	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(92)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	YURIETH AGUDELO PEREZ
FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL
DIRECTOR	ALEXIS TURIZO TAPIA
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACION Y MANEJO A LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES Y DISPOSICION FINAL DE LOS ESTERILES PRODUCIDO EN LA PLANTA DE BENEFICIO (EXTRACCION DE ORO Y PLATA) EN EL CORREGIMIENTO DE MINA SANTA CRUZ BOLIVAR.

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EN ESTE DOCUMENTO SE ENCUENTRA CONTENIDA LA PRÁCTICA PROFESIONAL REALIZADA EN UNA PLANTA DE BENEFICIO DE EXTRACCION DE ORO Y PLATA UBICADA EN EL CORREGIMIENTO DE MINA SANTA DICHA PRACTICA SE CENTRÓ EN LOS VERTIMIENTOS Y LA DISPOSICION FINAL DE LOS ESTERILES PRODUCIDO EN LA PLANTA, PARA ESO SE PARTIÓ DE UN ANÁLISIS GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA, SE REALIZÓ IDENTIFICACIÓN DE REACTIVOS USADOS PARA CONOCER LOS CONTAMINANTES, Y SU RESPECTIVO TRATAMIENTO.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 92	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 5	CD-ROM: 1
-------------	---------	------------------	-----------



EVALUACION Y MANEJO A LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES Y
DISPOSICION FINAL DE LOS ESTERILES PRODUCIDO EN LA PLANTA DE
BENEFICIO (EXTRACCION DE ORO Y PLATA) EN EL CORREGIMIENTO DE MINA
SANTA CRUZ BOLIVAR

AUTOR:

YURIETH AGUDELO PEREZ

Trabajo de grado modalidad pasantías para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director:

ALEXIS TURIZO TAPIA

Ingeniero de minas con maestrías en ciencias ambientales

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

Índice

Introducción	xiv
Capítulo 1. Evaluación y Manejo a los Vertimientos de Aguas Industriales y Disposición Final de los Estériles Producido en la Planta de Beneficio (Extracción del Oro y Plata) en el Corregimiento de Mina Santa Cruz –Bolívar.	16
1.1 Descripción de la Empresa Minera FENIX ASHMONT SAS	16
1.1.1 Misión	16
1.1.2 Visión	16
1.1.3 Objetivo de la Empresa	17
1.1.4 Descripción de la Estructura Organizacional	17
1.1.5 Descripción de la Dependencia Asignada	18
1.2 Diagnóstico de la Dependencia Asignada	19
1.2.1 Planteamiento del Problema	21
1.3 Objetivos de la pasantía	22
1.3.1 Objetivo General	22
1.3.2 Objetivos Específicos	22
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar	23
Capítulo 2. Enfoques Referenciales	25
2.1 Enfoque Conceptual	25
2.1.1. Agua residuales industriales.	25
2.1.2. Agua de drenaje de mina.	25
2.1.3. Agitación.	25
2.1.4 Beneficio de minerales.	25
2.1.5 Filtración	25
2.1.6 Hidrometalurgia:	26
2.1.7 Lixiviación (beneficio).	26
2.1.8 Metales pesados:	26
2.1.9 Oxidación	26
2.1.10 Pulpa.	26

2.1.11 Contaminación.....	27
2.1.12 Celda de flotación.....	27
2.1.13 Cianuración.....	27
2.1.14 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) de un agua residual.	27
2.1.15 Demanda química de oxígeno (DQO) de un agua residual.	28
2.1.16 Mineral.....	28
2.1.17 Estéril.....	28
2.1.18 Molienda.	28
2.1.19 Minerales hidrofílicos.....	29
2.1.21 Minerales hidrofóbicos.....	29
2.1.22 Permiso ambiental.	30
2.1.23 Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	30
2.1.24 Proceso Merrill – Crowe.....	30
2.1.25 Sulfuros.....	31
2.1.26 Tenor.....	31
2.1.27 Vertimiento.....	31
2.1.28 Vertimiento puntual.....	31
2.1.29 Yacimiento.....	31
2.2 Enfoque Legal.....	31
2.2.1 Constitución política de Colombia de 1991 Artículo 79.....	31
2.2.2 Constitución política de Colombia de 1991 Artículo 80.....	32
2.2.3 Constitución política de Colombia de 1991 Artículo 95.....	32
2.2.4 Ley 99 de 1993.....	32
2.2.5 Decreto 2811 de 1974.....	32
2.2.6 Decreto 3910 de 2010.....	32
2.2.7 Decreto 1594 de 1984.....	33
2.2.8 Resolución 631 De 2015.....	33
2.2.9 Ley 09 de 1979.....	33
2.2.10 Resolución 2309 de 1986.....	33
2.2.11 Resolución 541 de 1994.....	33
2.2.12 CONPES 2750 de 1994.....	33
2.2.13 Resolución 0189 de 1994.....	33

2.2.14 Ley 430 de 1998.	34
2.2.15 Decreto 1713 de 2002.....	34
2.2.16 Ley 685/2001.....	34
2.2.17 Decreto 2820 de 2010.....	34
2.2.18 Ley 1658 de 2013.	34
Capítulo 3. Descripción del Proyecto Contrato de Concesión Minera Especial EB 0003	35
3.1 Localización	35
3.2 Descripción del Proyecto	36
3.3. Descripción de las Características Ambientales Generales del Área del Proyecto.....	38
Capítulo 4. Informe de Cumplimiento de Trabajo.....	41
4.1 Presentación de Resultados	41
4.1.1 Realizar un análisis general del funcionamiento de la planta de beneficio.	41
4.1.1.1 Recolección de información de la planta de beneficio.	41
4.1.1.2 Visita a la planta.	49
4.1.2 Verificar el funcionamiento, operación y mantenimiento de la planta de beneficio de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.	51
4.1.2.1 Revisión de registros de control de operación y mantenimiento de la planta.	51
4.1.2.2 Seguimientos periódicos a los procesos.	52
4.1.3 Evaluar el estado actual de la fuente hídrica receptora de los vertimientos (quebrada la redonda).	56
4.1.3.1 Inspecciones a la fuente hídrica.	56
4.1.3.2 Determinación de volumen de agua captada para los procesos.....	58
4.1.3.3 Caracterización del agua (análisis físico).	61
4.1.3.4 Comparación de resultados con normatividad.....	62
4.1.4 Manejo y disposición final de los sólidos (estériles) en botaderos establecidos.	64
4.1.4.1 Revisión de alternativas para usos adicionales a los sólidos.	65
4.1.5 Establecer controles para el manejo de sustancias químicas utilizadas en los proceso.	67
4.1.5.1 Identificar y cuantificar los reactivos químicos.....	67
4.1.5.2 Revisión de productos de menor toxicidad en los procesos.	69
4.1.5.3 Revisión de métodos para neutralización de cianuro.	72

4.1.6 Formular estrategias para el tratamiento de las aguas usadas en los procesos.	77
4.1.6.1 Caracterización del agua para determinar si es posible reutilizarla.....	77
4.1.6.2 Realizar tratamiento a los líquidos antes de ser vertido a la fuente hídrica.....	78
Capítulo 5. Diagnostico Final	83
Capítulo 6. Conclusiones	84
Recomendaciones	85
Referencias.....	86
Apéndice	88

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama de minera fénix Ashmont SAS.	17
Figura 2. Descripción del proyecto	36
Figura 3. Flujograma proceso de beneficio Empresa Minera Fénix Ashmont SAS	42
Figura 4. Estructura del botadero	64
Figura 5. Degradación natural del cianuro	73

Lista de fotografías

Fotografía 1. Trituradora de mandíbula	43
Fotografía 2. Trituradora de impacto	43
Fotografía 3. Molino	44
Fotografía 4. Celdas de flotación	46
Fotografía 5. Concentrado obtenido del proceso de flotación	47
Fotografía 6. Trituración	49
Fotografía 7. Planta de beneficio proceso molienda y flotación	50
Fotografía 8. Proceso de Cianuración	50
Fotografía 9. Proceso de precipitación sistema Mery Crowe	50
Fotografía 10. Horno para Fundir	51
Fotografía 11. Bocatoma quebrada la redonda	57
Fotografía 12. Pozo generado por la intervención maquinaria	57
Fotografía 13. Sitio de barequeo y recreación	58
Fotografía 14. Tanques de almacenamiento	60
Fotografía 15. Sitio de captación del agua para la planta	60
Fotografía 16. Molde de hacer bloques	63
Fotografía 17. Procedimiento para la generación de bloques	66
Fotografía 18. Bloques formados	66
Fotografía 19. Piscinas de retención de sólidos y líquidos	79

Lista de tablas

Tabla 1. Listas de fichas de manejo.	18
Tabla 2. Matriz Dofa	19
Tabla 3. Descripción de actividades	23
Tabla 4. Poligonal del área de concesión	35
Tabla 5. Lista de chequeo mes agosto	52
Tabla 6. Lista de chequeo mes Noviembre.	54
Tabla 7. Resultado físico-químico bocatoma quebrada la redonda.	61
Tabla 8. Comparación de resultado con el decreto 1594/1984	63
Tabla 9. Reactivos Proceso de flotación	67
Tabla 10. Reactivos Proceso De Cianuración	68
Tabla 11. Reactivos Proceso de Neutralización	68
Tabla 12. Reactivos Precipitación	68
Tabla 13. Reactivo de proceso de fundición.	69
Tabla 14. clasificación de riesgo de acuerdo a NFPA	71
Tabla 15. Resultado físico-químico piscina de retención de líquidos	77
Tabla 16. Composición de Eichornia crassipes	80

Lista de Apéndice

Apéndice A. Lista de Fotografías	88
Apéndice B. Formato Tarjeta Mantenimiento	90

RESUMEN

En este documento se encuentra contenida la práctica profesional realizada sobre la evaluación y manejo a los vertimientos y disposición final de los estériles producidos en la planta de beneficio de mineral ubicada en el corregimiento de mina santa cruz bajo el contrato de concesión minera especial es el N° EB 0003. Para eso se partió de un análisis general del funcionamiento de la planta de beneficio de mineral, seguimientos de los procesos, identificación de reactivos usados en cada procesos, inspecciones a la fuente hídrica receptora de los vertimientos, adecuada disposición final de los estériles toda esta serie de actividades que tuvieron como propósito conocer como es el procesamiento para la obtención de oro, plata y los contaminante que generara para obtener dicho producto. Con este manejo se contribuyó a no elevar la contaminación existente en la zona, ya que en el lugar trabajan la minería informal es decir realizan sus proceso de manera artesanal sin ninguna precaución ni restricción alguna. Como empresa legalizada se busca cumplir con todos los requerimientos establecido en la normatividad ambiental existente y mostrar a la pequeña minería a implementar minería sostenible.

INTRODUCCIÓN

La explotación aurífera se ha convertido en una de las actividades de gran importancia en nuestro país, pero es una de las que genera perturbaciones en el ambiente desde la extracción de la piedra rocosa que contiene el mineral hasta el proceso de beneficio del oro, pero la mayor contaminación se genera durante el proceso de beneficio ya que para su obtención se necesita de productos como el mercurio y cianuro que son altamente nocivos la cual son utilizada de manera indiscriminada y sin ningún control en las minería artesanales.

Debido a la contaminación de ambiente por el mercurio se han implementado nuevas técnica o proceso que disminuye su utilización como es el proceso de flotación; es un proceso físico-químico de separación de minerales o compuestos finamente molidos, basados en las propiedades superficiales de los minerales (mojabilidad), que hace que un mineral o varios se queden en una fase o pasen a otra. Las propiedades superficiales pueden ser modificadas a voluntad con ayuda de reactivos, la cual se basa en las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas de los minerales. Se trata fundamentalmente de un fenómeno de comportamiento de sólidos frente al agua (ANTONIO C BRAVO G MANUAL FLOTACION CASAPALCA 2004)

La empresa Minera Fénix Ashmont SAS para el beneficio de oro cuenta con una planta que utiliza el proceso de flotación y consta de etapas como son: trituración, molienda, agitación, flotación Cianuración, precipitación, y fundición. Con la adopción de este sistema se contribuirá

a la disminución del mercurio pero cabe resaltar que cada etapa genera impactos negativos que afecta el entorno natural y al personal que ahí labora.

la implementación sirvió para mostrarle a los pequeños minero de cómo puede haber recuperación de oro de forma sostenible con el medio ambiente ejecutando controles específico para dicho sostenimiento y con resultados óptimos para dicha recuperación ya que en la zona donde se lleva a cabo el proyecto es zona donde se trabaja minería artesanal.

Con el presente trabajo fue posible contribuir al manejo de vertimientos de las colas de flotación, Cianuración y la disposición final de los residuos sólidos (estelires) que se genera en la planta de beneficio (extracción de oro y plata).

Capítulo 1. Evaluación y Manejo a los Vertimientos de Aguas Industriales y
Disposición Final de los Estériles Producido en la Planta de Beneficio
(Extracción del Oro y Plata) en el Corregimiento de Mina Santa Cruz –
Bolívar.

1.1 Descripción de la Empresa Minera FENIX ASHMONT SAS

Es una empresa de exploración, y explotación y comercialización de metales preciosos especialmente oro y plata. Es de origen canadiense con sucursal en Colombia desde el año 2010. En la actualidad explota una mina de oro en el Departamento de Bolívar corregimiento de minas Santa cruz en sociedad con el comité de mineros de mina santa cruz.

Tiene una producción instalada en planta de 30t/día que equivale a 9000t/año. El mineral se extrae de un túnel de 136 m de longitud.

1.1.1 Misión; ser una empresa líder en la extracción del mineral de oro en Colombia con los altos estándares ambientales de responsabilidad social, empresarial, de integridad, y desarrollo de cadena de valores en la región.

1.1.2 Visión; Ser una compañía responsable con el medio ambiente y con capacidad de producir 100000 onzas de oro para el 2025.

1.1.3 Objetivo de la Empresa; Explorar, explotar y comercializar minerales, para el desarrollo económico ambiental, social de la empresa y contribuir con el desarrollo del estado colombiano, por medio de aportes de regalías y aportes a programas sociales, ambientales y educativos.

1.1.4 Descripción de la Estructura Organizacional

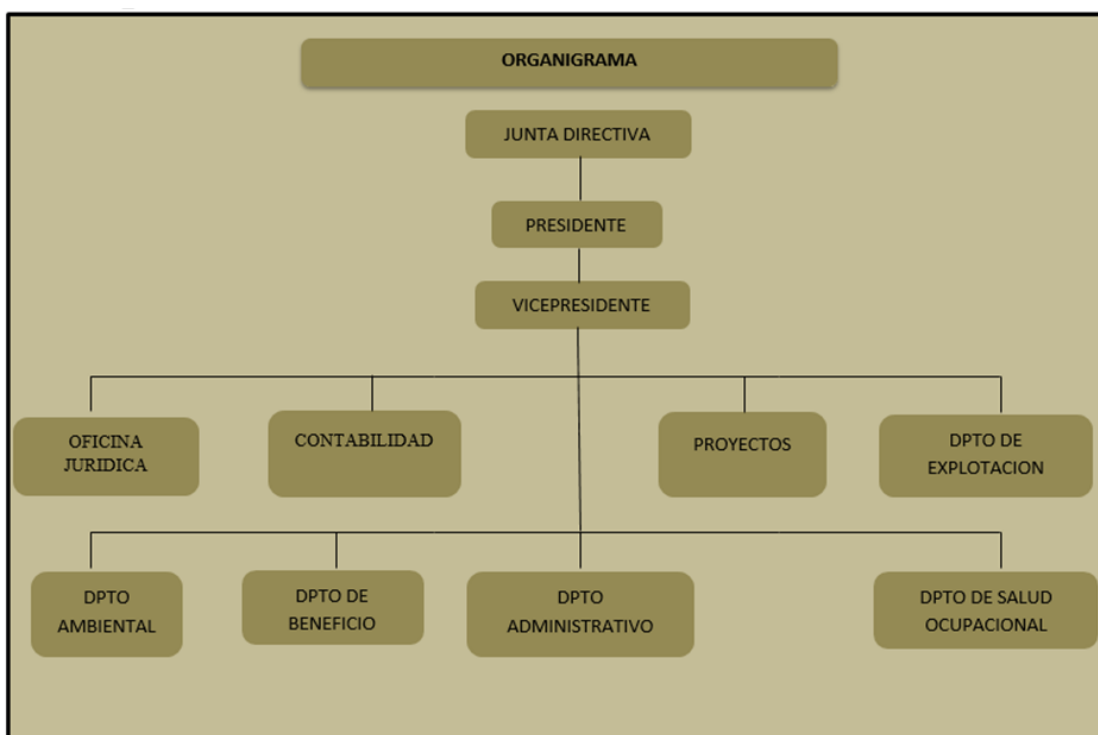


Figura 1. Organigrama de minera fénix Ashmont SAS.

Fuente: Minera Fenix Ashmont SAS

1.1.5 Descripción de la Dependencia Asignada; Las pasantías se llevan a cabo en la empresa minera FENIX ASHMONT SAS la cual está ejecutando un proyecto localizado en el corregimiento de minas santa cruz, en donde extrae oro y plata el área al que fui asignada es: El departamento ambiental y manejan las siguientes fichas.

Tabla 1.

Listas de fichas de manejo.

No. Ficha	Manejo Específico	No. Ficha	Manejo Específico
CME 07-01	Planeación Ambiental para la Ejecución del PTO	CME 07-15	Manejo de Estériles y Escombros
CME 07-03	Manejo de Aguas Lluvias	CME 07-16	Manejo de Vías
CME 07-07	Manejo de Cuerpos de Agua	CME 07-17	Manejo de Residuos Sólidos
CME 07-08	Manejo de Material Particulado y Gases	CME 07-18	Manejo de Fauna y Flora
CME 07-09	Manejo del Ruido	CME 07-24	Manejo Paisajístico
CME 07-10	Manejo de Combustibles	CME 07-25	Plan de Recuperación
CME 07-11	Manejo del Suelo		
CME 07-12	Control de la Erosión		
CME 07-14	Manejo de Hundimientos		

Fuente. Estudio de impacto ambiental y PMA concesión minera especial EB 0003

Y estaré desarrollando EVALUACION Y MANEJO A LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS INDUSTRIALES Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ESTÉRILES PRODUCIDO EN LA PLANTA DE BENEFICIO (EXTRACCION DEL ORO Y PLATA) donde se realizan los procesos de obtención del mineral oro y plata.

1.2 Diagnóstico de la Dependencia Asignada

Tabla 2.

Matriz Dofa

	FORTALEZA (F)	DEBILIDADES (D)
	1. Financiación para el proyecto.	1. Déficit en la energía eléctrica.
	2. Recursos humano calificado.	2. Dificultad en comunicación entre el personal.
	3. El proceso diseñado corresponde al proyecto.	3. Dificultad para conseguir herramientas de trabajo.
	4. Dependencia que impulsa a trabajar de manera amigable con el medio ambiente.	4. Difícil acceso a servicios de internet y telefonía móvil.
	5. Entrega oportunas de los informes requeridos por la autoridad ambiental.	5. Faltan oficina y equipos para realizar informes técnicos.
	6. Interés de la empresa por realizar los vertimientos y la disposición de los estériles de manera adecuada	
MATRIZ DOFA		
	OPORTUNIDADES (O)	ESTRATEGIAS FO
		ESTRATEGIAS DO

Tabla 2. Continuación

1. Aplicación de tecnologías limpias para prevenir, corregir y mitigar impactos negativos.	F.O.1 Recurso humano calificado para la aplicación de tecnologías limpias en el proceso de extracción.	D.O.1 utilización de energía sostenible para disminuir el consumo de combustible.
2. Cumplimiento de los requisitos exigido por la autoridad ambiente.	F.O.2 la adecuada disposición de los estériles y vertimientos contribuirá a no contaminar el medio ambiente	D.O.2 La adecuación de oficina ayudara a que los informes al día
3. Apoya al desarrollo del proyecto, que sea amigable con el ambiente		
4. Fuente de conocimiento de los procesos realizados en el proyecto.		
5. Contribución al cuidado de las fuentes hídricas aledañas.		

AMENAZAS (A)	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
1. Presencia de grupos al margen de la ley.	F.A.1 La disposición adecuada de los vertimientos y estériles evitara la contaminación de fuentes hídricas y de suelos.	D.A.1 Efectuar buenas relaciones con la comunidad para evitar protesta.
2. Protesta de comunidad impulsada por la administración municipal.	F.A.2 proyecto trabajando de la mano con el ambiente para mayor productividad.	D.A.2 gestionar para la fácil acceso a telefonía móvil e internet para comunicar alteraciones del orden público
3. Riesgos naturales (deslizamientos hundimientos etc.).		
4. Contaminación de fuentes hídricas.		

Fuente. Autor de la pasantía

1.2.1 Planteamiento del Problema; Para empresa MINERA FÉNIX ASHMONT SAS es de suma importancia trabajar de manera sostenible con el ambiente ya que su labor indique lo contrario. Desde el inicio de la explotación de la mina se está contribuyendo al deterioro del medio ambiente ejecutando acciones como desprendimiento de grandes masa de tierra utilizando explosivos, utilizando madera para adecuar el sitio para proceder a extraer el mineral, contamina las aguas subterráneas entre otros factores que influyen en dicha extracción. Pero esto solo es una parte del proceso ya que para liberar el mineral oro y plata se requiere de otros proceso como es la utilización de la planta de beneficio que también emplea otros procesos como el uso de reactivos químicos que pueden ser perjudicial para el que lo manipule sin su mecanismo de seguridad como para el medio ambiente.

En el ambiente se ven afectada las fuentes hídricas por los vertimientos, contaminación de suelo por los sólidos estériles que se producen, alteración del paisaje, contaminación visual, contaminación por ruido ya que se utiliza maquinaria para el procesamiento. Por eso es importante contar con un control y un monitoreo para minimizar los impactos más significativos producidos.

En este caso se hará un evaluación y manejo a los vertimientos y disposición de los estériles generados en la planta de beneficio con el fin de no contaminar la fuente hídrica receptora ya que utilizan químicos altamente toxico como el cianuro que también se encuentra en los estériles que se genera y si no se le hace su debido disposición contamina el suelo con los lixiviados.

Para esto se implementará mecanismo de reducción de la carga contaminante de los vertimientos bajo los límites permisibles estipulado en la normatividad.

Cabe resaltar que en la zona de explotación existe desde hace muchos años minería artesanal lo que significa que hay mucha contaminación de todo tipo, lo que se busca con este control es no contribuir a esta contaminación existente si no actuar de manera sostenible con el ambiente para dar ejemplo a los pequeños minero, y para la permanencia del proyecto buscando así el desarrollo de la comunidad y del país en general.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1 Objetivo General; Realizar evaluación y manejo a los vertimientos de aguas industriales y disposición final de los estériles producido en la planta de beneficio (extracción de oro y la plata) en el corregimiento de minas santa cruz Bolívar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis general del funcionamiento de la planta de beneficio.
- Verificar el funcionamiento, operación y mantenimiento de la planta de beneficio de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.
- Evaluar el estado actual de la fuente hídrica receptora de los vertimientos (quebrada la redonda).

- Manejo y disposición final de los sólidos (estériles) en botaderos establecidos.
- Establecer controles para el manejo de sustancias químicas utilizadas en los procesos.
- Formular estrategias para el tratamiento de las aguas usadas en los procesos.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 3.

Descripción de actividades

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA EMPRESA PARA HACER POSIBLE EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJ. ESPECIFICO.
Realizar evaluación y manejo a vertimientos de aguas industriales y disposición final de los estériles producido en la planta de beneficio (extracción de oro y la plata) en el corregimiento de minas santa cruz Bolívar.	Realizar un análisis general del funcionamiento de la planta de beneficio.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de información de la planta de beneficio. • Visitas a la planta.
	Verificar el funcionamiento, operación y mantenimiento de la planta de beneficio de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de registros de control de operación y mantenimiento de la planta. • Seguimientos periódicos a los procesos.

Tabla 3. Continuación

Realizar evaluación y manejo a vertimientos de aguas industriales y disposición final de los estériles producido en la planta de beneficio (extracción de oro y la plata) en el corregimiento de minas santa cruz Bolívar.	Evaluar el estado actual de la fuente hídrica receptora de los vertimientos (quebrada la redonda).	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones a la fuente hídrica. • Determinación de volumen de agua captada para los procesos. • Caracterización del agua (análisis físico). • Comparación de resultados con normatividad.
	Manejo y disposición final de los sólidos (estériles) en botaderos establecidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de alternativas para usos adicionales a los sólidos.
	Establecer controles para el manejo de sustancias químicas utilizadas en los procesos.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y cuantificar los reactivos químicos. • Revisión de productos de menor toxicidad en los procesos. • Revisión de métodos para neutralización de cianuro.
	Formular estrategias para el tratamiento de las aguas usadas en los procesos.	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización del agua para determinar si es posible reutilizarla • Realizar tratamiento a los líquidos ante de ser vertido a la fuente hídrica.

Fuente. Autor de pasantías

Capítulo 2. Enfoques Referenciales

2.1 Enfoque Conceptual

2.1.1. Agua residuales industriales. Son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje. (Aguas Industriales , s.f.)

2.1.2. Agua de drenaje de mina. Aguas que se bombean de los frentes de trabajo de minería, bien sea a cielo abierto o subterráneas. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.3. Agitación. En procesamiento de minerales y metalurgia se refiere a movimiento de un líquido o una pulpa generado por acción neumática o mecánica, algunas veces acompañado por la introducción de aire comprimido. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.4 Beneficio de minerales. Conjunto de operaciones empleadas para el tratamiento de menas y minerales por medios físicos y mecánicos con el fin de separar los componentes valiosos de los constituyentes no deseados con el uso de las diferencias en sus propiedades. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.5 Filtración. Separación de las partículas sólidas de un fluido, haciendo pasar la mezcla por un medio filtrante en el que se retienen los sólidos. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.6 Hidrometalurgia: Rama de la metalurgia extractiva que estudia la obtención de metales o compuestos a partir de minerales o fuentes secundarias mediante procesos que tienen lugar a bajas temperaturas en medio acuoso u orgánico. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.7 Lixiviación (beneficio). Proceso hidrometalúrgico mediante el cual se realiza la disolución selectiva de los diferentes metales que contiene una mena, por medio de una solución acuosa que contiene un reactivo químico apropiado. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.8 Metales pesados: Elementos químicos del grupo de los metales, con densidad superior a 4.5 g/cm^3 y masa atómica alta, como cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo, etc. Como contaminantes, son un grupo de sustancias que se metabolizan mal y que presentan toxicidad para los seres vivos, incluido el hombre. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.9 Oxidación. Cambio en el estado de oxidación de un elemento representado por la pérdida de electrones. Dícese también del proceso durante el cual son eliminadas sustancias químicas oxidables como carbono y azufre presentes en el mineral por la acción del oxígeno u otro agente oxidante. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.10 Pulpa. Mezcla de mineral molido o pulverizado con agua o una solución acuosa. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.11 Contaminación. Liberación de sustancias que de manera directa o indirecta, que causan efectos adversos sobre el medio ambiente y los seres vivos. Existencia en el ambiente de contaminantes o agentes tóxicos o infecciosos que entorpecen o perjudican la vida, la salud y el bienestar del hombre, la fauna y la flora; que degradan la calidad del ambiente y en general, el equilibrio ecológico y los bienes particulares y públicos. (Contaminación, s.f.)

2.1.12 Celda de flotación. Equipo en donde se efectúa el proceso de separación o concentración de minerales y que consta de un tanque y un agitador especial. El agitador está montado en un eje hueco para permitir el ingreso del aire. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.13 Cianuración. Método para extraer oro o plata a partir de un mineral triturado o molido, mediante disolución en una solución de cianuro de sodio o potasio. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.14 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) de un agua residual. Expresa la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación bioquímica, de los compuestos orgánicos degradables existentes en el líquido residual. Fijando ciertas condiciones de tiempo y temperatura, por ej. En 5 días y a 20 ° C.

2.1.15 Demanda química de oxígeno (DQO) de un agua residual. Expresa la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia orgánica. Generalmente es mayor que el valor de la DBO5, porque suele ser mayor el número de compuestos que se oxidan por vía química que biológica, ante la presencia de un oxidante fuerte como los dicromatos.

2.1.16 Mineral. Sustancia homogénea originada por un proceso genético natural con composición química, estructura cristalina y propiedades físicas constantes dentro de ciertos límites. Individuos minerales que se caracterizan por una estructura cristalina determinada y por una composición química, que pertenecen a un rango de variaciones continuas y que se encuentran en equilibrio bajo unas condiciones termodinámicas determinadas. El Código de Minas define el mineral como la sustancia cristalina, por lo general inorgánica, con características físicas y químicas propias debido a un agrupamiento atómico específico. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.17 Estéril. Se refiere al material que no tiene cobre o el mineral objeto.

2.1.18 Molienda. Operación de reducción de tamaño de un mineral realizada posteriormente a la trituración; puede ser de tipo primario o secundario según el tamaño requerido del producto.

2.1.19 Minerales hidrofílicos. Son mojables por el agua, constituidos por: óxidos, sulfatos, silicatos, carbonatos y otros, que generalmente representan la mayoría de los minerales estériles o ganga. Haciendo que se mojen, permanezcan en suspensión en la pulpa para finalmente hundirse. (BRAVO)

2.1.21 Minerales hidrofóbicos. Son aquellos minerales que no son mojables o son poco mojables por el agua, dentro de ellos tenemos: Los metales nativos, sulfuros de metales o especies tales como: Grafito, carbón bituminoso, talco y otros, haciendo de que evite el mojado de las partículas minerales, que pueden adherirse a las burbujas de aire y ascender.

Además se puede observar, que los minerales hidrofóbicos son aerofílicos, ósea tienen afinidad con las burbujas de aire, mientras que los minerales hidrofílicos son aerofóbicos, ósea no se adhieren normalmente a ellas. (BRAVO)

2.1.22 Permiso ambiental. Autorización que concede la autoridad ambiental para el uso o el beneficio temporal de un recurso natural. Permiso ambiental para la exploración el concesionario debe obtener el permiso, la concesión o la autorización de la autoridad ambiental competente, para el caso que la actividad de exploración requiera usar o aprovechar recursos naturales renovables.

2.1.23 Plan de Manejo Ambiental (PMA). De conformidad con el Artículo No.1 del Decreto No.1753/94 el Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión eminentemente práctico, en el que de manera detallada se establecen las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, una obra o una actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo, y los de contingencia. Se diferencia de los estudios DAA y EIA en que éstos son estudios prospectivos que se elaboran para acciones proyectadas, mientras que el PMA tiene como base un escenario real, intervenido, sobre el cual están ocurriendo impactos perfectamente identificables, en la mayoría de los casos.

2.1.24 Proceso Merrill – Crowe. Proceso de recuperación del oro que se encuentra disuelto en la solución rica. El proceso comprende tres etapas: la primera, una etapa de clarificación para eliminar cualquier partícula sólida que se encuentre suspendida en la solución. La segunda etapa consiste en desoxigenación de la solución mediante el uso de bombas de vacío. Finalmente, la tercera etapa consiste en la precipitación del oro con polvo de cinc metálico en donde el cinc reemplaza al oro que se encuentra en solución. El proceso finaliza con el filtrado de la solución para la obtención de un concentrado rico en oro. (Glosario Técnico Minero , s.f.)

2.1.25 Sulfuros. Son combinaciones de compuestos que se encuentran formados por azufre, con un estado de oxidación.

2.1.26 Tenor. Porcentaje neto de mineral económicamente recuperable de una mena.

2.1.27 Vertimiento. Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido.

2.1.28 Vertimiento puntual. Es el que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo.

2.1.29 Yacimiento. Masa de roca localizada en la corteza terrestre que contiene uno a varios minerales en cantidad suficiente como para ser extraídos con beneficios económicos.

2.2 Enfoque Legal

2.2.1 Constitución política de Colombia de 1991 Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

2.2.2 Constitución política de Colombia de 1991 Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

2.2.3 Constitución política de Colombia de 1991 Artículo 95. La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades.

2.2.4 Ley 99 de 1993. Art. 10, 11, 24, 29: Prevención y control de contaminación de las aguas. Tasas retributivas.

2.2.5 Decreto 2811 de 1974. Libro II parte III. Art. 77 a 78 Clasificación de aguas. Art. 80 a 85: Dominio de las aguas y cauces. Art. 86 a 89: Derecho a uso del agua. Art.134 a 138: Prevención y control de contaminación. Art. 149: aguas subterráneas. Art.155: Administración de aguas y cauces.

2.2.6 Decreto 3910 de 2010. Por el 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.

2.2.7 Decreto 1594 de 1984. Normas de vertimientos de residuos líquidos. Art. 1 a 21 Definiciones. Art. 22-23 Ordenamiento del recurso agua. Art. 29 Usos del agua. Art. 37 a 50 Criterios de calidad de agua Art. 60 a 71 Vertimiento de residuos líquidos. Art. 72 a 97 Normas de vertimientos. Art. 155 procedimiento para toma y análisis de muestras. - Decreto 79 de 1986.

2.2.8 Resolución 631 De 2015. Por el 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.

2.2.9 Ley 09 de 1979. Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos.

2.2.10 Resolución 2309 de 1986. Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad.

2.2.11 Resolución 541 de 1994. Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, concreto y agregados sueltos de construcción.

2.2.12 CONPES 2750 de 1994. Políticas sobre manejo de residuos sólidos.

2.2.13 Resolución 0189 de 1994. Regulación para impedir la entrada de residuos peligrosos al territorio nacional.

2.2.14 Ley 430 de 1998. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

2.2.15 Decreto 1713 de 2002. Por el cual se reglamenta, entre otras, la Ley 99 de 1993, en relación con la gestión integral de residuos sólidos.

2.2.16 Ley 685/2001. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.

2.2.17 Decreto 2820 de 2010. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

2.2.18 Ley 1658 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.

Capítulo 3. Descripción del Proyecto Contrato de Concesión Minera Especial

EB 0003

3.1 Localización

El área de Mina Santa Cruz se encuentra ubicada en el Municipio de Barranco de Loba, Departamento de Bolívar, Colombia que corresponde a la parte norte de la Serranía de San Lucas, estribaciones finales de la Cordillera Central. En la cual se lleva a cabo la explotación del mineral oro cuyo, contrato de concesión minera especial es el N° EB 0003 y sus concesionarios son Comité de Minas Santa Cruz y Minera Fénix Ashmont S.A.S. (Tapia, 2010)

El área se encuentra demarcada por las siguientes coordenadas planas de Gauss. Con un total de 429 hectáreas con 8.720 m².

Tabla 4.

Poligonal de área en concesión 429 hectáreas con 8.720 m²

PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL	COORDENADAS	
		NORTE	ESTE
P.A	1	1.450.392,10	986.034,51
1	2	1.456.006,00	989.008,00
2	3	1.454.006,00	989.008,00
3	4	1.454.006,58	987.008,00
4	5	1.454.750,00	987.008,00
5	6	1.454.749,85	986.500,00
6	7	1.455.340,00	986.500,00
7	8	1.455.340,14	987.008,00
8	1	1.456.006,00	987.008,00

Fuente. EIA y PMA concesión minera especial EB 0003

3.2 Descripción del Proyecto

El proyecto tiene como objetivo extracción y beneficio de oro, plata y minerales concesibles cuya explotación se realiza en minería bajo tierra en el corregimiento de minas santa cruz.

La zona del proyecto corresponde a la plancha topográfica 65-IV-B del IGAC a escala 1:25.000.

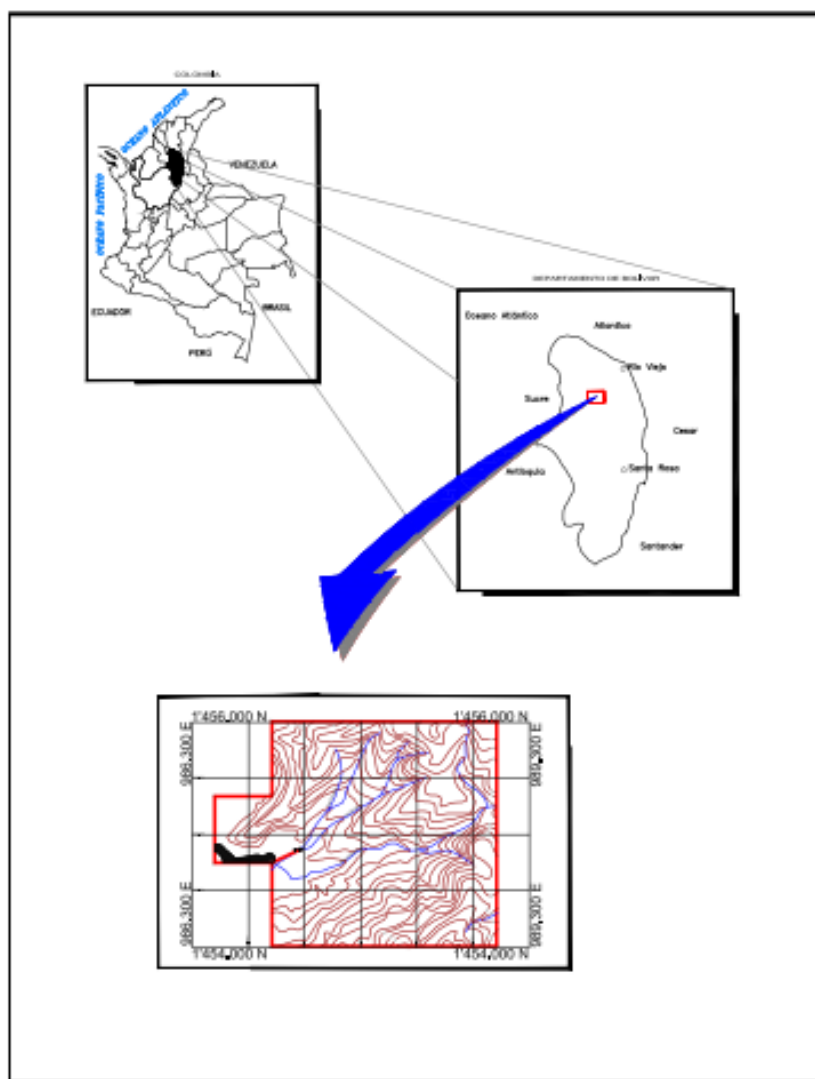


Figura 2. Descripción del proyecto

Fuente. IGAC

Generalidades principales de la zona

Población. La población del corregimiento de Mina Santa Cruz, es aproximadamente es de unas 309 familias, para un número de habitantes aproximado de 1.500 personas.

Estos habitantes se han radicado en el área, atraídos por el descubrimiento de un sin número de filones auríferos. El objetivo de su establecimiento es para desarrollar la explotación de las minas de oro en forma artesanal.

Aspecto social y organizativo. En este asentamiento minero, los habitantes han diseñado viviendas en madera, para su residencia. La comunidad se ha organizado para solucionar una de las necesidades insatisfechas, como es el suministro de agua, que hacen a través de mangueras, desde el nacimiento de la Quebrada la Redonda.

Están organizados en un Comité de Mineros que reúne aproximadamente 190 mineros del área. Por medio este comité ha logrado legalizar el área en estudio.

Aspectos económicos. La base de la economía es la producción y comercialización de oro. El metal obtenido por amalgamación durante el proceso de molienda es vendido directamente en Santa Cruz, o pueden ser cambiados por artículos de primera necesidad. También la agricultura y la pesca se desarrollan a gran escala en esta zona, en los últimos años se han dedicado al cultivo del cacao, el cual muestra un futuro promisorio.

Aspecto educativo. En el corregimiento existe una escuela de primaria la cual es complementada un colegio de bachillerato hasta el grado 10, que opera en las delicias.

Saneamiento básico. Las comunidades mineras no cuentan con servicios públicos básicos, como el alcantarillado, han construidos pozos sépticos y drenajes de aguas servidas.

3.3. Descripción de las Características Ambientales Generales del Área del Proyecto

Aspecto geológicos locales. La serranía de San Lucas, estribación septentrional de la cordillera central, constituye el rasgo fisiográfico más importante del sur de Bolívar y la mina Santa Cruz. Está constituida por rocas cuyas edades van desde el precámbrico, terciario y depósitos reciente. Geológicamente las rocas en la serranía de San Lucas comprenden:

- Un basamento de metamórficas posiblemente precámbrica
- Intrusivos graníticos y cuerpos hipo abisales de posible edad jurásica
- Flujos lávicos jurásicos y posiblemente terciario.

Las Rocas y estratificación local las rocas estratificadas son de tipo continental y están representada principalmente por arcénicas, limolitas arcillolitas. Los depósitos reciente representado por sedimentos no consolidados principalmente arena y arcilla producto de la erosión y meteorización de las rocas existente.

La meteorización de las rocas no es homogénea a la descomposición de otras como la granodiorita, lo que produce la formación de un saprolito de color rojo ladrillo, con un espesor de 22 m.

Mineralogía. El magmatismo reciente ha producido ocurrencias de minerales tipo cuarzo – adularia, cuarzo – alunita, este tipo se presenta alrededor de los cuellos volcánicos y ha sido depositado en superficie por frentes termales formándose un sinter de sílice. Feldespatos de baja temperatura (Adularia) Alunita, óxido de hierro, ocasionalmente piritita y junto con lo anterior se ha depositado oro.

Geomorfología. Las geoformas principales de la zona, corresponden a la existencia de un cuello volcánico. La meteorización de las rocas existentes, la acción dinámica de las quebradas y ríos, el tectonismo regional activo y especialmente la acción antrópica ayuda al moldeado del paisaje dando origen a unidades geomorfológicas como las siguientes:

Zonas de Colinas Suaves. Se presenta en la mayoría del área, está constituida por material arcilloso. Se caracteriza por una geomorfología de colinas suaves y onduladas con marcados procesos erosivos como cárcavamiento, erosión laminar y hundimiento, que se hace más intenso por la acción antrópica.

Zonas de Valles Aluviales Jóvenes. Esta unidad se extiende como una franja alargada correspondiente a la llanura de inundación de la Quebrada La Redonda. Se encuentran representados por depósitos de grava, barras de arena y clastos duros de diferente tamaño transportados de las partes altas de los cerros la Yuca y Santa Cruz.

Vegetación. La vegetación natural de la región es tropical (bosque natural intervenido); sus características y grado de desarrollo son el reflejo de las condiciones climáticas, topográficas y edáficas. La tala y quema son las causas principales de eliminar casi por completo los bosques, motivado por el establecimiento de pastos y cultivos, muchas veces abandonados y ocupados por especies herbáceas y/o arbustivas o comúnmente llamadas rastrojos. Básicamente en las zonas planas existen algunos testigos de la vegetación arbórea primitiva, dejada expresamente para sombrero del ganado, en los bordes de las fincas, caminos y carreteras o a orillas de los ríos formando bosques de galerías.

Clima. El área de influencia de la actividad exploratoria se desarrolla de un rango de elevación comprendido entre los 25 y 360 metros sobre el nivel del mar. Esta zona presenta un clima cálido con temperatura promedio de 30 grados centígrados, una precipitación media anual de 2029 milímetros y una humedad relativa promedio del 82% características que enmarcan este territorio en una zona de vida ecológica, de acuerdo a la clasificación de Holdrige, de bosque húmedo tropical (bh – T).

Fauna. La fauna ha sido muy afectada por las actividades antrópicas, especialmente la deforestación que ha ocasionado la desaparición de especies y la migración de otras hacia sitios distantes o inaccesibles. La destrucción de hábitats naturales de animales como el tigre, león zaino, venado, nutria, chigüiro, armadillo, guartinaja, caimán, zorro y ñeque ha conllevado a la extinción de estas especies.

Capítulo 4. Informe de Cumplimiento de Trabajo

4.1 Presentación de Resultados.

4.1.1 Realizar un análisis general del funcionamiento de la planta de beneficio. El análisis general se hizo con el fin de conocer el funcionamiento de la planta, los procesos realizados y las afectaciones que puede producir debido a que la planta no funcione de manera adecuada.

4.1.1.1 Recolección de información de la planta de beneficio. Para la recolección de información se hizo necesario un recorrido por todo en área donde funciona la planta de beneficio y se procedió a tomar apuntes de todos los procesos realizados. Los procesos que se realizan se muestran a continuación mediante un flujo grama

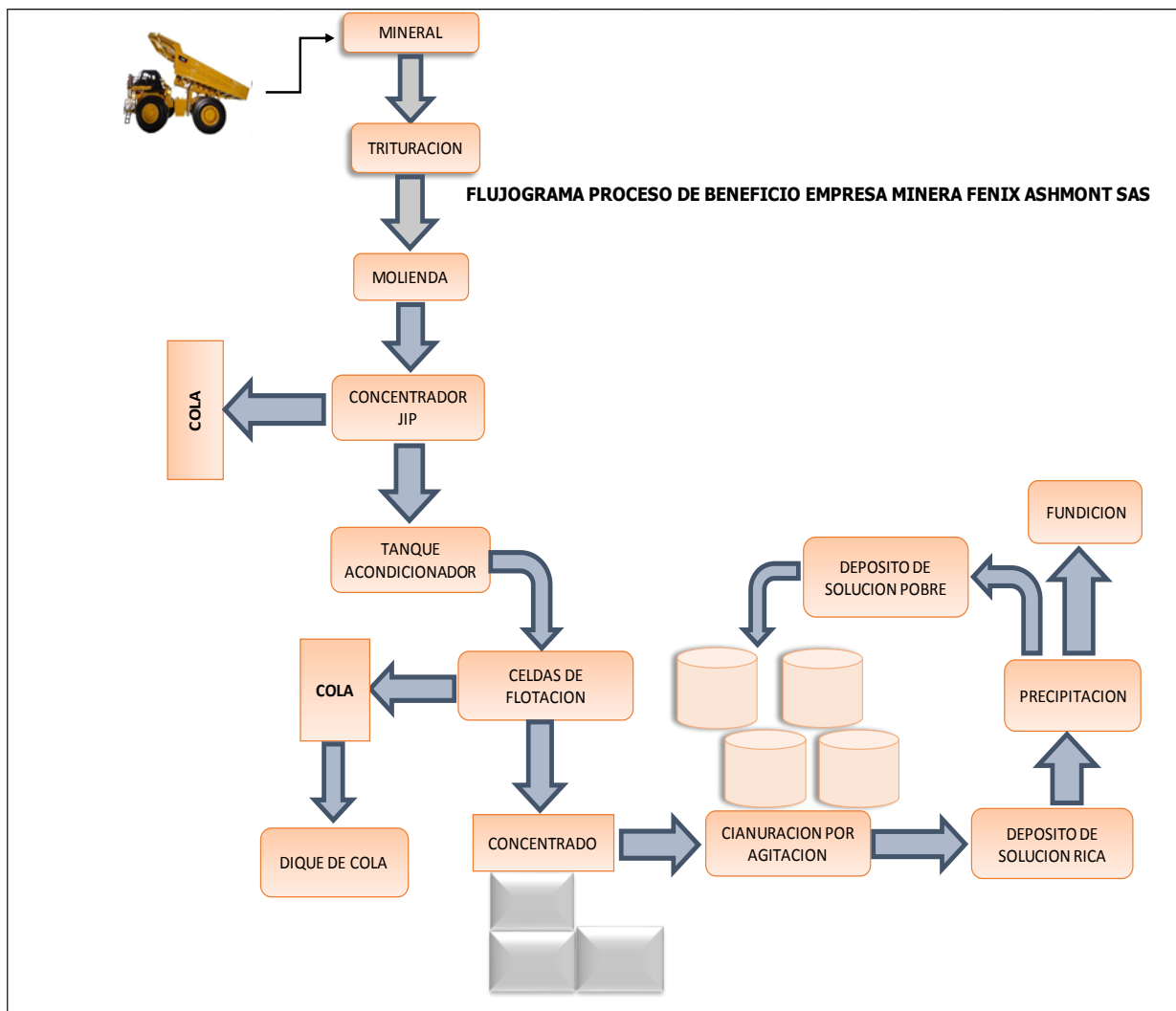


Figura 3. Flujograma proceso de beneficio Empresa Minera Fénix Ashmont SAS

Fuente. Autor de pasantía

Trituración: Generalmente es la primera etapa en el procesamiento mineral, aunque en algunas ocasiones primero se realiza una separación del material en cribas o mallas. Con esta operación lo que se busca es reducir el tamaño inicial de la roca hasta que este pueda tener un tamaño óptimo para pasar a la etapa de molienda. Se acostumbra usar el término para los procesos de conminución donde se opera con tamaños de partícula gruesa superiores a 2". Los equipos usados para la conminución del material trabajan por vía seca en su mayoría, algunas de

ellas son: trituradora de quijadas, de impacto y de rodillos, entre otros. (Guía de Orientación Para el Minero sobre el Correcto Manejo de Vertimiento para la Minería de Metales Precioso y de Carbón , 2015)

En la empresa utilizamos trituradora de mandíbula de (8''*10'') como trituradora primaria, como trituradora secundaria utilizamos trituradora de impacto de (4 ton/h) con su respectiva zaranda.



Fotografía 1. Trituradora de mandíbula



Fotografía 2. Trituradora de impacto

Fuente. Autor de pasantía

Molienda: Es una operación para reducción de tamaño de partículas, generalmente alrededor del rango de $1/2'' - 3/8''$, esta operación se hace con el objetivo de aumentar el grado de liberación de los minerales de interés e incrementar el área superficial disponible para reacción química. Esta se realiza después de la etapa de trituración y puede seguir primaria y secundaria. Los equipos usados para la molienda del material trabajan en vía húmeda en la mayoría de los casos y son las siguientes: molino de bolas, molino californiano, molino chileno,

molino de martillos, barriles o “cocos” moledores, entre otros. En el caso de la empresa se utiliza el molino con bolas



Fotografía 3. Molino

Fuente. Autor de la pasantía

Clasificación: Es una operación unitaria en la que se da la separación de un material con una distribución de tamaño de partículas determinada en dos corrientes, en una predominan los tamaños gruesos y en la otra los finos. Se lleva a cabo con el fin de garantizar ciertas condiciones en un material para operaciones posteriores. Los equipos usados para la clasificación del material

trabajan en vía húmeda y algunos de ellos son: trommel, tornillo helicoidal e hidrociclón, entre otros.

Flotación: Es un proceso de separación de materiales de distinto origen que se efectúa desde su pulpa acuosas, por medio de burbujas de gas y basándose en sus propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas.

La flotación contempla la presencia de tres fases: sólida, líquida, gaseosa. La fase sólida representa las materias a separar, la fase líquida es el medio para dicha separación y la fase gaseosa es generalmente aire inyectando en la pulpa en forma neumática o mecánicamente para poder formar las burbujas que son el centro sobre las cuales adhieren las partículas sólidas.

Pocas partículas minerales tienen flotabilidad natural, es decir formar una unión estable burbuja-partícula. Para ello, es necesario cambiar las propiedades superficiales de las partículas minerales de hidrofílicas a hidrofóbicas mediante el uso de reactivo químico llamado colector. También es necesario que esta posea el tamaño adecuado, de tal forma que asegure la buena liberación de especie de minerales.

Los minerales que flotan se mantienen en una espuma estable en la parte superior de la celda de flotación, de donde son retiradas por rebalse para formar el concentrado.

Los productos de la flotación contienen de 50% a 70% en peso de agua, gran parte de esta es retirada por los espesores de concentrado y cola, lo que realiza simultáneamente los procesos

de sedimentación y clarificación. El sólido obtenido en la descarga de los espesores de concentrado, contiene entre 40% y 45% de agua la cual es posteriormente retirada mediante filtros hasta obtener un valor final entre 8% y 10% en peso de agua. Este producto es la alimentación para el proceso de Cianuración. (Producto de la Flotación, s.f.)



Fotografía 4. Celdas de flotación

Fuente. Autor de pasantía

Concentración: Es la operación en la cual se eleva el tenor o concentración (en porcentaje) de una mena o mineral determinado, mediante el uso de equipos de separación. Produciéndose así la segregación de dos o más especies mineralógicas y generar una corriente enriquecida en un mineral de interés.” Vale la pena resaltar que esta es la etapa del proceso de beneficio aurífero que demanda un mayor consumo de agua y genera también un mayor vertimiento, sin embargo a diferencia del generado en la etapa de Cianuración contiene menos sustancias peligrosas y por ende se hace más fácil su tratamiento. Los equipos usados para la

concentración del material trabajan en vía húmeda y algunos de ellos son: Canalón, Jig, Mesa Wilfley, Celdas de flotación, entre otras. (Guía de Orientación Para el Minero sobre el Correcto Manejo de Vertimiento para la Minería de Metales Precioso y de Carbón , 2015)



Fotografía 5. Concentrado obtenido del proceso de flotación

Fuente. Autor de pasantía

Cianuración: Es el proceso que utiliza la propiedad del oro de disolverse en una solución de cianuro de sodio, en presencia de oxígeno. Los minerales presentes en la ganga son insolubles en el cianuro, lo cual garantiza un mayor grado de recuperación de oro. Este proceso se lleva a cabo por medio de operación dinámica, ya que se somete a agitación en una serie de tanques en los que el oro se disuelve formando un complejo con el cianuro, luego esta solución rica pasa al proceso Merrill Crowe donde se recupera el oro. El vertimiento generado en esta etapa es de mucho cuidado debido a que el principal contaminante es el cianuro.

Precipitación. Proceso Merrill Crowe: Este es la última operación unitaria para la recuperación del oro y se subdivide a su vez en las siguientes etapas:

- **Clarificación:** En esta etapa se busca eliminar las partículas sólidas en solución por lo cual se realiza una filtración de la solución.
- **Desoxigenación:** El oxígeno que fue útil en el proceso de Cianuración debe ser anulado, ya que el zinc requiere una condición reductora, por lo que se utilizan bombas de vacío para eliminar el oxígeno.
- **Precipitación de oro:** La solución de cianuro-oro libre de finos, se bombea a tanques herméticamente cerrados en donde se adiciona cinc en polvo y acetato de plomo para la precipitación y sedimentación del mineral. La descarga de las unidades Merrill Crowe entregan dos productos, un precipitado de oro con impurezas (zinc y plomo) y una solución estéril de cianuro de zinc, que se trata y se recicla al proceso. Se adiciona al proceso zinc en exceso, debido a que el OH en la solución tiende a disolverlo.
- **Filtrado:** Aquí se realiza la recuperación del concentrado rico en oro y el polvo de zinc en exceso.
- **Recirculación:** La solución estéril que aún contiene cianuro es recirculada al proceso y se le ajusta a la concentración de entrada al proceso.

La mayoría de los equipos usados en la recuperación de oro no tienen un consumo de agua, solo el clarificador y siempre está agua es la proveniente del proceso de Cianuración, por

su parte en los esperadores buscan es retirar agua para espesar la pulpa, las tecnologías son las siguientes: clarificador, filtro prensa y espesador.

Fundición: En este proceso el precipitado de oro y otros minerales, se funde para obtener el lingote.

4.1.1.2 Visita a la planta. Las vistas a la planta se hicieron para conocer su funcionamiento y realización de los procesos ejecutados y, se evidenció la visita por medios de fotografías.



Fotografía 6. Trituración

Fuente. Autor de pasantía



Fotografía 7. Planta de beneficio proceso molienda y flotación.



Fotografía 8. Proceso de Cianuración



Fotografía 9. Proceso de precipitación sistema Mery Crowe



Fotografía 10. Horno para Fundir

Fuente. Autor de pasantías

4.1.2 Verificar el funcionamiento, operación y mantenimiento de la planta de beneficio de acuerdo a la normatividad ambiental vigente. El funcionamiento y operación de la planta depende de los mantenimientos preventivos y, correctivos sin son necesario. Dicha verificación se realiza en el inicio de las labores, en el transcurso de las labores y al terminar las labores para verificar que las máquinas están en buen estado.

4.1.2.1 Revisión de registros de control de operación y mantenimiento de la planta.

Para el control de las operaciones y mantenimiento de la planta se procedió a revisar los formatos y se evidencio que hacen 2 tipos de mantenimiento que son los preventivos y correctivos. Dentro de los mantenimientos preventivos están:

El engrasamiento de las chumaceras de los rodillo de las bandas transportadoras del mineral, cambio de aceite de las generadoras de energía, cambio de filtro, ajuste de tornillos entre otros, y lo correctivos se hacen cuando hay un cambio de piezas en este caso a las máquina que se han hecho este tipo de mantenimiento son a la trituradora de mandíbula y a trituradora de impacto. Los mantenimientos son programados de 8 a 15 días se hacen con el fin de tener las maquina en óptimas condiciones para que no se afecten las operaciones realizadas y para no implementar correctivos. (Ver apéndice B ejemplo de formato)

4.1.2.2 Seguimientos periódicos a los procesos. Los seguimientos se hicieron cada dos meses a través de lista de chequeo donde se tuvo en cuenta todo lo relacionado con los procesos y mantenimientos realizados.

Tabla 5.

Lista de chequeo mes agosto

MINERA FENIX ASHMONT SAS					
LISTA DE CHEQUEO PROCESOS PLANTA DE BENEFICIO				MES	
AGOSTO					
MINA: MINA SANTA CRUZ BOLIVAR CONTRATO ESPECIAL N° EB-0003					
OBJETO: Monitoreo de los procesos en la planta de beneficio.					
N°	Procesos	Monitoreo	Cumple		Observación
			Si	No	
		Se conoce el funcionamiento de las trituradoras de mandíbula y de impacto.	x		
		Se revisan los trituradores antes de su funcionamiento.	x		
1	Trituración	El personal encargado utiliza sus elementos de protección personal.	x		Lo necesario
		Reconoce las partes del proceso de trituración.	x		

Tabla 5. Continuación

		Si existe una falla en la trituración el personal encargado sabe detectarlo.	x	Ante de inicio de las labores se le dan capacitación.
		Se le hacen mantenimiento a los rodillos y se alinean las bandas transportadoras del mineral.	x	Se le hace mantenimiento cada 8 días.
		Se verifica el ajuste de la tornillería del anclaje de los motores.	x	Se hacen cada 8 días o antes si presenta una falla.
		Se realiza ajuste de tornillería a las placas del molino y se le cambia empaque frecuentemente.	x	Se hace cuando lo requiere o cuando hay fugas de lodos.
		Para dosificación de los reactivos se tienen en cuenta las hojas de seguridad para su manipulación.	x	No se cuenta con las hojas de seguridad.
		Se conoce los efectos producido por los reactivos usados.	x	No se conocen
2	Molienda y Flotación	Las conexiones que van de las celdas de flotación a los depósito de los concentrados son los indicados.	x	
		Existen fugas de concentrados.	x	Cuando existen se apaga las celdas y se arreglan donde hay fugas.
		La bomba utilizada para bombear los sólidos hacia las piscinas son las indicadas.	x	se cuenta con una bomba se sólido de 3 Hp.
		Para cargar los tanques de agitación resulta difícil.	x	No se cuenta con bombas de sólidos para enviar los concentrados al tanque.
3	Cianuración	El personal encargado del proceso utiliza elemento de protección personal indicado.	x	No cuenta con los EPP indicado
		Los sólidos y el agua utilizada para el proceso de Cianuración son neutralizado ante de descargarlo hacia las piscina.	x	Los sólidos con cianuro son neutralizado con Peróxido de Hidrogeno.
		Los tanques de agitación son los indicados para el proceso de Cianuración.	x	Falta adecuarlos
4	Precipitación	Ha existido derrame de solución en el proceso de Cianuración.	x	Se hace con precaución.

Tabla 5. Continuación

5	Fundición	el sistema Mery Crowe cumple con los requerimientos del proceso	x	Es el indicado para la capacidad de la planta
		Conoce los efectos que produce la manipulación del zinc.	x	No conoce las reacciones.
		Se usa los elementos de protección personal.	x	Lo necesario.
		utiliza los elementos de protección personal requerido para la fundición	x	Elemento resistente al calor.
		El horno es el indicado.	x	Cumple con la capacidad de la planta.

Tabla 6.

Lista de chequeo mes noviembre

MINERA FENIX ASHMONT SAS					
LISTA DE CHEQUEO PROCESOS PLANTA DE BENEFICIO				MES	
NOVIEMBRE					
MINA: MINA SANTA CRUZ BOLIVAR CONTRATO ESPECIAL N° EB-0003					
OBJETO: Monitoreo de los procesos en la planta de beneficio.					
N°	Procesos	Monitoreo	Cumple		Observación
			Si	No	
1	Trituración	Se conoce el funcionamiento de las trituradoras de mandíbula y de impacto.	x		
		Se revisan los trituradores antes de su funcionamiento.	x		
		El personal encargado utiliza sus elementos de protección personal.	x		Lo necesario
		Reconoce las partes del proceso de trituración.	x		
		Si existe una falla en la trituración el personal encargado sabe detectarlo.	x		Ante de inicio de las labores se le dan capacitación.
		Se le hacen mantenimiento a los rodillos y se alinean las bandas transportadoras del mineral.	x		Se le hace mantenimiento cada 8 días.
		Se verifica el ajuste de la tornillería del anclaje de los motores.	x		Se hacen cada 8 días o antes si presenta una falla.

Tabla 6. Continuación

		Se realiza ajuste de tornillería a las placas del molino y se le cambia empaque frecuentemente.	X	Se hace cuando lo requiere o cuando hay fugas de lodos.
		Para dosificación de los reactivos se tienen en cuenta las hojas de seguridad para su manipulación.	x	Se cuenta con las hojas de seguridad.
		Se conoce los efectos producido por los reactivos usados.	x	Se revisa las hoja de seguridad
2	Molienda y Flotación	Las conexiones que van de las celdas de flotación a los depósito de los concentrados son los indicados.	x	Son movibles
		Existen fugas de concentrados.	x	Cuando existen se apaga las celdas y se arreglan donde hay fugas.
		La bomba utilizada para bombear los sólidos hacia las piscinas son las indicadas.	x	se cuenta con una bomba se sólido de 3 Hp.
		Para cargar los tanques de agitación resulta difícil.	x	No se cuenta con bombas de sólidos para enviar los concentrados al tanque.
3	Cianuración	El personal encargado del proceso utiliza elemento de protección personal indicado.	x	Si cuenta con los EPP indicado
		Los sólidos y el agua utilizada para el proceso de Cianuración son neutralizado ante de descargarlo hacia las piscina.	x	Los sólidos con cianuro son neutralizado con Peróxido de Hidrogeno.
		Los tanques de agitación son los indicados para el proceso de Cianuración.	x	Se adecuaron como lo amerita el proceso.
		Ha existido derrame de solución en el proceso de Cianuración.	x	Se hace con precaución.
4	Precipitación	el sistema Mery Crowe cumple con los requerimientos del proceso	x	Es el indicado para la capacidad de la planta
		Conoce los efectos que produce la manipulación del zinc.	x	Se conoce las reacciones.
		Se usa los elementos de protección personal.	x	Lo necesario.
		utiliza los elementos de protección personal requerido para la fundición	x	Elemento resistente al calor.
5	Fundición	El horno es el indicado.	x	Cumple con la capacidad de la planta.

Fuente. Autor de pasantía

4.1.3 Evaluar el estado actual de la fuente hídrica receptora de los vertimientos

(quebrada la redonda). Se realizó un recorrido por la fuente hídrica desde la parte alta donde se capta el agua para el consumo de la población hasta donde se descargar los residuos líquidos generado en la empresa.

4.1.3.1 Inspecciones a la fuente hídrica. Las inspecciones se hicieron para verificar cual es el estado de la fuente hídrica y se encontró que metro arriba donde se hacen los vertimientos generados en la empresa y a 400 metros de la bocatoma existen trabajo de minería informal el cual vierte sus residuos líquidos sin ningún control dichos residuos contienen cianuro y mercurio, también se observó que debido a la intervención de maquinaria pesada en la quebrada generó desviación del cauce y pozos afectando su estructura natural de la quebrada, hubo deforestación, y además se ha convertido en el lugar donde las personas de la población realicen actividades recreativas y de barequeo.



Fotografía 11. Bocatoma quebrada la redonda

Fuente. Autor de la pasantía



Fotografía 12. Pozo generado por la intervención maquinaria



Fotografía 13. Sitio de barequeo y recreación

Autor. Autor de pasantía

4.1.3.2 Determinación de volumen de agua captada para los procesos. El agua captada para los procesos ejecutados en la planta se toma de un pozo que recibe agua de la quebrada la redonda. Este pozo se produjo por explotación irracional de retro excavadora.

El agua se obtiene por medio de una moto bomba de 5 Hp la cual se conduce por medio de mangueras de 2" a cuatro tanques de almacenamiento con capacidad de 5.000 litros cada uno, dando un total de 20.000 litros. Estos tanques están conectado en serie y, con sus respectivas conexiones dirigidas a la planta. Estos tanque aproximadamente dura en llenarse 1 hora cabe

resaltar que durante la ejecución de los procesos esta moto bomba no es apagada debido a que hay proceso como el de flotación de requiere constantemente agua.

Para determinar el caudal utilizado se tuvo en cuenta la capacidad de almacenamiento de los tanques y el tiempo en que demora en llenarse.

$$\text{caudal } (Q) = \frac{\text{capacidad de los tanques}}{\text{tiempo de llenado}}$$

$$Q = \frac{20m^3}{3600seg} = 0,0055m^3/seg$$

Entonces:

$$V = Q * t$$

Donde. V: Volumen de agua

Q: Caudal

T: tiempo trabajado en la planta

$$V = 0,0055m^3/seg * 86400seg = 475,2m^3$$

Con esto se puede deducir que la planta requiere 475,2 m³ durante las 24 horas de trabajo de la misma. Los tanque durante las 24 horas son llenados 19.8 ≈ 20 veces diarios



Fotografía 14. Tanques de almacenamiento



Fotografía 15. Sitio de captación del agua para la planta

Fuente. Autor de pasantías

4.1.3.3 Caracterización del agua (análisis físico). Se realizó la caracterización de las aguas de la quebrada la redonda la muestra fue tomada en la boca toma ya que de esta fuente se capta el agua para el consumo de la población. Dicha caracterización arrojaron los siguientes resultados.

Tabla 7.

Resultado físico-químico bocatoma quebrada la redonda.

ANALISIS	METODO	RESULTADO
Color UPC	SM 2120 C-Fotométrico	8
Conductividad us/cm	SM 2510 B- Electrométrico	90,6
Turbiedad NTU	SM 2130 B- Nefelométrico	1,43
Sulfuros mg/L	SM4500 SO ₄ Nefelométrico	13,5
Cloruros mg/L	SM4500-CI B- titulométrico	3,87
Dureza total mg/L	SM 2340 C-Titulométrico	20,2
Alcalinidad total mg/L	SM 2320 B- Titulométrico	33,6
pH	SM 4500-H-Electrométrico	7,56
Nitratos mg/L	SQM 114776- Fotométrico	0,42
Fosfatos mg/L	SQM 114848- Fotométrico	0,45
Mercurio mg/L	SM 3112 B- Espectrométrico	<0,0011
Cianuro	SQM 109701- Fotométrico	<0,005

Fuente. Laboratorio universidad de Cartagena

Nota: Algunos de los parámetros analizados se discuten a continuación:

pH. El pH de las aguas naturales varía en función del estado trófico del sistema, concentración del gas carbónico, presencia de iones que determinan la alcalinidad total, iones que inciden en la acidez mineral, factores edáficos, presencia de ácidos orgánicos, profundidad

de la columna de agua, entre otros. En aguas naturales, el rango del pH en el cual se desarrolla y distribuye normalmente la biota acuática es de 6.5 a 8.5, situación que cumple el punto analizado, puesto que este parámetro se encuentra 7.56 y por tanto es apta para consumo humano.

Conductividad: Según los resultados obtenidos, se puede concluir que el agua es no salina en el punto analizado, debido a que tiene una conductividad menor de 250 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 90,6 $\mu\text{s}/\text{cm}$ indica una presencia media de sólidos disueltos totales.

Alcalinidad: las normas internacionales establecen que para la determinación de la alcalinidad en el agua potable, esta debe ser menor de 20 mg/lit de CaCO_3 . De acuerdo con EL análisis realizado por el laboratorio de la universidad de Cartagena esta muestra se encuentra por encima de los límites permisibles por tanto se consideran aguas duras.

Cloruros: el rango de cloruros de la muestra analizada es bastante bajo lo que indica que es apta como fuente para el consumo humano.

Mercurio: En el análisis efectuado de la muestra tomada, determina que la cantidad de mercurio está por debajo del límite de detección <LC (0.14).

4.1.3.4 Comparación de resultados con normatividad.

Tabla 8.

Comparación de resultado con el decreto 1594/1984

ANALISIS	METODO	RESULTADO	DECRETO 1594/1984	SI, NO
Color UPC	SM 2120 C-Fotométrico	8	20 UN	SI
Conductividad us/cm	SM 2510 B- Electrométrico	90,6	NA	
Turbiedad NTU	SM 2130 B- Nefelométrico	1,43	10	SI
Sulfuros mg/L	SM4500 SO ₄ Nefelométrico	13,5	NA	
Cloruros mg/L	SM4500-CI B- titulométrico	3,87	250	SI
Dureza total mg/L	SM 2340 C-Titulométrico	20,2	NA	
Alcalinidad total mg/L	SM 2320 B- Titulométrico	33,6	NA	
pH	SM 4500-H-Electrométrico	7,56	5,5-8,5	SI
Nitratos mg/L	SQM 114776- Fotométrico	0,42	1	SI
Fosfatos mg/L	SQM 114848- Fotométrico	0,45	NA	
Mercurio mg/L	SM 3112 B- Espectrométrico	<0,0011	0,002	SI
Cianuro	SQM 109701- Fotométrico	<0,005	0,2	SI

Fuente. Autor de pasantía

En términos generales la calidad del agua de la muestra tomada en la bocatoma de la quebrada la redonda y que es utilizada principalmente para consumo humano con respecto a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos caracterizados, cumple con las especificaciones establecidas por la legislación Colombiana (1594/84) como fuentes de agua para consumo humano.

4.1.4 Manejo y disposición final de los sólidos (estériles) en botaderos establecidos.

El diseño del botadero cuenta de una estructura en gaviones envuelta en malla de forma irregular, cubriendo un área aproximada de 0,8 hectáreas y una altura de 1,2 m. la pendiente donde se localiza es de aproximadamente 10°. Además cuenta con un sistema de cunetas para conducir el agua de escorrentía y evitar el arrastre de sedimentos. Se está llevando a cabo la construcción.

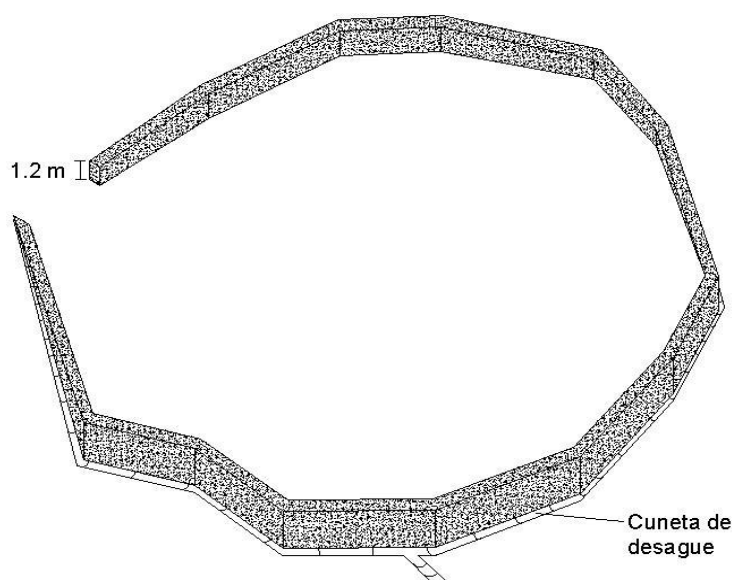


Figura 4. Estructura del botadero

Fuente. EIA Y PMA concesión minera especial EB-003

4.1.4.1 Revisión de alternativas para usos adicionales a los sólidos. Para darle la disposición adecuada a los sólidos procedimos a hacer una muestra con dichos sólidos, la muestra consistió en la generación de bloques para la construcción. Para la muestra tomamos 12 latas de los residuos y se agregó una bolsa de cemento, poca agua y se procedió a mezclar, luego se utilizó un molde de hacer bloques, el cual dio resultado se generaron 50 bloques de una bolsa de cemento.



Fotografía 16. Molde de hacer bloques

Fuente. Autor de pasantías



Fotografía 17. Procedimiento para la generación de bloques



Fotografía 18. Bloques formados

Fuente. Autor de pasantías

4.1.5 Establecer controles para el manejo de sustancias químicas utilizadas en los proceso. Los químicos utilizados deben ser manipulados por una persona capacitada en el uso y control, lo cual requiere de la utilización de elementos de protección y la revisión de las hojas de seguridad de los mismo, ya que la mala manipulación puede generar reacciones que pueden atentar contra la salud de la persona o el rendimiento de los procesos. Puesto que si se tiene ese control se logra el bienestar de la persona, la efectividad y el funcionamiento correcto de los procesos y la disminución de los costos.

4.1.5.1 Identificar y cuantificar los reactivos químicos. Se procedió a identificar los químicos haciendo una visita a la planta y a determinar la cuantificaron debido a que los procesos requieren de una dosis exacta para que el rendimiento sea óptimo. Los químicos y la dosificación para los procesos fueron los siguientes:

Tabla 9.

Reactivos Proceso de flotación

REACTIVO	PREPARACION	DOSIS
Sulfato de cobre	1 Kg/20 L de H ₂ O	2cm ³ /min
Xantato de Potasio	1 Kg/20 L de H ₂ O	5-7cm ³ /min
Aerotroth 65 + Aceite de pino	se mezcla por igual	2- 3cm ³ /min
Mx 5160	liquido puro	3-4cm ³ /min

Fuente. Autor de pasantía

Tabla 10.

Reactivos Proceso De Cianuración

REACTIVO	PREPARACION	DOSIS
Cal	Directamente al agitador	hasta elevar el pH a 12
Litargirio	Directamente al agitador	300gr/ton
Soda caustica	Directamente al agitador	300 g/ton
Peróxido de hidrogeno	3 L en 20 L de agua	Goteo
Cianuro	Directamente al agitador	2,5 Kg/ton

Fuente. Autor de pasantía

Tabla 11.

Reactivos Proceso de Neutralización

REACTIVO	PREPARACION	DOSIS
Peróxido de Hidrogeno	3 L en 20 L de agua	Goteo
Sulfato de cobre	Directamente al agitador	500 Gr

Fuente. Autor de pasantía

Tabla 12.

Reactivos Precipitación

REACTIVO	PREPARACION	DOSIS
Zinc	polvo	300gr/m ³ solución
Acetato de plomo	1 kg en 20 L de agua	Goteo
Cianuro	1 kg en 20 L de agua	Goteo

Fuente. Autor de pasantía

Tabla 13.

Reactivo de proceso de fundición.

REACTIVO	PREPARACION	DOSIS
BORAX	Granulado	No especifica
ACIDO NITRICO	Liquido	No especifica

Fuente. *Autor de pasantía*

4.1.5.2 Revisión de productos de menor toxicidad en los procesos. Teniendo en cuenta las hojas de seguridad de los químicos se procedió a determinar cuál es el mayor a menor grado de toxicidad y cuales requiere de más cuidado para su manipulación.

Esta clasificación se hizo de acuerdo a NFPA (National Fire Protection Association) es una entidad internacional voluntaria creada para promover la protección y prevención contra el fuego encontrada implícita dentro de las hojas de seguridad.

El sistema consiste en asignar colores y números, y dar una “clasificación” a un producto, manejando una escala del 0 al 4, dependiendo del grado de su peligrosidad. Cada uno de estos peligros está asociado a un color específico.

Las cuatro divisiones tienen colores asociados con un significado.

- El azul hace referencia a los riesgos para la salud
- El rojo indica el peligro de inflamabilidad
- El amarillo señala los riesgos por reactividad: es decir, la inestabilidad del producto.

A estas tres divisiones se les asigna un número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo).

En la sección blanca puede haber indicaciones especiales para algunos materiales, indicando que son oxidantes, ácidos, alcalinos, corrosivos, reactivos con agua o radiactivos.

Riesgos a la Salud. Se refiere básicamente a la capacidad de un material de causar daño a la salud a través del contacto o la entrada al cuerpo a través de las diferentes vías de entrada, como son la Inhalación, ingestión y contacto dérmico. Los daños a la salud resultantes del calor del fuego o debidos a la fuerza de la onda expansiva de una explosión, no están considerados en este sistema.

Grado de Peligro

- 4 Mortal
- 3 Muy Peligroso
- 2 Peligroso
- 1 Poco Peligroso
- 0 Sin riesgo

Riesgo de Inflamabilidad. Se refiere al grado de susceptibilidad de los materiales a quemarse. Algunos materiales pueden arder bajo algunas condiciones específicas, pero no lo podrán hacer bajo otras, la forma o condición del material debe ser considerada y todas sus propiedades inherentes.

Riesgo de Incendio

- 4 Debajo de 25 °C
- 3 Debajo de 37 °C

- 2 Debajo de 93 °C
 1 Sobre 93 °C
 0 No se inflama

Riesgo Específico. Los peligros especiales se refieren a la reactividad con el agua, propiedades oxidantes de los materiales que causan problemas especiales, y sustancias alcalinas.

Riesgo Específico

OX Materiales que tienen propiedad oxidante

W Materiales que reaccionan violentamente con el agua o explosivamente

SA Materiales gaseosos que son asfixiantes simples (corresponden al Nitrógeno, helio, neón, argón, Kriptón y xenón) (Riesgo Especifico, s.f.)

Tabla 14.

Clasificación de riesgo de acuerdo a NFPA

QUIMICO	CLASE	ROMBO NFPA		
		INFLAMABILIDAD	INESTABILIDAD	SALUD
CIANURO	6. Sustancia tóxicas	0. No se inflama	0. Estable	3. Muy peligroso
ACETATO DE PLOMO	6. Sustancia tóxicas	1. poco inflamable	0. Estable	3. Muy peligroso
PEROXIDO DE HIDROGENO	5. Sustancia oxidante	0. No se inflama	1. Inestable si se calienta	3. Muy peligroso

Tabla 14. Continuación

SODA CAUSTICA	8. Corrosivos	0. No se inflama	1. Inestable si se calienta	3. Muy peligroso
BORAX	5. Sustancia oxidante	0. No se inflama	0. Estable	3. Muy peligroso
LITAGIRIO	6. Sustancia tóxicas	0. No se inflama	0. Estable	3. Muy peligroso
ACIDO NITRICO	8. Corrosivo 5. Oxidante 6. sustancia tóxicas	0. No se inflama	0. Estable	3. Muy peligroso
SULFATO DE COBRE	9. Sustancia y articulo Misceláneo	0. No se inflama	0. Estable	2. Peligroso
ACEITE DE PINO	3. Líquido inflamable	1. sobre 93°C	0. Estable	2. Peligroso
ZINC	9. Sustancia y articulo Misceláneo	0. No se inflama	0. Estable	1. Poco peligroso

Fuente. Autor de pasantía

4.1.5.3 Revisión de métodos para neutralización de cianuro. Se consultó algunos de los métodos de neutralización de cianuro. Existen diferente métodos para neutralizar el cianuro a continuación cite algunos de los métodos más sencillo para su implementación.

Proceso de degradación natural: Se lleva a cabo debido a la interacción de varios procesos como la volatilización, hidrólisis, fotodegradación, disociación, oxidación química y bacteriológica, y precipitación. La degradación natural puede verse influida por variables como las especies de cianuro en la solución y sus respectivas concentraciones, temperatura, pH, aireación, rayos de sol, presencia de bacterias, tamaño de la poza, profundidad y turbulencia. Los mecanismos principales que controlan la degradación natural del cianuro son la volatilización del

HCN y la disociación de los complejos metálicos cianurados, siendo esta última la etapa controlante del proceso.

La degradación natural es un método simple de disminución de concentraciones de cianuro, pero su éxito depende de las especies de cianuro presentes, el tiempo de retención que la poza de almacenamiento puede proveer y los niveles de cianuro residual esperados. Las mayores ventajas del proceso de degradación natural son los costos de capital y operación bajos, no se conoce de formación de productos tóxicos, y se le puede usar como un pre-tratamiento. Este proceso no es adecuado si el tiempo de retención en la poza es limitado o si existe peligro de toxicidad para la vida silvestre.

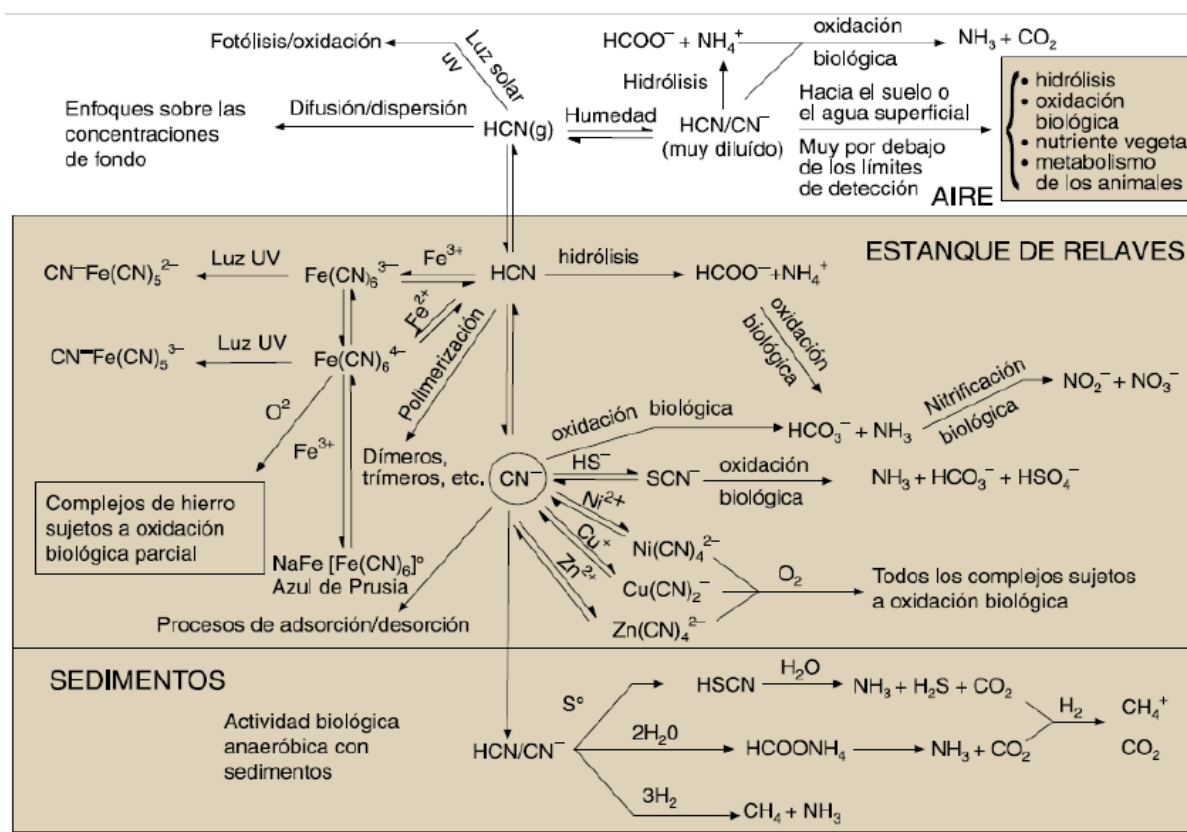


Figura 5. Degradación natural del cianuro

Fuente: aplicación de sistema pasivo para el tratamiento de soluciones residuales de proceso de Cianuración en minería de oro (RODRIGO ALVAREZ GARCIA)

Proceso de oxidación

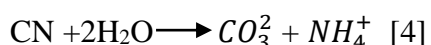
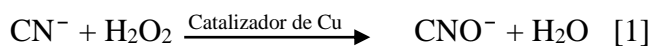
- **Clorinación alcalina:** La clorinación alcalina es un proceso químico que consiste en la oxidación y destrucción de las formas de cianuro libre y cianuro WAD en medio alcalino (pH de 10,5 a 11,5), donde el cloro se suministra en forma líquida o como hipoclorito de sodio o cálcico, llevándolo a la forma de CO causándola precipitación de los metales pesados como hidróxidos en aproximadamente 1 a 1,5 horas y 2,75 partes de cloro por parte de cianuro. En la práctica es mucho mayor, lo que depende principalmente de otros compuestos oxidables como el tiocionato, el que se oxida en preferencia al cianuro. Con este método se logra obtener efluentes con concentraciones $< 0,5$ mg/l. El cloro residual presente como hipoclorito y cloro aminas en el agua residual puede ser tóxico para la vida acuática, haciéndose necesario un tratamiento de clorinación, con la adición de SO o sulfito de sodio.

Ventajas

1. El costo de los reactivos es alto, especialmente si se requiere de una oxidación completa, puesto que el tiocionato las tiosales y el amonio son altos consumidores de cloro.
2. Se requiere automatización de la planta de tratamiento en lo que respecta a control del pH para evitar la formación de cloruro de cianógeno, el cual es más tóxico para los humanos.
3. No se recupera cianuro
4. Existencia de cloro residual en efluentes que pueden ser tóxicos para especies acuáticas.
5. Requiere el acoplamiento de otro proceso, como el del peróxido de hidrógeno (H_2O_2).

Proceso de Peróxido de hidrogeno H₂O₂: Se han desarrollado dos procesos los cuales utilizan el peróxido de hidrógeno para la destrucción oxidante del cianuro libre y los complejos de cianuro. El primer proceso conocido como Proceso Kastone, fue original mente propuesto por la Dupont, 1974 y por Mathre y Devries, 1981. Este proceso utiliza una solución de peróxido de hidrógeno al 41 % con unos pocos mg/l de formaldehído y cobre.

El segundo proceso fue desarrollado por Degussa Corporation, empleando una solución de peróxido de hidrógeno y sulfato de cobre en varias concentraciones, aunque es común no emplear las sales de cobre, debido a la presencia de este metal dentro de los minerales tratados; la reacción fundamental es:



El peróxido de hidrógeno en presencia de cobre oxida al cianuro libre a cianato como se ve en la ecuación [1]. El cianuro combinado con cadmio, cobre, níquel y cinc (cianuros WAD) se oxidan también a cianato durante el proceso. Los metales que quedan libres durante la oxidación se precipitan en forma de hidróxidos hasta alcanzar una concentración final que depende del pH del proceso, según indica la reacción [2]. Los compuestos de cianuro ferroso se combinan con el cobre libre en disolución para formar un complejo insoluble representado por la ecuación [3]. El pH óptimo para la eliminación de metales después de la destrucción del cianuro es 9,0 – 9,5, si

bien el proceso funciona en un amplio intervalo de valores de pH. Un pH inferior a 9,0 es óptimo para la precipitación de cianuros de hierro, pero dado que la eliminación de metales tiene generalmente mayor importancia que la eliminación de cianuro de hierro, es preferible un pH más elevado en el proceso. Generalmente, no hace falta una justificación de pH).

Ventajas y desventajas del proceso.

Las ventajas son:

1. Los costes de capital son iguales o menores que los correspondientes a otros procesos de tratamiento químico.
2. El proceso es relativamente sencillo de diseño y funcionamiento.
3. Pueden reducirse a contenidos ambientalmente aceptables todas las formas de cianuro, incluidos los complejos que contienen hierro.
4. Los metales pesados se reducen apreciablemente por precipitación.
5. El proceso es adaptable a operaciones de tratamiento de tipo continuo y discontinuo.
6. El proceso se ha empleado en el tratamiento de pulpas, disoluciones de proceso clarificadas y soluciones de lavado de lixiviación en pila.
7. El proceso ha demostrado ser eficaz en laboratorio, en instalación experimental y en funcionamiento a escala industrial.
8. No hace falta una regulación muy estricta del pH.
9. No es necesaria la automatización, pero sí es recomendable para optimizarlo.
10. El proceso no produce cantidades grandes de lodo residual y no introduce cantidades apreciables de sólidos disueltos.
11. No es preciso abonar derechos de licencia.

Las Desventajas son:

1. El costo y consumo de sulfato de cobre y de peróxido de hidrógeno como reactivos pueden ser excesivos.
2. El proceso no elimina el amoníaco ni el tiocionato.
3. Puede ser preciso un tratamiento suplementario si las concentraciones de amoníaco, tiocionato y metales en el efluente residual sobrepasan los niveles ambientalmente aceptables.
4. El cianuro no se recupera. (Tesis estudio de proceso de neutralización de cianuro presente en los residuos del proceso de lixiviado de minerales acuíferos en el distrito minero de vetas y california autores Jesús armando delgado y Jaime Armando Ortiz)

4.1.6 Formular estrategias para el tratamiento de las aguas usadas en los procesos.

Para el tratamiento del agua se implementó unos depósitos temporales para retener los sólidos y aguas generadas en el proceso de beneficio.

4.1.6.1 Caracterización del agua para determinar si es posible reutilizarla. Se tomó muestra de la piscina donde se deposita las aguas y arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 15.

Resultado físico-químico piscina de retención de líquidos

ANALISIS	METODO	RESULTADO
Color UPC	SM 2120 C-Fotométrico	46
Conductividad us/cm	SM 2510 B- Electrométrico	135
Turbiedad NTU	SM 2130 B- Nefelométrico	137

Tabla 15. Continuación

Sulfuros mg/L	SM4500 SO ₄ Nefelométrico	7,3
Cloruros mg/L	SM4500-CI B- titulométrico	3,46
Dureza total mg/L	SM 2340 C-Titulométrico	52,1
Alcalinidad total mg/L	SM 2320 B- Titulométrico	53,8
pH	SM 4500-H-B Electrométrico	7,04
Nitratos mg/L	SQM 114776- Fotométrico	0,3
Fosfatos mg/L	SQM 114848- Fotométrico	1,06
Mercurio mg/L	SM 3112 B- Espectrométrico	<0,0011
Cianuro	SQM 109701- Fotométrico	<0,005

Fuente. Universidad de Cartagena

Nota: De acuerdo con la normatividad vigente 1207 del 2015 algunos de los parámetros analizados cumple con los límites permisibles tanto para el uso agrícola como uso industrial pero, en la empresa no se ha implementado ningún mecanismo para el reúso de las mismas, ya que las piscinas de retención no se encuentran impermeabilizadas por lo tanto hay filtración lo cual reduce el volumen de las aguas.

4.1.6.2 Realizar tratamiento a los líquidos antes de ser vertido a la fuente hídrica.

Los líquidos antes de ser vertidos se disponen en unas piscinas para retenerlos y hacerle su debido tratamiento, cuyas medidas se muestran a continuación:

Piscina # 1

Ancho: 10 m

Largo: 20 m

Profundidad promedio: 1,8 m

Piscina # 2

Ancho: 15 m

Largo: 27 m

Profundidad promedio: 1,8 m



Fotografía 19. Piscinas de retención de sólidos y líquidos

Fuente. Autor de pasantía

El tratamiento de las aguas provenientes de los procesos realizados en la planta de beneficio se hace por medio de fitorremediación utilizando macrófitas acuática flotante como La *Eichornia Crassipes* (Jacinto de agua) el cual tiene la capacidad de remover metales como Cadmio, Cromo, Cobre mercurio, Plomo Zinc. A continuación se describe la especie usada.

***Eichornia Crassipes* (Jacinto de agua)**

Taxonomía. Se encuentra dentro de la siguiente clasificación.

Reino: vegetal

Clase: Liliopsida

Orden: pontederiales

Familia: pontederiaceae

Género: *Eichornia*

Especie: *Crassipes*

Descripción. El Jacinto de agua también conocido como lirio de agua, camalote o lechugin es una planta acuática perenne, vascular de flotación libre con raíces sumergibles, fibrosas y comúnmente coloreadas, de climas cálidos y fríos; con flores lilas y azulados. Es la octava planta con crecimiento más rápido en el mundo por lo que permite extenderse y sobrevivir en muchos sitios.

Puede duplicar su tamaño en diez días, y durante ocho meses de normal crecimiento una sola planta capaz de reproducir 70.000 plantas hijas que pueden llegar a medir entre 0,5 a 1,5 m desde la parte superior hasta la raíz.

Composicion quimica. El componente principal es el agua entre 93% y 95% de la masa total, este va a depender del medio donde crezca.

Tabla 16.

Composicion de Eichornia crassipes.

Constituyente	% de masa seca	
	Promedio	Intervalo
Proteína cruda	18,1	9,7-23,4
Grasa	1,9	1,6 -2,2
Fibra	18,6	17,1-19,5
Ceniza	16,6	11,1- 20,4
Carbohidrato	44,8	36,9- 51,6
NTK	2,9	1,6-3,7
Fósforo	0,6	0,3-0,9

Fuente. Romero Jaime, tratamiento de aguas residuales, 2002

Habitad. Puede vivir en agua dulces tranquilas o de ligero movimiento, como zanjas, canales, presas, arroyos, ríos y pantanos; es considerada como la maleza acuática. En la actualidad se distribuya en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

Reproduccion. Su reproducción es sexual y asexual. Se reproducen por propagación vegetativa, las semillas suelen ser una importante fuente de rebrote una vez que son eliminadas las plantas adultas.

Cultivo. El cultivo puede describirse de dos formas:

- Por el porcentaje de la superficie de agua ocupada durante un determinado tiempo.
- Por la densidad de la planta medida como masa de planta mojada por superficie unitaria.

En condiciones normales la *E. crassipes*, recubre la superficie de agua con una densidad de 1'Kg/m²(peso húmedo) y puede llegar hasta 80Kg/m²

Parametro de crecimiento. Su crecimiento va a depender del medio donde se desarrolle. Cuando hay escasez de elementos fertilizantes se inhibe el crecimiento de la planta. por lo contrario, en abundancia de nutrientes la planta se desarrolla a su máximo límite adquiriendo un intenso color azul-verdoso.

A continuación se citan parámetros de crecimiento.

- Requiere de iluminación intensa o estar en semisombra.
- Para un óptimo crecimiento la temperatura debe estar entre 25° y 30° c.
- Dada la relación nitrógeno/fósforo en los tejidos de la planta es mayor a la que se encuentra en el agua.,El nitrógeno se agota que el fósforo por lo que se hace necesario la

ferilizaci3n suplementaria con nitr3geno para lograr la eliminaci3n del f3sforo (tesis fitorremediaci3n mediante el uso de dos especies vegetales *lemna minor*(Lenteja de agua), y *Eichornia crassipes* (jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera)

Capítulo 5. Diagnostico Final

La explotación minera se ha convertido en una de las actividades más realizadas en nuestro país por lo tanto se convierte en una fuente de ingreso para quienes las laboren, pero es una de las actividades que impacta negativamente al medio ambiente en donde se desarrollan. De una u otra manera el hombre necesita de los recursos mineros para su supervivencia.

Con las prácticas profesionales realizadas en la empresa se conoció todos los procesos que se llevan a cabo para la obtención del oro y plata y sus afectaciones que trae consigo en el ambiente; en este caso me enfoqué en los vertimientos y disposición final de los sólidos que genera la planta de beneficio, trabajando sobre estos, se implementaron medidas de prevención, monitoreo, y control de dichos elementos que afecta las fuente hídricas cercanas.

A través de las visitas a la planta se llevó a cabo un seguimiento y control de los vertimientos y disposición de los sólidos, se implementaron depósitos temporales los líquidos y sólidos, se conoció los químicos utilizados en los procesos, se verificó que no hubiera fugas de los líquidos, y otra serie de actividades ya contempladas dentro del trabajo.

Con la colaboración del personal que allí labora fue posible llevar una correcta disposición de los líquidos y sólidos, se cumplió con los objetivos propuestos y aprendí que la minería es muy atractiva siempre y cuando se haga de la forma correcta.

Capítulo 6. Conclusiones

Con la realización de este trabajo se permitió conocer los procesos necesarios para la obtención de oro y sus afectaciones que produce al medio si no se hace con precaución.

Cabe resaltar que el proyecto concesión minera especial EB-0003 solo está iniciando por lo tanto ha tenido falencias y dificultades a la hora de realizar las actividades propuestas.

Se determinó que la planta de beneficio requiere de una cantidad mayor de agua para sus procesos lo que nos llevaría a reutilizarla.

Someternos a la normatividad vigente colombiana nos permite avanzar de manera sostenible con el ambiente y mostrarle a la comunidad lo beneficioso sería adquirir ese tipo de mecanismo.

Con la implementación de esta planta se reduce la manipulación de mercurio en la minería aurífera.

Los reactivos en las cantidades utilizadas en la flotación no contaminan las aguas por lo tanto se puede darle otro uso a la misma.

En el proceso de Cianuración los desecho como sólidos y agua cumplen un proceso de neutralización de cianuro antes de disponerlas a las piscinas.

Recomendaciones.

Llevar a cabalidad el cumplimiento de la normatividad vigente ambiental. Y que todo el personal operativo y administrativo este comprometido a la protección del recurso hídrico.

Que las piscinas sean impermeabilizadas para evitar filtración para así poderla reutilizarla y disminuir el uso de las mismas.

Utilizar otro tipo de alternativas para el uso de los sólidos ya que el que se implementó no siempre se va a realizar.

Se debe realizar capacitaciones al personal operativo sobre el funcionamiento de la planta y la disposición adecuada de los residuos sólidos y líquidos.

Tomar muestras a los residuos líquidos y sólidos procedentes de la planta constante para evitar sanciones o multa por parte de la autoridad ambiental.

Contar con los equipos requerido para el bombeo de los líquidos y sólidos.

Referencias

Aguas Industriales . (s.f.). Obtenido de <http://www.cadagua.es/aguas-industriales>

BRAVO G, A. C. (2004). MONOGRAFIA. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/manual-flotacion-minerales/manual-flotacion-minerales.shtml>

BRAVO, A. C. (s.f.). MANUAL DE FLOTACION.

congreso de la republica , c. (1974). DECRETO 2811. Obtenido de COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Disponible en internet: www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=1551

congreso de la republica , c. (2010). ALCAIDIA DE BOGOTÁ. Obtenido de . Decreto 3910 de 2010. Por el 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 dispos

CONGRESO DE LA REPUBLICA LEY 99 . (1993).

CONGRSO DE LA REPUBLICA, C. L. (s.f.). ALCALDIA DE BOGOTÁ. Obtenido de . Decreto 3910 de 2010. Por el 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 dispos

CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA; ART 79. (1991).

Contaminación. (s.f.). Obtenido de <http://glosarios.servidor-alicante.com/medio-ambiente/contaminacion>

CORDOBA, M. U. (2015). Guia de orientacion para el minero sobre el correcto manejo de vertimientos para la mineeria de metales preciosos y de carbon. bogota D.C.

COREAL, R. (s.f.). Tratamiento y posprtratamiento de aguas residuales, fundacion universitaria ce ciencia de ingenieria, centro de investigacion para el desarrollo, (CIPADE) .

Energia, M. d. (s.f.). google. Obtenido de [://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96](http://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96)

Glosario Técnico Minero . (s.f.). Obtenido de

<https://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96>

Guía de Orientación Para el Minero sobre el Correcto Manejo de Vertimiento para la Minería de Metales Precioso y de Carbón . (2015). Obtenido de

http://www.upme.gov.co/SeccionMineria_sp/Guia_orientacion_para_el_minero_correcto_manejo_vertimientos.pdf

LEY 1658/2013, C. (s.f.). ALCALDIA DE BOGOTÁ. Obtenido de 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. Disponibl

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA . (2003). MINMINAS. Obtenido de

www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96

Ministerio de Minas(UPME) y Universidad de Cordoba. (2015). Guia de orientacion para el minero sobre el correcto manejo de vertimiento para la mineria de metales preciosos y de carbon. Bogotá.

Producto de la Flotación. (s.f.). Obtenido de

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/jal/estudios/2006/14JA2006MD033.pdf>

Riesgo Especifico. (s.f.). Obtenido de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/seguridad-industrial-y-primeros-auxilios/rombo-nfpa-704.html>

Tapia, A. J. (2010). estudio de impacto ambiental y PMA concesion minera especial EB-0003. Minas Santa cruz bolivar.

Apéndice

Apéndice A. lista de fotografía

Proceso de Cianuración artesanal (percolación)



Molienda artesanal (cocos) con mercurio



Receptor de vertimiento de la minería artesanal



Apéndice B. Formato de tarjeta de mantenimiento.

