



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y  
Red Académica Iberoamericana Local-Global  
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la  
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la  
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 12. N° 34

Junio 2019

[www.eumed.net/rev/delos/34/index.html](http://www.eumed.net/rev/delos/34/index.html)

## ALCALINIDAD DEL AGUA - RIO TENGUEL. ASOCIACIÓN COMUNITARIA MINERA CORRALITOS EN EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN. CASO DE ESTUDIO ECUADOR

PhD. Juan Carlos Berru Cabrera. Ing. Civ.<sup>1</sup>  
[jberru@utmachala.edu.ec](mailto:jberru@utmachala.edu.ec)

MgS. Henry Manuel Correa Guaicha. Ing. Civ.<sup>2</sup>  
[hcorrea@utmachala.edu.ec](mailto:hcorrea@utmachala.edu.ec)

Laura Elizabeth Alvarado Correa<sup>3</sup>  
[lealvacor@gmail.com](mailto:lealvacor@gmail.com)

Ecuador

### CONTENIDO

Resumen .....	2
Abstract .....	2
1. Introducción.....	3
2. Objetivos .....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos .....	4
3. Marco teórico .....	4
3.1 Funciones y etapas del marco teórico .....	4
3.2 Definiciones .....	4
4. Metodología .....	9
4.1 Diseño de la investigación .....	9
4.2 La obtención de la información en el área crítica .....	9
4.3 Observación física .....	10
4.4 Procesamiento de datos .....	10
4.5 Implementación de programas, proyectos para la conservación del agua .....	10
4.6 Técnicas de confinamiento .....	10
4.7. Implementación de programas, proyectos para la conservación del agua (propuesta).....	12
5. Resultados .....	13
5.1 Resultados de la entrevista directa.....	14
5.2 Disponibilidad para aplicar procesos preventivos para mitigar la contaminación ambiental. ....	15
5.3 Impactos ambientales observados en la empresa .....	15
5.4 Análisis de los factores contaminantes que afectan el agua.....	18
5.5 Evaluación de la Matriz de Leopold.....	18

<sup>1</sup> Doctor En Ciencias Ambientales. Docente Universidad Técnica de Machala, UTMACH.

<sup>2</sup> Ingeniero Civil y Master en Cambio Climático. Docente Universidad Técnica de Machala, UTMACH.

<sup>3</sup> Estudiante de Economía. Universidad Técnica de Machala, UTMACH.

6.	Propuesta .....	20
6.1	Estudio del nivel de alcalinidad del agua.....	20
6.2	Estructura para la retención de sedimentos .....	20
7.	Conclusiones.....	21
8.	Recomendaciones .....	22
9.	Bibliografía .....	22

## RESUMEN

El trabajo investigativo aborda el problema que existe en la Asociación Comunitaria Minera Corralitos, sobre el desconocimiento del nivel de alcalinidad del agua del Río Tenguel y determinar si el proceso de explotación causa contaminación, por sedimentos y otros contaminantes utilizados en esta área, los mismos que afectan de manera directa a las aguas subterráneas del pozo minero.

El análisis y la elaboración de los resultados se realizaron a través de la observación física y una entrevista directa que se aplicó al representante legal de la empresa, donde se realizaron 10 preguntas las cuales determinaron que la empresa no ha realizado un estudio del nivel de alcalinidad antes, y que no está aplicando ningún sistema de gestión ambiental para prevenir, conservar y mitigar los daños ambientales producidos por los contaminantes los más importantes son producidos a causa de la utilización de pólvora, escombreras, metales y otros.

También se elaboró una matriz de Leopold, en donde se detalla cuantificadamente el nivel de impacto ambiental y la importancia del mismo que es producido por la actividad minera. La metodología aplicada es de forma mixta en donde se detalla esta investigación de forma cualitativa y cuantitativa los resultados obtenidos a través de estas técnicas, el más significativo es que las aguas subterráneas están contaminadas y esta contaminación es a largo plazo, mientras dure la operación de la mina, y la propuesta fue de realizar un estudio del nivel de alcalinidad del agua al Río Tenguel Alto y también construir una estructura para retener los sedimentos de la mina.

**Palabras clave:** agua, contaminación, minería, sedimentos, alcalinidad.

## ABSTRACT

This research work addresses the problematic situation at the Corralitos Mining Community Association on the unawareness of the level of alkalinity of the waters of Río Tenguel and it also determines whether the exploitation process causes contamination through sediments and other contaminants used in this area which also affect the subterranean waters of the mining well directly.

The analysis and the elaboration of the results were carried out through physical observation and a personal interview with the legal representative of the company with an overall of 10 questions which helped us to determine that the company has never carried out a study about the level of alkalinity, and that they are not applying any environmental management to prevent and palliate the harm produced by the use of gunpowder, dumps, metals, and other contaminants.

Moreover, a Leopold matrix was used. It helped us to describe quantitatively the level of environmental impact brought about by the mining activity and its relevance. A mixed methods research was applied to do this research work which describes the quantitative and qualitative results in detail. The most significant result was that the subterranean waters are contaminated and it is a long term contamination that will remain during the mining process. Finally, the recommendation was: an analysis of the level of alkalinity of the waters of Río Tenguel Alto and the construction of a structure to prevent the sediments from the mine to continue to contaminate the area.

**Keywords:** water, contamination, mining, sediments, alkalinity

## 1. INTRODUCCIÓN

La actividad minera en el Ecuador comenzó desde épocas históricas, en donde se extraía el oro a través de minerías artesanales como se las conoce actualmente, a partir de los años 80 se redescubrieron los yacimientos de Camilo Ponce Enríquez, actualmente el gobierno quiere impulsar el desarrollo del sector minero a través de reformas elaboradas a la Ley de Minería y otras políticas que garanticen el crecimiento del sector de una forma responsable con la sociedad y ambientalmente sustentable.

El cantón Camilo Ponce Enríquez, es reconocido como una zona minera, por los grandes yacimientos mineros que posee, según (El Ciudadano, 2013, pag. 2), por lo tanto la principal fuente de ingreso para los habitantes de este cantón proviene de la explotación minera, cabe recalcar que a mayoría de pozos mineros auríferos que existen en sus alrededores proceden de productores que practican la minería aurífera artesanal en pequeña escala, de tal manera que todos los sedimentos producidos por la exploración minera no son tratados de una manera adecuada debido a la falta de inversión en nuevas tecnología que ayuden a mitigar los daños ambientales y estas acciones traen consecuencias graves a largo plazo tanto para la fauna y flora, como también para los ríos que se encuentran cerca de los yacimientos mineros y finalmente para los habitantes de las comunidades que viven de esta actividad.

La Asociación Comunitaria Minera Corralitos, teniendo en cuenta todas estas consecuencias que pueden ser provocadas por no tomar medidas preventivas que puedan mitigar los daños ambientales en la realización de la explotación minera, nos abrió las puertas de su empresa para poder presentar una propuesta sobre la realización de un análisis del nivel de alcalinidad del agua en el área de explotación, ya que muchos sedimentos producidos por la explotación minera en esta área, podrían desembocar en la fluencia del río Tenguel Alto.

Es necesario enfocarnos en este problema, ya que el agua es de vital importancia para la vida en el mundo entero y es utilizada en todas las áreas y la minería no es la excepción, por lo tanto es menester efectuar un análisis de la alcalinidad del agua para conocer si existe un nivel de contaminación considerable y de esta manera poder ejecutar acciones correctivas dentro de los procesos de producción, esta investigación será muy importante para la Asociación Comunitaria Minera Corralitos, porque contribuirá en la mejora del proceso de explotación, al no contaminar el agua que es tan necesaria para la humanidad.

Este trabajo contribuye en gran manera a los estudios ya existentes como el realizado por (Vásconez & Durán, 2015, pag. 94), el cual evalúa la contaminación que existe en el Río Gala, por los asentamientos humanos como también los causados por la explotación minera, es importante conocer que el río Tenguel Alto desemboca en el río Gala, por lo tanto este trabajo ayuda a corroborar dicha investigación, nuestro estudio servirá para proponer un estudio del nivel de alcalinidad del agua en el proceso de explotación y así determinar si dicho proceso produce un impacto ambiental positivo que afecta de alguna manera al río Tenguel Alto y así conocer si ha aumentado la contaminación por la explotación minera artesanal y determinar si la Asociación Comunitaria Minera Corralitos contribuye a la contaminación de este río.

Estos autores una vez que obtuvieron los resultados del análisis del agua basado en varias muestras tomadas de diferentes puntos han llegado a la conclusión que cuando el agua incrementa su caudal en diferentes puntos donde se unen los afluentes, estos acumulan más contaminantes que al ser utilizados por el ser humano podrían causar daños en la localidad que lo usa. (Vásconez & Durán, 2015, pág. 151).

Además cabe recalcar que los resultados obtenidos por el análisis de alcalinidad del agua del río Tenguel Alto fue de 67,52% y también ha arrojado resultados positivos de (< 6) en cuanto a la presencia de Mercurio en el agua, este análisis fue realizado el 26/05/2015, según estudios de (Vásconez & Durán, 2015, pags. 159-164).

Se considera de vital importancia mitigar la contaminación en las fuentes de agua que sirven para el consumo humano, ya que, (Díaz Arriaga, 2015, pag. 949), manifiesta que el consumo de mercurio en el agua afecta gradualmente la salud de las personas, si bien es cierto la minería contribuye en la economía de un país, pero es necesario realizarla responsablemente, procurando disminuir al máximo los daños ambientales, en la empresa que vamos a auditar no existen procesos donde se utilice el mercurio, pero existen otros contaminantes como la pólvora, sedimentos, etc., pero indirectamente contribuye a este tipo de contaminación ya que necesita de plantas procesadoras para poder obtener el producto final, vale la pena recalcar que el Presidente Rafael

Correa está impulsando este sector y ofrece incentivos para que la minería se realice de forma sostenible, según (El Ciudadano, 2013, pag. 15).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Analizar el nivel de alcalinidad del agua a causa de sedimentos y químicos utilizados en el área de explotación, en la Asociación Comunitaria Minera Corralitos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analizar los impactos ambientales que causan disminución en los niveles de alcalinidad del agua en la Asociación Comunitaria Minera Corralitos.
- Determinar cuáles son los factores contaminantes del agua en el área de explotación.
- Proponer un estudio sobre el nivel de alcalinidad del agua para determinar las consecuencias de la explotación minera.

## **3. MARCO TEÓRICO**

Según, (Enriquez Fierro, Elena; Zepeda Gonzalez, 2003, pag. 25) Implica analizar y exponer las teorías, los enfoques teóricos, las investigaciones y los antecedentes en general para construir un marco conceptual y teórico, que permita mayor profundidad y alcance en el análisis, comprensión y explicación del problema de investigación.

### **3.1 Funciones y etapas del marco teórico**

Dentro de la funciones del marco teórico existen siete según (Enriquez Fierro, Elena; Zepeda Gonzalez, 2003, pag. 25), *ayuda a prevenir errores que se han cometido en otras investigaciones, orienta a cómo se realizará el estudio, amplía el horizonte del estudio, guía al investigador para que se centre en el problema, conduce al enunciado de hipótesis que más adelante se probaran en la realidad, inspira nuevas áreas de investigación y provee de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.*

“Las etapas que tiene la elaboración de un marco teórico son la revisión de la literatura correspondiente y la adopción de una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica”, lo afirma, (Enriquez Fierro, Elena; Zepeda Gonzalez, 2003, pag. 26)

### **3.2 Definiciones**

Agua

Según (Barba, 2002, pág. 2), “El agua es la sustancia básica del universo de la cual se derivan todas las cosas”.

En conclusión el agua es el elemento más importante en la naturaleza ya que la misma ocupa tres cuartas partes del planeta tierra, así como también forma parte integrante de en los seres vivientes tanto animales como vegetales.

Distribución del agua en la naturaleza

El agua se la puede encontrar en tres estados: líquido, sólido y gaseoso, el agua en el planeta se distribuye de la siguiente manera:

El 97.5% del agua se encuentra en mares y océanos de agua salada, el 2.5% es dulce, de la cual el 69% se encuentra en estado sólido en los polos y glaciares de montañas nevadas, el 30% en la humedad del suelo y el 1% en lagos, lagunas, ríos y estuarios, de la cual solo ese 1% de agua dulce es apta para el consumo del ser humano (Flores & Montesillo Cedillo, 2006, pág. 20).

**Tabla 1 Distribución del Agua**

Distribución	Porcentaje
Salada	97.5%
Dulce	2.5%

Fuente: (Flores & Montesillo Cedillo, 2006, pag. 20)

Recuperado de: [http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico\\_001.pdf](http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf)

**Ilustración 1 Distribución del agua**



Fuente: (Flores & Montesillo Cedillo, 2006, pag. 20)

Recuperado de: [http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico\\_001.pdf](http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf)

**Tabla 2: Distribución del agua dulce**

Distribución	Porcentaje
Polos y glaciares	69%
Humedad del suelo	30%
Ríos, lagos y lagunas	1%

Fuente: (Flores & Montesillo Cedillo, 2006, pag. 20)

Recuperado de: [http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico\\_001.pdf](http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf)

**Propiedades del agua**

Según, (Barba, 2002, pag 2) “El agua es un líquido inodoro e insípido. Tiene un cierto color azul cuando se concentra en grandes masas”. El agua, también llamada  $H_2O$  es el compuesto químico más puro y esencial en la vida ya que forma parte de todas las reacciones químicas en el ambiente, según (Barba, 2002, pag 2).

(Flores & Montesillo Cedillo, 2006, pag. 15), manifiesta que, para la mayoría también es conocida el agua por su fórmula química:  $H_2O$ , la cual representa una molécula formada por dos elementos: hidrógeno y oxígeno, que contiene dos átomos del primero y uno del segundo, unidos por medio de enlaces.

**Agua de mar.**

El mar es una gran masa de agua compuesta de una combinación de iones y otras sustancias animales y vegetales según (Barba, 2002, pag. 9). Sus principales constituyentes son:

Tabla 3: Constituyentes del agua de mar

CONSTITUYENTES	CONCENTRACIÓN (G POR KG)
Ion Sodio	10.76
Ion Magnesio	1.294
Ion Potasio	0.413
Ion Potasio	0.387
Ion Estroncio	0.008
Ácido Bórico	0.004
Nitrógeno	0.01
Oxígeno	0.007
Bióxido de carbono	0.6
Ion Cloruro	19.353
Ion Sulfato	2.712
Ion Carbono de Hidrogeno	0.142

Fuente: (Barba, 2002, pág. 9)

Recuperado de: <http://docplayer.es/5213737-Universidad-del-valle.html>

#### Agua de ríos y lagos.

El agua dulce que se encuentra en los ríos y lagos en el planeta es la más escasa que hay ya q solo existe el 2.5% de la misma en el planeta, de la cual no toda el agua dulce es apta para el consumo humano ya que cuenta con grandes concentraciones de sustancias químicas que a largo plazo pueden ser nocivas para la salud del ser humano (Barba, 2002, pag. 10).

Tabla 4: Especies Químicas Disueltas En Agua De Ríos Y Lagos

ESPECIES QUIMICAS	MÁXIMA CONCENTRACIÓN PERMISIBLE
Arsénico Iónico	0.05
Ion Bario	1.0
Ion Cadmio	0.01
Ion Cloruro	0.01
Cromo Iónico	250
Cobre Iónico	0.05
Ion Cianuro	1
Ion Fluoruro	0.2
Hierro Iónico	Sobre 2.0
Pb Iónico	Sobre 2.0
Sulfato de alquilo lineal	0.5
Manganeso Iónico	0.05
Ion nitrato ion Nitrito	10
Selenio (iónico)	0.01

Fuente: (Barba, 2002, pág. 10)

Recuperado de: <http://docplayer.es/5213737-Universidad-del-valle.html>

#### Alcalinidad del agua

Podemos establecer que la alcalinidad de agua consiste previamente en un proceso, donde se considerara y establecerá la capacidad de agua, con el único fin de neutralizar, optimizar y mitigar todo tipo de ácidos que perjudiquen a las aguas superficiales.

“Definimos la alcalinidad total como la capacidad del agua para neutralizar ácidos y representa la suma de las bases que pueden ser tituladas”(Goyenola, 2007, pag.1).

#### Contaminación

(Bermudez, 2010, pag. 5), define que, “La contaminación es la presencia o incorporación al ambiente de sustancias o elementos tóxicos que son perjudiciales para el hombre o los ecosistemas (seres vivos)”.

En cambio, (Gil, Soto, Usma, & Gutiérrez, 2012, pag. 52) Adiciona que existe la contaminación emergente, que son contaminantes que pasan desapercibidos pero causan alteraciones no deseadas en el agua, aire o suelo.

Por lo tanto se concluye que la contaminación es causada por el hombre el cual mediante elementos contaminantes altera el agua, suelo o aire, los mismos que son perjudiciales para el medio ambiente.

### **Contaminación del agua**

Es la presencia de contaminantes en el agua los cuales causan la destrucción de todos los seres vivos que se encuentran en ella, tanto en la agua de ríos, lagos y mares.

“Las empresas tienen que señalar que la ausencia de estos permisos significa también un factor que reduce las posibilidades de control sobre las aguas arrojadas a los ríos y lagunas luego de haber sido empleadas por las actividades extractivas”, según, (Isch, Edgar L.; Campaña K., Arturo; Nieto C., Carlos; Rengel Barrera, 2011, pag.27)

### **Contaminantes del agua**

Según (Echarri, 1998, pag.5) señala que existen ocho tipos de contaminantes del agua:

Microorganismos Patógenos: Son aquellas bacterias o virus capaces de transmitir enfermedades.

Desechos Orgánicos: Los producen los seres humanos y animales, estos residuos orgánicos cuando se encuentran en exceso agotan el oxígeno porque aumenta el número de bacterias que lo descomponen.

Sustancias Químicas inorgánicas: Son aquellos que causan daños graves los cuales son ácidos, sales y metales como el mercurio.

Nutrientes Vegetales Inorgánicos: Son sustancias que se disuelven en el agua como el fosfato y nitrato, las cuales sirven para el desarrollo de las plantas y al estar presentes en cantidades excesivas causan un olor desagradable en el agua disminuyendo así la vida en la misma.

Compuestos Orgánicos: Son aquellos que tienen una combinación molecular muy compleja, la cual es difícil de degradar por los microorganismos, ya que estas son fabricadas por el hombre entre estas tenemos los plásticos, gasolina, petróleo, detergentes, etc.

Sedimentos y Materiales Suspendidos: Son todas las partículas que se desprenden del suelo y otros materiales los cuales se mezclan con el agua, haciendo que esta se vuelva turbia.

Sustancias Radioactivas: Es un isótopo radioactivo soluble que se encuentra en el agua y se puede desarrollar aún más cuando este se encuentra presente en algún tejido vivo.

Contaminación Térmica: Cuando aumenta la temperatura del agua, disminuye la capacidad de generar oxígeno y mata a los seres vivos que se encuentran en ella.

### **Partículas sólidas**

En cuanto a las partículas sólidas, debemos conocer que son todos los desechos que brotan de las minas al momento de la explotación del mineral, cuyos componentes de dan por los drenajes, erosión o efluentes de minerales, según (Sánchez, 1995, pag. 271).

### **Aguas subterráneas**

A las aguas subterráneas, se considera que son aquellas originadas por las lluvias en exceso y que se encuentran por debajo del suelo las mismas que pueden ser afectadas por las descargas de la actividad minera, (Foster, Stephen; Hirata, Ricardo; Gomes, Daniel; D'Elia; Monica; Paris, 2002, pag. 4).

### **Metales sólidos**

Podemos definir a los metales tóxicos como aquellos metales que intervienen directamente en la contaminación del agua, al momento de la explotación del mineral, generalmente se encuentran a los alrededores de las rocas, es decir directamente causan efectos negativos en las corrientes acuáticas, y específicamente en las aguas superficiales, no obstante afecta negativamente también al ser humano y las especies silvestres biodiversidad.

“El impacto sufrido en un cuerpo de agua por los metales descargados, teóricamente puede medirse en el agua, así como en las partículas suspendidas y en los sedimentos” según (Romero, Flores, & Pacheco, 2010, pag. 62).

**Movilidad del mineral**

Específicamente la movilidad del mineral es la circulación del mineral entre fluidos, especialmente en aguas superficiales que es generado por la explotación de minas. Generalmente para los auditores ambientales en un poco complicado determinar o cuantificar aquellas circulaciones de fluidos por lo que proceden a un estudio más profundo para dar a conocer no con exactitud pero si con razonabilidad ese aspecto negativo.

“La movilidad se refiere a la capacidad de un elemento para moverse entre fluidos después de su disolución.” según (Romero et al., 2010, pag. 63).

Procedimiento a seguir, con el único objetivo de lograr un control y orden más adecuado en la actividad de explotación, fomentando de esta manera un desarrollo sostenible socioeconómico y manteniendo una buena relación con el ambiente específicamente, en su afectación del recurso agua.

**Desagudo de la mina**

Se da cuando a causa de la extracción del material, las aguas subterráneas que emergen de la roca, se acumulan en los pozos mineros, para lo cual es necesario utilizar un sistema de bombeo para poder seguir extrayendo el material, a este proceso se le llama desagudo, y se considera que al ser extraída estas aguas subterráneas contamina el lugar donde es vertida esto se agrava más cuando las empresas mineras dejan de operar, ya que es posible que estas aguas se acumulen en estos pozos y provoquen una emisión descontrolada de estas aguas al entorno natural según (Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW), 2007, pag. 12)

**Toxicidad**

La toxicidad corresponde a todo tipo de sustancias que generalmente afectan a el agua, es decir son tóxicos desagradables e insignificantes, que pueden aumentar el grado de contaminación para la especies acuáticas y para el ser humano, los mismo que causan efectos fe manera proporcional a su concentración (Sánchez, 1995, pag. 268).

**Sedimentos**

Según, (Recalde & Morante, 2007, pag. 2), menciona que los sedimentos son todos aquellos escombros que son desechados y no tienen ninguna utilidad, estos son producidos generalmente por la actividad minera, y en algunas veces son utilizados para lastrar carreteras, si estos sedimentos son arrojados al agua cusan un daño irreversible en el medio ambiente y en los seres humanos.

**Escorrentía**

Es aquella que se produce al momento de las precipitaciones causando así deslaves que pueden desembocar en el río y que logran causar gran contaminación si estas lluvias se producen cerca de una empresa minera que no tiene un control en los sedimentos y en el momento de la lluvia arrastra consigo estos contaminantes que a su vez contaminarán el agua de los ríos, según (Recalde & Morante, 2007, pag. 2).

**Minería**

Es una actividad económica que se encarga principalmente de la extracción de metales y no metales y existen dos tipos a cielo abierto y subterránea según (García Aguirre, 2012, 136). Las minas a nivel mundial son aquellas que ejercen una actividad al alto peligro económico, social y cultural, es por esta razón que hoy en día se está exigiendo a están empresas que establezcan proyectos de mejora ambiental, (López Bravo, Marcelo; Santos Luna, Jovanny; Quezada Abad & Segura Osorio, Marisela; Pérez Rodríguez, 2016, pag. 92).

**Minería artesanal**

La minería artesanal es aquella realizada a pequeña escala realizada por grupos familiares o por una asociación de tres o más mineros que no hayan invertido más de \$54900,00, o \$109800,00 respectivamente, según el art. 134 de la (Ley de Minería, 2009, pag. 21), y que trabajan con maquinarias no tecnificadas, por lo cual es la que causa mayor contaminación en el medio ambiente y más aún en el agua. Según estudios realizados por, (International Institute for Environment and Development, 2002, pag. 436), los impactos ambientales más comunes son provocados por la minería artesanal debido a la eliminación directa de contaminantes en los ríos o en el suelo provocando erosión, deforestación y destrucción de los ecosistemas.

## 4. METODOLOGÍA

Según, (Enriquez Fierro, Elena; Zepeda Gonzalez, 2003, pag. 27), Es el esquema general o marco estratégico que da la unidad, coherencia, secuencia y sentido práctico a todas las actividades que se van a realizar, para buscar respuesta al problema y objetivos planteados. Al seleccionar y plantear un diseño se busca maximizar la validez y confiabilidad de la información y reducir los errores.

La validez se refiere al grado en que se logra medir lo que se pretende medir. Es un requisito para lograr la confiabilidad de los datos. La confiabilidad se refiere a la consistencia, coherencia y estabilidad de la información recolectada. El tipo de diseño a utilizar va a depender de cómo se plantee el problema de investigación y de la revisión de la literatura que se haga. Otro elemento que debe plantearse claramente en el diseño, es la población o grupo o sujeto en que se realizará el estudio, (Enriquez Fierro, Elena; Zepeda Gonzalez, 2003, pag. 27).

Se utilizará la metodología mixta que consiste en una investigación cualitativa y cuantitativa, a continuación se identificará los aspectos ambientales significativos, factores contaminantes del agua en el área de explotación para proponer la realización de un estudio del nivel de alcalinidad del agua.

### 4.1 Diseño de la investigación

Esta investigación se la desarrolló en base a investigación científica, que nos permitirá dar recomendaciones para el mejoramiento de la contaminación relacionada con la alcalinidad de agua.

En cuanto al trabajo de campo también tendrá su respectiva investigación, que consistirá en visitar a la empresa, y observar las instalaciones y los distintos aspectos relacionados con la explotación del mineral, por lo tanto el estudio se basará específicamente en la observación física del agua del Rio Tenguel Alto que está ubicado a 200 metros de la Asociación Comunitaria Minera Corralitos, para determinar el grado de influencias negativas en la zona critica, pero que englobará diversos puntos de investigación respecto a la alcalinidad del agua.

### 4.2 La obtención de la información en el área crítica

Toda la información necesaria para la realización de esta investigación de gestión ambiental, será obtenida en este año, con la finalidad de captar los datos suficientes, que sirvan de apoyo para el análisis, estudio y propuesta, sobre la alcalinidad del agua, en la ASOCIACIÓN COMUNITARIA MINERA CORRALITOS.

Para esto se llevará a cabo una entrevista directa al representante legal, sobre todos los aspectos de explotación minera, seguridad, procesos, recursos a utilizarse que de una u otra manera se debía conocer para plasmar nuestros conocimientos dando solución e incentivos a este entorno, mitigando la afectación negativa en este recurso natural como en es el agua.

Ilustración 2 Rio Tenguel Alto visto desde el campamento



*Fuente: Propia*

*Ubicación: Asociación Comunitaria Minera Corralitos*

La entrevista directa, constaran de 10 interrogantes, las mismas que estarán estructuradas con preguntas cerradas, y sus respectivas observaciones. La entrevista está dirigida a la zona específica de estudio para verificar si la empresa es consciente de proteger el medio ambiente y también de contar con las precauciones necesarias para evitar cualquier tipo de contaminación, además del cuidado de sus trabajadores.

### 4.3 Observación física

Se realizará una evaluación sobre cómo se están dando las operaciones de explotación actualmente y de qué manera está afectando a los ríos cercanos a la empresa, también les mencionaremos sobre la implementación de un SGM, para que tengan conocimiento del mismo. Específicamente extraeremos muestra donde identificamos diferentes puntos como son:

- La observación física del agua con el fin de analizar y verificar la existencia de contaminantes emanados por la explotación minera, cabe recalcar que durante esta fase se determinará que la Asociación que estamos evaluando es o no la única existente en ésta área, que se dedican a la misma actividad.
- Visitaremos los alrededores del río, que es la zona crítica donde podría existir mayor afectación, concentración de sedimentos y toxicidad que podrían afectar al agua.
- Finalmente determinaremos el grado de afectación realizando un análisis de la situación y dando las posibles soluciones a estos problemas encontrados.

### 4.4 Procesamiento de datos

Los datos obtenidos y que estarán expuestos a ser procesados serán aquellos relacionados con las observaciones físicas realizadas en la empresa y en la zonas críticas donde se encuentre la afectación de manera directa por la explotación del mineral, esto dará una idea clara de los procesos a utilizarse para la evaluación y diseño hacia la conservación del agua indispensable para las comunidades y para quienes conforman la empresa al disponer de la misma y sobre todo a disminuir los costos a los que la empresa se haría acreedora si no implementa un sistema de conservación y mitigación de la contaminación del agua.

### 4.5 Implementación de programas, proyectos para la conservación del agua

El agua es una de las fuentes hidrológicas más importantes, por lo que es necesario que se implementen estrategias para evitar la contaminación de la misma a causa de los químicos utilizados para la extracción de mineral dentro de la mina (Foster, 1992, pag. 11) (Foster, 1992, pag. 11), en su publicación indica que hay dos técnicas para proteger de la contaminación a las aguas subterráneas, las cuales se detallan a continuación:

- Técnicas de confinamiento
- Técnicas de tratamiento in situ

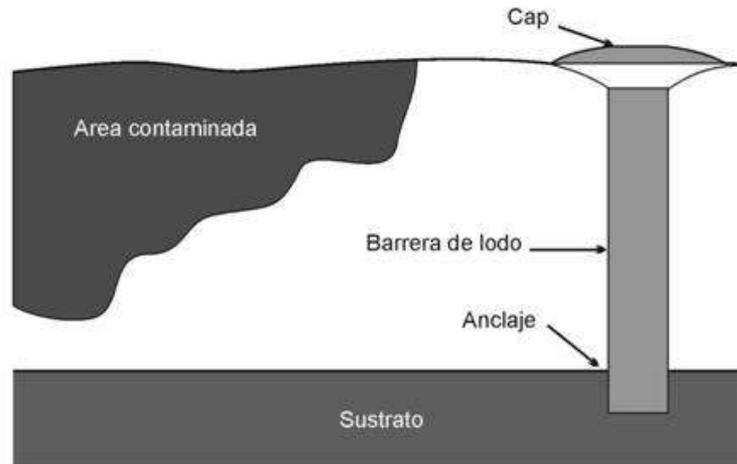
### 4.6 Técnicas de confinamiento

La función de las técnicas confinamiento son básicamente aislar el agua contaminada de un determinado sector evitando así la proliferación de la contaminación hacia el agua subterránea, (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007, pag. 22). El confinamiento se realiza en la construcción de barreras protectoras para así evitar la proliferación de contaminantes las cuales son de diversos tipos:

- *BARRERAS VERTICALES DE LODO*

(Ortiz et al., 2007, pag. 22), la define como trincheras verticales que se realizan alrededor del área afectada las cuales son rellenas con lodo para impermeabilizar dicha zona y evita que la contaminación se expanda, este lodo se constituye con una mezcla de arcillas especiales de sepiolita y bentonita.

Ilustración 3: Barrera de Lodo



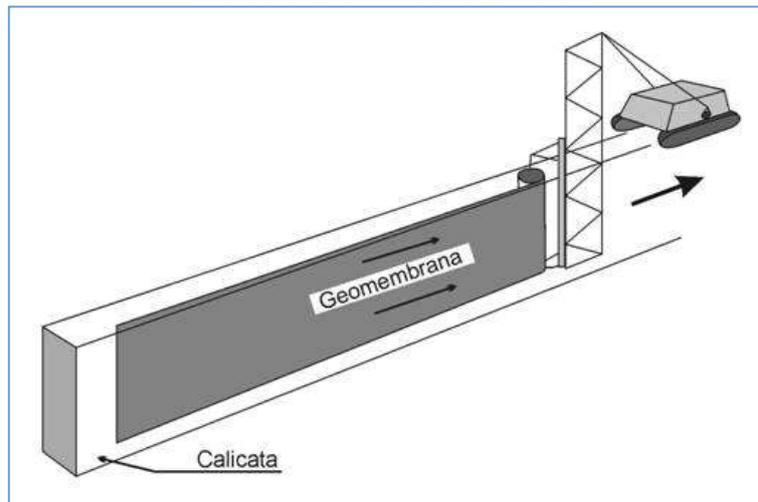
**Autor:** Curso minería y medio ambiente (Oyarzun, 2001)

**Recuperado de:** <http://www.uclm.es/users/higueras/MAM/MMAM10.htm>

○ *Membranas sintéticas*

(Ortiz et al., 2007, pag. 22), la define como un material elaborado por membranas textiles con filtraciones desiguales que se colocan cavando alrededor del sitio afectado.

Ilustración 4: Membrana Sintética



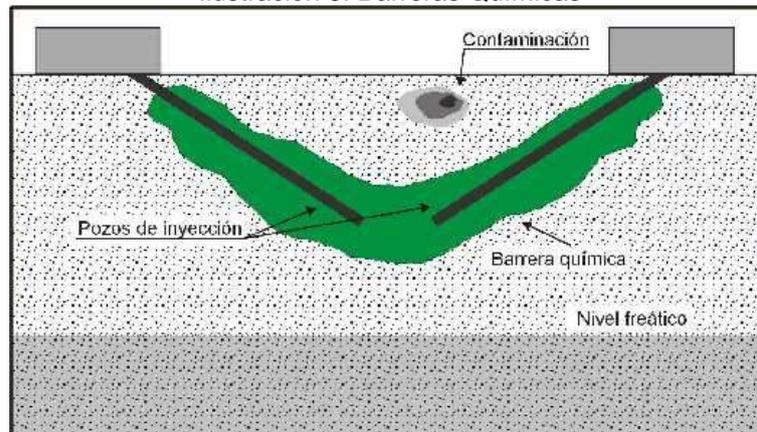
**Autor:** Curso minería y medio ambiente (Oyarzun, 2001)

**Recuperado de:** <http://www.uclm.es/users/higueras/MAM/MMAM10.htm>

○ *Barreras químicas*

(Ortiz et al., 2007, pag. 29), menciona que producto químico que impide la dispersión del contaminante se colocadas debajo de las zonas afectadas y sirve para reducir la filtración o para reducir las toxicidad.

Ilustración 5: Barreras Químicas



Autor: Curso minería y medio ambiente (Oyarzun, 2001)

Recuperado de: <http://www.uclm.es/users/higueras/MAM/MMAM10.htm>

#### Técnicas de tratamiento in situ

Esta técnica se aplica cuando el problema afecta en gran manera al suelo que impide su aislamiento, tratamiento o cuando su costo de mitigación es demasiado elevado, este tratamiento puede ser biológico o físico químico (Ortiz et al., 2007, pag. 40).

#### Técnicas de remediación in situ biológicas

Existen dos técnicas: Biorrecuperación y Fitorrecuperación

##### ○ Biorecuperación

Esta técnica utiliza bacterias para mitigar el problema y generalmente es utilizado para el tratamiento de contaminantes orgánicos, estas bacterias deben estar en condiciones que puedan crecer para así eliminar sustancias químicas dañinas en el suelo y en las aguas subterráneas (Rivilla Cueva, 2016, pág. 39).

##### ○ Fitorrecuperación

Esta técnica emplea plantas para la eliminación o mitigación de contaminantes, en el suelo y en el agua, según (Rivilla Cueva, 2016, pág. 47) "La Fitorrecuperación es una técnica emergente que utiliza la capacidad de ciertas especies vegetales para sobrevivir en ambientes contaminados con metales pesados y sustancias orgánicas y a la vez extraer, acumular, inmovilizar o transformar estos contaminantes del suelo".

#### Técnicas de remediación in situ físico – químicas.

Las técnicas de remediación in situ de carácter físico-químico se hablara de la:

##### ○ Extracción de agua

"Es una técnica empleada principalmente para acuíferos contaminados que consiste en extraer el agua contaminada del suelo y del subsuelo, tanto de la zona saturada como de la zona no saturada" (Ortiz et al., 2007, pag. 30).

#### 4.7. Implementación de programas, proyectos para la conservación del agua (propuesta)

La principal propuesta es de realizar un estudio del nivel de alcalinidad del agua y también se dará a conocer un breve diseño sobre la implementación del SGA en el área de explotación.

1. Primeramente la empresa debe contar con la estructura organizativa, donde se determinaran todas las responsabilidades y funciones correspondientes, a aquellos trabajadores dedicados al esfuerzo físico e intelectual de la empresa minera.
2. La existencia de los recursos humano y material necesarios para lograr resultados que este caso es la extracción del mineral, eso sí siempre con las debidas implementaciones de seguridad para aquello.

3. Planificación de todas las actividades mineras y las respectivas medidas frente a impactos ambientales negativos que se dan en la compañía minera hasta el momento. También se mostrara según la norma ISO 14001, una ejemplarizarían de la estructura de un SGA.

- Política ambiental
- Planificación
- Implementación y operación
- Verificación
- Revisión por la dirección

Se mencionará las siguientes etapas para que la empresa tenga un conocimiento general del SGA:

- Etapa I: Compromiso ambiental y planificación del proceso.
- Etapa II: La revisión ambiental inicial
- Etapa III: Implantación del SGA
- Etapa IV: Certificación del sistema de gestión ambiental

## 5. RESULTADOS

Una vez que se ha manifestado la metodología a utilizar para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación, se procedió a visitar a la Asociación Comunitaria Minera Corralitos por primera vez para programar la entrevista directa con el representante legal el 09/07/2016, en donde se estableció el día de la siguiente visita, consecuentemente a este hecho el 16 de julio del 2016, el equipo de investigación conformado, procedió a visitar por segunda vez la empresa con el objetivo aplicar la técnica de la observación física a cada una de las instalaciones de la empresa y especialmente al río Tenguel Alto en donde se utilizó como un indicador de contaminación a los peces, también se realizó una entrevista directa al representante legal de la empresa en donde se recopiló información acerca de los aspectos ambientales más relevantes y del mismo modo se realizó una valoración del impacto ambiental a través de la matriz de Leopold, la cual se detallara más adelante.

*Ilustración 6 Equipo de investigación con el representante legal y los accionistas de la empresa.*



**Fuente:** Propia

**Ubicación:** Asociación Comunitaria Minera Corralitos el 16/07/2016

Cuando se recorrió las instalaciones de la empresa, el representante legal manifestó que llevan trabajando 9 meses, en ese momento se le procedió a realizar una entrevista directa, los resultados se detallan a continuación pero mencionó que durante aquel tiempo aún no han realizado un estudio del nivel de alcalinidad del agua y que no han implementado un programa para la gestión ambiental pero que están trabajando en ello. Además un accionista manifestó que su empresa no es la única que está trabajando en esa área, sino que existen 20 empresas más, que trabajan en las mismas condiciones, cabe recalcar que estas empresas solo se dedican a la prospección, exploración y explotación del material y que el proceso de molienda para la separación de los metales se realiza en plantas procesadoras particulares, estas plantas son las que causan un mayor impacto ambiental debido que para extraer el oro utilizan el mercurio que es el principal causante de la contaminación de los ríos.

## 5.1 Resultados de la entrevista directa

### *Procesos utilizados para la explotación del material.*

El representante legal manifestó que la empresa realiza tres procesos para la extracción del material estos son la prospección, exploración y explotación, cabe recalcar que esta investigación se basa principalmente en el proceso de explotación; en cuanto a la prospección es la etapa inicial en donde se requiere un profesional que proporcione información acerca de la existencia de valor y el lugar de su ubicación, la exploración es el proceso donde se empieza a excavar un túnel pero aun trabajan sin valor es decir que todo el material extraído es caja, y por último la explotación en este proceso es cuando ya existe valor es decir que ya se ha encontrado el mineral y se procede a extraerlo para luego ser procesado dicho en otras palabras la mina ya está en producción.

*Ilustración 7 Ingreso al pozo minero*



**Fuente:** Propia

**Ubicación:** Asociación Comunitaria Minera Corralitos el 16/07/2016

### *Protección a los trabajadores para prevenir accidentes.*

El representante declaró que los trabajadores si disponen con los recursos necesarios para llevar a cabo la explotación minera y prevenir cualquier tipo de accidente, aunque según lo observado si hace falta más control en esta área para evitar algún contratiempo.

### *La actividad minera afecta al medioambiente*

Respondió que la empresa si es consiente que la actividad minera si afecta de manera directa al medio ambiente, y por esta razón ellos están dispuestos a tomar las medidas de prevención necesarias para mitigar los daños ambientales.

### *Programas de prevención e incentivación ambiental*

El mencionó que la empresa aún no cuenta con los programas de prevención e incentivación ambiental para así prevenir y mitigar los impactos negativos que provoca la actividad minera, pero dijo que todo esto se encuentra en trámite pero que ellos si toman medidas preventivas dentro de la organización.

### *Existe un sistema de gestión ambiental*

El entrevistado dijo que la empresa no cuenta con un sistema de gestión ambiental pero que si están dispuestos a implementarlo.

### *El sitio geográfico es aceptado por los pobladores.*

En esta pregunta el entrevistado señaló que los pobladores están de acuerdo con la minería y están conscientes de la contaminación que esta produce pero están dispuestos a tolerar esto, porque la minera es la fuente principal de ingresos para el sustento de las familias, tanto de hombres como mujeres, los hombres trabajan dentro de los pozos mineros y las mujeres se dedican a la recolección del material, también conocido como "janche".

Por esta razón se puede ver que a causa de la necesidad de las personas para sobrevivir, tener mejores condiciones de vida y más oportunidades de trabajo, los habitantes prefieren tener una mejor situación económica, social y cultural a costa de la contaminación ambiental que de alguna manera se produce al realizar la explotación minera.

**Ilustración 8 Recolectores de material**

Fuente: Propia

Ubicación: Asociación Comunitaria Minera Corralitos el 02/07/2016

**Trabajadores que operan en la mina.**

Según la entrevista existen un total de 30 trabajadores que operan en la mina que laboran en las distintas áreas de la empresa y estos se distribuyen dentro de los siguientes cargos:

- Gerente
- Secretaria
- Administrador
- Cocinera
- Barrenador
- Ayudantes de maquina
- Guardián
- Obreros de

**Porcentaje estimado de afectación al ambiente.**

El porcentaje de afectación al ambiente estimado por el representante legal de la empresa es de un 5% valor que se obtuvo según su punto de vista, ya que el río no se encuentra contaminado y el recurso afectado son las aguas subterráneas que emana el pozo minero.

**La empresa ha realizado un estudio del nivel de alcalinidad del agua.**

El entrevistado mencionó que la empresa nunca ha realizado un estudio del nivel de alcalinidad del agua, pero que una de las 20 empresas vecinas si lo ha realizado y los resultados de dicho análisis determinaron que el Río Tenguel Alto no está contaminado, cabe recalcar que un trabajador de la mina dijo que en ese río sus compañeros de trabajo incluido él, luego de concluir su jornada de trabajo, suelen ir a pescar.

**5.2 Disponibilidad para aplicar procesos preventivos para mitigar la contaminación ambiental.**

En esta última pregunta el representante legal de la empresa afirma que la empresa si está dispuesta a implementar proceso preventivos con la finalidad de conservar y mitigar la contaminación ambiental especialmente del agua.

Como consecuencia de la visita a la empresa minera, hemos podido conocer los aspectos ambientales que afectan a el agua ocasionando su disminución de alcalinidad, no solo eso sino también a la biodiversidad y a la naturaleza, lo que ocasionaría un costo alto para los propietarios de la empresa minera, en un futuro, sino aplican normas de regularización ambiental, previniendo, estos impactos negativos.

De acuerdo a la investigación y a la observación física de los diferentes factores que afectan de manera significativa la alcalinidad del agua, se determinó lo siguiente.

**5.3 Impactos ambientales observados en la empresa**

Dentro de los impactos ambientales analizados se determinó que la empresa aún no ha contaminado el agua del río Tenguel Alto, pero si se ha encontrado ciertos impactos que si no son

controlados a tiempo podrían contaminar el río a medida que pase el tiempo, los cuales se detallan a continuación.

#### **Impactos en los recursos hídricos**

El impacto más significativo se da en las aguas subterráneas porque estas al momento de explotar la peña se mezclan con los sedimentos y pólvora, cabe recalcar que el Río Tenguel Alto no está contaminado, ya que todas las escombreras resultadas de la explotación minera no llegan al río, como vemos en esta fotografía la corriente del río Tenguel Alto está rodeada de bellos árboles que dan encanto y belleza a la naturaleza, por esta razón todos aquellos que ejercen actividades productivas deben conservar este recurso, consecuentemente se tomó como indicador de contaminación a los peces ya que la existencia de los mismos indica que el ambiente está sano y este río está íntegro.

*Ilustración 9 Corriente del Río Tenguel Alto*



Fuente: Propia

Ubicación: Asociación Comunitaria Minera Corralitos el 16/07/2016

#### **Impactos por el desaguado de la mina**

Al entrar al pozo se observó que por causa de la extracción del material las aguas subterráneas se encuentran en las líneas de producción y obstruyen el camino como se puede observar en la imagen, por esta razón se extrae esta agua a través de un sistema de bombeo, estas aguas son desaguadas al exterior de la mina, estas aguas residuales no son arrojadas al río sino al suelo, por lo tanto no se contamina el río, sino más bien al suelo.

*Ilustración 10 Desaguado en la boca mina*



Fuente: Propia

Ubicación: Asociación Comunitaria Minera Corralitos el 16/07/2016

#### **Emisiones de escombreras o sedimentos**

Se observó que los sedimentos del material que es extraído de la peña después de ejecutar la explotación, es desechado en un espacio físico alrededor de la mina, el mismo que por el momento no posee una estructura que contenga dichos sedimentos, el gerente manifestó que ya están planeando hacer dicha estructura para así evitar que esto cause un efecto negativo para la

naturaleza y biodiversidad. Específicamente nos dieron a conocer que este material no afecta a la cuenca del río Tenguel Alto, se podría decir más bien podemos observar que la naturaleza como árboles en son los más afectados.

*Ilustración 11 Sedimentos del material*



**Fuente:** Propia

**Ubicación:** Asociación Comunitaria Minera Corralitos el 16/07/2016

#### ***Observación física del río tenguel alto***

Para poder llegar al río un guía mostró el camino equipo de investigación, una vez que se recorrió la orilla del río se determinó el estado natural y actual del mismo, se caminó una distancia de 200 metros, al observar minuciosamente se determinó el agua del río no estaba contaminada, pero es necesario tomar medidas preventivas para evitar cualquier tipo de contaminación futuro, por lo tanto la empresa debe hacer e implementar en un lugar una estructura donde se arrojen los sedimentos o escombreras del material desechado, para que de esta manera, no ocasione daños en este recurso tan importante en la naturaleza.

Como consecuencia de la visita que se realizó a la mina se determinó los aspectos ambientales que afectan a el agua ocasionando su disminución de alcalinidad, no solo a eso sino también a la biodiversidad y a la naturaleza, lo que ocasionaría un costo alto para los propietarios de la compañía minera, en un futuro, sino aplican normas de regularización ambiental, previniendo, estos impactos negativos, esto se observó dentro del campamento pero estos contaminantes no llegan al río.

*Ilustración 12 Observación física del Río Tenguel Alto*



**Fuente:** Propia

**Ubicación:** Asociación Comunitaria Minera Corralitos el 16/07/2016

#### **5.4 Análisis de los factores contaminantes que afectan el agua**

En cuanto a los contaminantes directos que afectan significativamente al agua tenemos los siguientes:

##### **FACTORES CONTAMINANTES**

###### *Escorrentía*

En cuanto a esto se observó que la empresa no posee con sistemas de drenaje que permita que el agua que sale al momento que se realiza la explotación minera para la extracción del mineral no se mezcle con las aguas del río, actualmente no existe contaminación del agua por esta causa ya que el río está ubicado a unos 200 metros de distancia, pero se debe tomar en cuenta este aspecto ya que sería peligroso a largo plazo porque provocaría una afectación indirecta en el agua debido a la actividad minera.

###### Polvo y gases

Se constató que la empresa minera si cuenta con un extractor de polvo y gases emanados al momento de la perforación de la roca, el polvo se esparce por el aire y no afecta directamente al agua sino más bien al aire, pero que ha sido considerando por el equipo de investigación como uno de los factores que de una u otra manera influyen en el tema de la alcalinidad del agua, al momento de que se transporta por el aire y llega de alguna manera al río.

###### Pólvora

Este factor principalmente se produce al momento de la colocación de los explosivos compuestos con fulminante, pólvora y una mecha lenta utilizados para la detonación de la peña en el proceso de explotación, se observó que todos aquellos residuos producidos al momento de la explosión, son arrojados al exterior de la boca mina, lo cual es una afectación directa al suelo y de forma indirecta para la contaminación del agua ya que estos residuos se mezclan con la pólvora y la distancia que para que llegue al río es de 200 metros.

###### Sedimentación

En cuanto a la sedimentación, se observó que al momento de la explotación del mineral la empresa no tiene una estructura para el almacenamiento de los sedimentos producidos en el área de explotación, por lo que necesario, hacerlo debido a que al no hacerlo no solo afectaría negativamente y significativamente al agua sino también a las especies que habitan en el río como peces, etc. disminuyendo de esta manera la biodiversidad, actualmente esto aspecto no afecta el agua ya que los sedimentos no llegan al río.

###### Diésel

Esto hace referencia a todos los residuos que surgen del diésel, ya que en la empresa no hay luz eléctrica y toda la maquinaria funciona con generadores de energía, es por esto que se observó que, estos residuos, no se mezclan con el agua ya que el depósito de este combustible está en un lugar muy apartado del río.

#### **5.5 Evaluación de la Matriz de Leopold**

A continuación se detalla a través de la matriz de leopold una evaluación de los factores contaminantes de la Asociación Comunitaria Minera Corralitos, ubicada en el sitio San Salvador, en donde constan las respectivas valoraciones de acuerdo a la importancia y magnitud, se calificó las afectaciones que se dan principalmente al agua, a los peces, suelo y se evaluó específicamente el proceso de explotación.

*Ilustración 13 Matriz de Leopold*

Componentes Ambientales		Acciones		Modificación del Hábitat	Alteración de Hidrología superficial	Explosiones y perforaciones	Descarga de efluentes líquidos	Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas	Agregación de Impactos		
		Acciones	Componentes Ambientales									
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	AGUA	Calidad del agua	-1	-1	-5	-2	0	4	-12			
	PROCESOS		Sedimentos y precipitación	2	3	1	1					
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FAUNA	Peces y crustáceos	-3	2	-3	-3	1	3	-16			
			2	1	2	2						
FACTORES CULTURALES	USO DEL SUELO	Minería y Canteras	1	3	1	-1	3	1	+6			
			1	2	1	2						
			-1	3	3	3	3	1	+13			
			2	3	1	1						
Afectaciones Positivas			1	3	2	1	<b>Comprobación</b>					
Afectaciones Negativas			3	1	2	3						-9
Agregación del Impacto			-9	+14	-7	-7					-9	-9

**Fuente:** Propia

Según lo observado en la Asociación Comunitaria Minera Corralitos, tomando como referencia de evaluación a la matriz de Leopold podemos decir que el impacto ambiental causado por la actividad minera se encuentra en un grado medio de daño ambiental.

La actividad minera que se realiza en el sector si ha afectado al hábitat natural de los alrededores de la mina, puesto que según lo relatado por uno de los trabajadores de la mina se han podido divisar en algunas ocasiones especies animales como: guantas, gualillas, armadillos, cuchuchos, los cuales se ven obligados a salir de sus escondites debido a las actividades que ahí se producen.

En cuanto a la afectación del agua del río que se encuentra a aproximadamente uso 200 metros de distancia, se constató que no está contaminado puesto que el que las escombreras o sedimentos que son separados de la veta de oro, no llegan hasta las cercanías del río, ni tampoco se ve afectada por sustancias químicas como el mercurio por ejemplo puesto que la sociedad solo se dedica a la extracción de la veta de oro mas no se dedica al procesamiento del mismo, razón por la cual el cauce del río no se ve afectado por la actividad minera del sector.

Lo que respecta a la construcción del pozo minero se observó que en el piso del mismo había aguas subterráneas las que por sí ya están contaminadas con la actividad minera, la misma la que suponemos que a largo plazo se podrían filtrar en un mínimo porcentaje y desfogar al cauce del río, provocando así una pequeña alteración en la calidad del agua; así mismo pudimos notar que dentro del pozo minero las actividades que se realizan ahí son de alto riesgo para la seguridad y la

salud de los trabajadores puesto que detectamos la presencia de fugas de gas la cual es tóxica para el cuerpo humano al exponerse durante un largo periodo de tiempo a la misma, la cual puede causar graves consecuencias en la salud de los trabajadores a largo plazo.

Finalmente lo que respecta a los sedimentos residuales de la veta extraída están siendo arrojados por un pequeño barranco que han sido construido por la empresa pero aún no cuenta con una estructura que almacene y contenga los sedimentos evitando que estos lleguen a la fluencia del Rio Tenguel Alto, actualmente estas escombreras no llegan aun a la orilla del rio porque la vegetación del sitio lo retiene, evitando así que lleguen a contaminar el agua, pero en su defecto dañan el hábitat de los pequeños animales que merodean por los alrededores.

## **6. PROPUESTA**

En base a las evidencias recopiladas a través de la observación física, la aplicación de una entrevista directa y la matriz leopold realizada a la empresa, se concluye que la Asociación Comunitaria Minera Corralitos no ha contaminado el agua del rio Tenguel Alto, pero se ha encontrado algunas zonas críticas dentro del proceso de explotación y estas son los impactos producidos en los recursos hídricos de las aguas subterráneas, el desaguado de la mina, la emisión de escombros o sedimentos, y la emisión de gases por lo tanto es menester que la empresa mitigue estos impactos ambientales que perjudica de manera directa a las aguas subterráneas y a la naturaleza.

Además se determinó que existen algunos contaminantes que causan afectación dentro del proceso de explotación, estos son la pólvora, los escombros, la escorrentía, los gases y el diésel aunque es mínima pero también se considera como una contaminación emergente.

### **6.1 Estudio del nivel de alcalinidad del agua**

Al analizar la condición ambiental de la mina se determinó que es importante la realización de un estudio del nivel de alcalinidad del agua del rio Tenguel Alto, para lo cual se deberán tomar muestras de diferentes puntos del rio, y de esta forma tener la seguridad de que si existe o no en el agua la presencia de contaminantes, este estudio es muy importante ya que a partir de los resultados la empresa podrá realizar un sistema ambiental para conservar o mitigar la contaminación en caso de que exista y si no existe la empresa debe prevenir cualquier daño ambiental que pueda existir en el futuro.

Por otro lado se conoce que anteriormente otra empresa ya ha realizado el estudio del nivel de alcalinidad del agua, en donde no se evidencio ningún tipo de contaminación pero es muy importante que la empresa realice este estudio para que de esta pueda cerciorarse por cuenta propia de cuál es el estado actual del rio y en base a estos resultado pueda aplicar las medidas necesarias para cuidar este recurso, que es muy utilizado en todo el mundo y que para la empresa es indispensable para su funcionamiento.

## **OTRAS PROPUESTAS IMPORTANTES**

### **6.2 Estructura para la retención de sedimentos**

A partir del análisis del tratamiento de los sedimentos que se obtienen en el proceso de explotación, se recomienda que la empresa realice una estructura de contención de las escombreras y de esta manera evitar que estos sedimentos lleguen al rio por causa de la escorrentía, y también se recomienda que estos sedimentos se los pueda utilizar como lastre para las carreteras que conectan las comunidades para que la estructura se no se cope a corto plazo sino que la empresa pueda beneficiar a los habitantes de las comunidades.

Sistema de gestión ambiental

También se sugiere que se realice la implementación de un SGA (Sistema de Gestión Ambiental), el mismo que se encargara de coordinar responsabilidades, procesos y procedimientos, con el fin de establecer un compromiso con el medio ambiente, para su protección, y conservación del mismo, minimizando todos los efectos de descargas y explotación minera que se generen al momento de la extracción del mineral, para que se pueda llevar a cabo este sistema a continuación se da a conocer cada una de las etapas que se deben cumplir para que se implante este sistema.

**ETAPA I: COMPROMISO AMBIENTAL Y PLANIFICACIÓN DEL PROCESO.**

Aquí le dimos a conocer que se debe establecer un compromiso de que funciones tendrán aquellas personas que estén dentro de la implantación del SGA, las mismas que van a recibir las respectivas asesorías necesarias para la implantación del SGA.

**ETAPA II: LA REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL**

Les dimos a conocer que esto es importante pero no necesario por tal motivo de que siempre se debe conocer aquellos impactos que estén inmersos en la empresa minera por la explotación del mineral, de ahí si desarrollar el SGA. Y también le informamos que esta revisión le pertenece a aquellos que fueron designados para la implantación del SGA.

**ETAPA III: IMPLANTACIÓN DEL SGA**

Para la implantación del SGA, les comunicamos que se debe cumplir con todos los requisitos de la norma ISO 14001. Para llevar a cabo una correcta implantación

**ETAPA IV: CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

Por último le comunicamos que la certificación es aceptable siempre y cuando hayan cumplido con los requisitos de la norma. Este documento es una prueba externa que demuestra la evidencia de la implantación del SGA.

Ilustración 14 Material Seleccionado para el proceso de molienda



Fuente: Propia

Ubicación: Asociación Comunitaria Minera Corralitos el 16/07/2016

## 7. CONCLUSIONES

La contaminación ambiental que se da en la actividad minera, es muy alta por lo tanto es muy importante determinar cuáles son los factores contaminantes que existen dentro de cada proceso, sin dejar de lado los contaminantes que afectan de manera indirecta al medio ambiente.

Las áreas más afectadas por el funcionamiento de la Asociación Comunitaria Minera Corralitos, fueron la flora y la fauna, pero en un porcentaje mínimo, la necesidad de poder acceder a este lugar llevo consigo la obligación de abrir una carretera para poder sacar el material y de esta manera se evidencio que se partieron los ecosistemas impidiendo que animales crucen libremente de un lugar a otro, por otro lado en cuanto a la contaminación del Río Tenguel Alto no se evidenció que exista algún tipo de contaminante en las aguas.

Los resultados determinados durante la investigación fueron que la empresa no ha realizado un estudio del nivel de alcalinidad del agua y que existe una afectación significativa dentro del proceso de explotación, en donde se observó que las aguas subterráneas están muy contaminadas, también el representante de la empresa dijo que aún no cuentan con un sistema de gestión ambiental por la actividad minera llevada a cabo, y que si estarían dispuesto a que se implementen programas, proyectos o sistemas medioambientales para de esta manera prevenir la contaminación del agua.

Además se ha determinado que en cuanto a la afectación del agua de la cuenca del Río Tenguel Alto, no tiene un porcentaje de contaminación, ya que las escombreras que se producen, al momento de la detonación de la peña, para extraer el mineral, no llegan hasta la fluencia de dicho río y un punto favorable para determinar este resultado fue que se evidencio la presencia de peces en la fluencia del río.

Los sedimentos que son extraídos del pozo de la mina en unos carros, y que son trasladados y depositados a los alrededores de la mina como se mostró en la ilustración 11, afectan no al agua sino al suelo, pero es posible que si haya contaminación a la cuenca del río, a un largo plazo sino se toman las medidas preventivas ya que el mismo material es arrojado en una especie de barraco, en donde a causa de las lluvias y de la escorrentía se puede ir deslizando, hasta llegar orillas del río Tenguel Alto y afectar el mismo.

Asimismo se menciona que existen otras contaminaciones generadas por la mina, como son el suelo y el aire, que afectadas por la pólvora que se esparce mezclándose de esta manera con el polvo al momento que se lleva a cabo la explotación minera, y de igual manera por los residuos que son arrojados en la boca de la mina, dañando de esta manera la superficie terrestre y el hábitat de muchas especies.

La evaluación del impacto ambiental realizada a través de una matriz de Leopold comprobó que el río no está contaminado pero que las aguas subterráneas del pozo si lo están y si no existe un control en esta área se podría ver afectado el río en caso que exista la filtración de estas aguas, por lo tanto es menester que apliquen procesos de conservación del medio ambiente ya que no es la única empresa que labora en el sitio San Salvador.

## 8. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio del nivel de alcalinidad del río Tenguel Alto, para así determinar comprobar si existe la presencia de contaminantes que alteren la calidad del agua, ya que pueden ser causados por sedimentos del material que se genera al momento que se lleva a cabo la explotación para la extracción de mineral; se ha considerado y orientado, que una de las alternativas consideradas, con la finalidad de que estos sedimentos cuenten con un espacio físico donde puedan ser depositados, sea la creación de una estructura, donde se pueda desechar estos sedimentos, evitando de manera no solo la contaminación del agua, que según el estudio realizado anteriormente por otra empresa no afecta de manera significativa a la misma, pero que según las evidencias mencionadas y vistas anteriormente, se ha determinado que la flora y fauna se está afectando significativamente, ya que estos desechos van destruyendo de raíz a los árboles que se encuentren alrededor de la empresa minera y por qué no mencionar las diferentes especies que habitan en ese espacio, por este motivo hemos considerado que una de las opciones a implementar es la creación de una estructura física específicamente para las escombreras de material.

Implementar medidas respectivas en lo que tiene que ver con la conservación y mitigación de la contaminación ambiental, siendo de gran motivación, la orientación hacia la mejora y la preservación de los recursos naturales, considerando aspectos importantes como es la implementación de sistemas ambientales que ayuden de una u otra manera a prevenir todo tipo de contaminación, manteniendo de esta manera ambiente sostenible.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Barba, L. E. (2002). Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. Universidad Del Valle, pag. 48. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- Bermudez, M. M. (2010). Contaminación Y Turismo Sostenible. Revista, pag. 25. Retrieved from <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>
- Diaz Arriaga, F. A. (2015). Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. Revista de Salud Pública, pag. 16 (6), 947–957. <http://doi.org/10.15446/rsap.v16n6.45406>
- Echarri, L. (1998). Contaminación de las aguas. Ciencias de La Tierra Y Del Medio Ambiente, pags. 523–573. Retrieved from <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/Temario.html>
- El Ciudadano. (2013). Surge Otro. Surge Otro Escenario Minero En Ecuador, pags. 1–16. Retrieved from [http://www.hidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/ESPECIAL\\_MINERI?Alow.pdf](http://www.hidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/ESPECIAL_MINERI?Alow.pdf)
- Enriquez Fierro, Elena; Zepeda Gonzalez, M. I. (2003). Preparation of a Research Project. Preparación de Un Proyecto de Investigación, (2), pags.23–28. Retrieved from <http://www.scielo.cl/pdf/cief/v9n2/art03.pdf>

- Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW). (2007). Vista General de la Actividad Minera y sus Impactos. Vista General de La Actividad Minera Y Sus Impactos, pags. 3–20. Retrieved from [http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Capitulo\\_1.pdf](http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Capitulo_1.pdf)
- Flores, C., & Montesillo Cedillo, J. L. (2006). El agua en México: lo que todas y todos debemos saber. Cemba, pags. 1–96. Retrieved from [http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico\\_001.pdf](http://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf)
- Foster, Stephen; Hirata, Ricardo; Gomes, Daniel; D'Elia, Monica; Paris, M. (2002). De la calidad del agua. Retrieved from [http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/39Proteccion\\_calidad\\_agua\\_subterranea.pdf](http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/39Proteccion_calidad_agua_subterranea.pdf)
- Foster, S. (1992). *estrateg metod.pdf*. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsaca/e/fulltext/estrateg/estrateg.pdf>
- García Aguirre, F. (2012). La minería en México. Espacios Para El Capital a Cielo Abierto, INEGI, 128–136. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/124/12426062013.pdf>
- Gil, M. J., Soto, A. M., Usma, J. I., & Gutiérrez, O. D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia*, 7(2), 52–73. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>
- Goyenola, G. (2007). Determinación de la Alcalinidad Total. Retrieved from [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/alcalinidad.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/alcalinidad.pdf)
- International Institute for Environment and Development. (2002). Minería artesanal y en pequeña escala. *MMSD Abriendo Brecha*, Capítulo 1, 431–458. Retrieved from <http://pubs.iied.org/pdfs/G00687.pdf>
- Isch, Edgar L.; Campaña K., Arturo; Nieto C., Carlos; Rengel Barrera, A. (2011). Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla, 52. Retrieved from <http://www.camaren.org/documents/contaminacion.pdf>
- Ley de Minería. (2009). Ley de Minería. República del Ecuador. Ley de Minería. Retrieved from <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/95758/112857/F-329526296/EQU95758.pdf>
- López Bravo, Marcelo; Santos Luna, Jovanny; Quezada Abad, C., & Segura Osorio, Marisela; Pérez Rodríguez, J. (2016). Actividad minera y su impacto en la salud humana The mining and its impact on human health, 92–100. Retrieved from [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiXidGNpI3OAhVKFR4KHJJsCZIQFggaMAA&url=http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/download/255/238&usq=AFQjCNEYx0FcLBPfczYa-5O3o0ENN-t6\\_A&sig2=OWb-06qX](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiXidGNpI3OAhVKFR4KHJJsCZIQFggaMAA&url=http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/download/255/238&usq=AFQjCNEYx0FcLBPfczYa-5O3o0ENN-t6_A&sig2=OWb-06qX)
- Ortiz, B., Sanz, J., Dorado, M., & Villar, S. (2007). Técnicas de recuperación de suelos contaminados. ... Universidad de Alcalá. Dirección General de ..., 109. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:T?cnicas+de+reucperaci?n+de+suelos+contaminados#0\nhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:T?cnicas+de+recuperaci?n+de+suelos+contaminados#0>
- Recalde, E., & Morante, F. (2007). Metodología de Planificación Minera a Corto Plazo y Diseño Minero a Mediano Plazo en la Cantera Pifo Resumen, (1). Retrieved from [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6094/4/Recalde\\_Eduardo\\_Índice.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6094/4/Recalde_Eduardo_Índice.pdf)
- Rivilla Cueva, B. E. (2016). Diseño conceptual de un reacto batch para la precipitación de hierro de un efluente de cianuración mediante el uso de un consorcio de bacterias sulfato reductoras (Vol. 3). Retrieved from <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/13589/1/CD-6714.pdf>
- Romero, A. a, Flores, S. L., & Pacheco, W. W. (2010). Estudio de la calidad de agua de la cuenca del río Santa. *Revista Del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 13, 61–69.
- Sánchez, L. (1995). Control de La contaminación de las aguas. *Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*, 1, 265–281. Retrieved from <http://www.ingenieroambiental.com/4014/control-aguas.pdf>
- Vásconez, L., & Durán, W. (2015). “Evaluación Ambiental De La Cuenca Del Río Gala Del Cantón Camilo Ponce Enríquez.” Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8809/1/UPS-CT005022.pdf>