultados		
			1071	1073	1075
Mercurio	SM 3112 B; 7471B EPA	µg/Kg	200364	132614	54167

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas. -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Fbx: 8203232 fax: 082 8203231
 Línea verde: 018000032655
 www.crc.gov.co

Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245602



Anexo 10. Registro fotográfico mina Emanuel.



Fotografías No.1
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra,
Cauca.
Observación: toma de muestra de
sedimentos, primer colector.



Fotografías No.2
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra,
Cauca.
Observación: Molienda en barriles



Fotografías No.3
Lugar: Mina Chorritos-La Sierra, Cauca.
Observación: toma muestra de agua,
tercer hoyo en tierra



Fotografías No.4
Lugar: Mina Chorritos-La Sierra,
Cauca.
Observación: toma muestra de
sustrato, tercer hoyo en tierra



Fotografías No.5
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra,
Cauca.
Observación: entrada a socavón
vertical.



Fotografías No.6
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra,
Cauca.
Observación: quebrada el galpón.



Fotografías No.7
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra,
Cauca.
Observación: toma de muestra hoyo en
tierra.



Fotografías No. 8
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra,
Cauca.
Observación: realización de inventario
forestal.



Fotografías No. 9
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra, Cauca.
Observación: toma de muestra de sedimento primer colector.



Fotografías No. 10
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra, Cauca.
Observación: toma de muestra de agua último hoyo en tierra.



Fotografías No. 11
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra, Cauca.
Observación: medición del caudal en el canal de vertimiento



Fotografías No. 12
Lugar: Mina Emmanuel-La Sierra, Cauca.
Observación: limón mandarina.

Anexo 11. Registro fotográfico mina Higuierón



Fotografías No. 13
Lugar: Mina Higuierón-La Sierra,
Cauca.
Observación: hoyo en tierra donde
se depositaba el agua residual.



Fotografías No. 14
Lugar: Mina Higuierón-La Sierra,
Cauca.
Observación: toma de muestra hoyo
en tierra.



Fotografías No. 15
Lugar: Mina Higuierón-La Sierra,
Cauca.
Observación: toma de muestra
hoyo en tierra.



Fotografías No. 16
Lugar: Mina Higuierón-La Sierra,
Cauca.
Observación: toma de muestra hoyo
en tierra.



Fotografías No. 17
Lugar: Mina Higuerón-La Sierra,
Cauca.
Observación: entrada de la
bocamina.



Fotografías No. 18
Lugar: Mina Higuerón-La Sierra,
Cauca.
Observación: entrada de la bocamina.



Fotografías No. 19
Lugar: Mina Higuerón-La Sierra,
Cauca.
Observación: arboles de café para
la siembra en el predio.



Fotografías No. 19
Lugar: Mina Higuerón-La Sierra,
Cauca.
Observación: muestra de lodos.

Anexo 12. Registro fotográfico mina La Palma.



Fotografías No. 20
Lugar: Mina la palma-La Sierra, Cauca.
Observación: dimensionamiento de colectores.



Fotografías No. 21
Lugar: Mina la palma-La Sierra, Cauca.
Observación: inventario forestal.



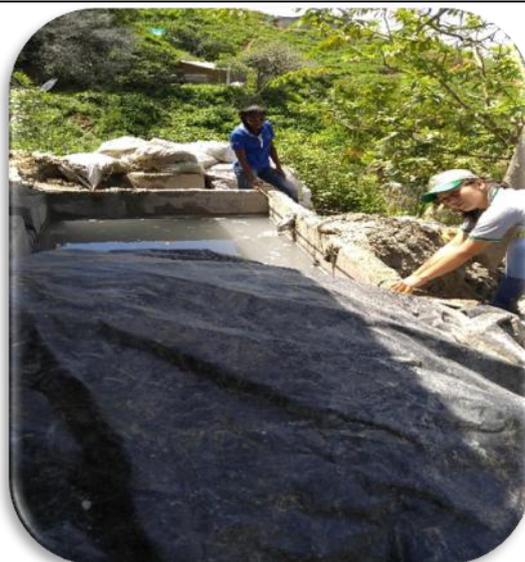
Fotografías No.22
Lugar: Mina La Palma-La Sierra, Cauca.
Observación: toma de muestra de agua colector en concreto.



Fotografías No.23
Lugar: Mina La Palma-La Sierra, Cauca.
Observación: Hoyo en tierra colector de lodos.



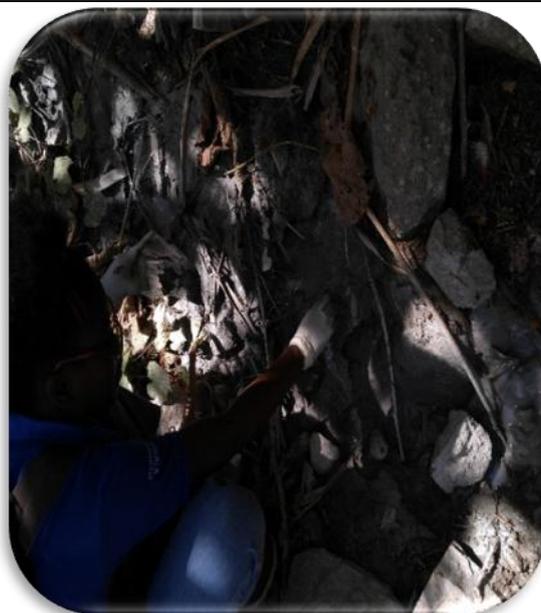
Fotografías No.24
Lugar: Mina La Palma-La Sierra, Cauca.
Observación: trituradora de material mineralizado.



Fotografías No. 25
Lugar: Mina la palma-La Sierra, Cauca.
Observación: dimensionamiento de colectores.



Fotografías No.26
Lugar: Mina La Palma-La Sierra, Cauca.
Observación: vía de absceso mina la palma.



Fotografías No.27
Lugar: Mina La Palma-La Sierra, Cauca.
Observación: muestra tomada en la quebrada chorritos.

Anexo 13. Registro fotografico mina Chorritos.



Fotografías No.28
Lugar: Mina Chorritos-La Sierra, Cauca.
Observación: Entrada a la mina,
situación legal



Fotografías No.29
Lugar: Mina Chorritos-La Sierra,
Cauca.
Observación: Señalización al interior
de la mina



Fotografías No.29
Lugar: Mina Chorrito-La Sierra, Cauca.
Observación: hoyo en tierra donde se
deposita los lodos.



Fotografías No.30
Lugar: Mina Chorrito-La Sierra, Cauca.
Observación: escorrentía superficial
del vertimiento líquido.



Fotografías No.31
Lugar: Mina Chorrillo-La Sierra, Cauca.
**Observación: vertimiento liquido
colector en tierra.**



Fotografías No.32
Lugar: Mina Chorrillo-La Sierra, Cauca.
Observación: aforo de caudal

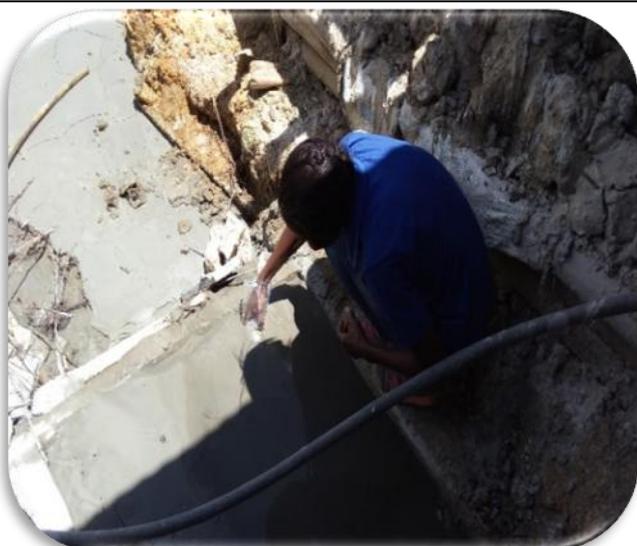


Fotografías No.33
Lugar: Mina Chorrillo-La Sierra, Cauca.
**Observación: vía de absceso mina
chorrito.**



Fotografías No.33
Lugar: Mina Chorrillo-La Sierra, Cauca.
Observación: molienda de materiales.

Anexo 14. Registro fotografico mina La Marta.



Fotografías No.34
Lugar: Mina La Marta-Rosas, Cauca.
Observación: muestra de gua colector colmatado de lodo.



Fotografías No.35
Lugar: Mina La Marta-Rosas, Cauca.
Observación: hoyo colmatado de lodo.



Fotografías No.36
Lugar: Mina La Marta-Rosas, Cauca.
Observación: muestra de gua colector colmatado de lodo.



Fotografías No.37
Lugar: Mina La Marta-Rosas, Cauca.
Observación: molinos.