

**Actualización de Plan De Manejo Ambiental para el Proyecto Minero Carbodiamante  
Concesión 7241**

**Maria del Pilar Castiblanco Galvis**



**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente  
Ingeniería ambiental  
Sogamoso, Colombia  
2016**

**Actualización de plan de manejo ambiental para el proyecto minero Carbodiamante  
concesión 7241**

**María del Pilar Castiblanco Galvis  
Código: 1056801628**

**Trabajo de Grado, Modalidad Proyecto Aplicado  
para Optar al Título de Ingeniera Ambiental**

**Asesor:**

**Érica Xiomara Nova Montes  
Ingeniera Sanitaria y Ambiental, Esp.**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD  
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente  
Programa de ingeniería ambiental  
CEAD Sogamoso  
2016**

## **Dedicatoria**

A Dios por brindarme la consistencia y la fortaleza para la ejecución de mi formación en educación superior, a mi familia por el apoyo incondicional, a los docentes de la carrera y a la Universidad, porque me han brindado conocimientos e integridad personal.

## **Agradecimientos**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que me guiaron en mi formación como persona e intelectual y me brindaron su apoyo incondicional cada día en este proceso, a la ingeniera sanitaria y ambiental Erica Xiomara Nova Montes mi Directora de proyecto de grado por su asesoría y por la confianza que me dio para poder realizar el proyecto y encaminarlo de manera responsable con el medio Ambiente, Una especial gratitud a Carlos Sierra Martínez por su apoyo incondicional.

## Resumen

Carbodiamante es un proyecto que cuenta con tres bocaminas, que pertenecen al contrato de concesión minera 7241 y se encuentra ubicada en el lindero entre las veredas de Loma Redonda del Municipio de Samacá y en la vereda Firitá Peña Arriba del municipio de Raquira con coordenadas N 5°27'22,7'' E 73°35'30,2''.

Carbodiamante es también una empresa que realiza actividades mineras hace aproximadamente 20 años; a partir de la ejecución de la actividad de exploración, el cual generó afectación en los recursos naturales que se encuentran en el área de influencia, en donde actualmente no hay un control o seguimiento al respecto que denote el manejo ambiental como consecuencia de la actividad de forma directa o indirecta. Cabe resaltar que cuenta con un estudio de impactos ambientales subjetivo el cual aporta los impactos pero no denota la magnitud de estos mediante mediciones en campo, careciendo de información y de aspectos técnicos que contribuyen al desarrollo sostenible de esta actividad de acuerdo a directrices o lineamientos correspondientes al cumplimiento ante las autoridades competentes.

Este proyecto aplicado busca a partir del estudio de impactos ambientales elaborado en el 2011 por el proyecto minero, cuantificar mediante mediciones y aforos en campo los impactos ambientales identificados en la matriz y realizar la respectiva propuesta de plan de manejo ambiental en función de los resultados obtenidos con el fin de 'prevenir, controlar, compensar y mitigar los impactos generados en el proceso productivo de acuerdo a la normatividad legal vigente.

## **Abstract**

“CARBODIAMANTE” is a Project whit mining activity of coal extraction which has three tunnels belonging to mining contract 7241 and is located at the boundaries between the villages Loma Redonda in the town of Samaca and in the Firita Peña Arriba village in the town of Ráquira with coordinates N:55°27'22,7" E:73°35'30,2".

Carbodiamante is also a mining company conducting approximately 20 years; from the execution of exploration activities; which generated involvement in natural resources found in the area of influence, where actually there is ´n control or monitoring about denoting environmental management as a result of the activity directly or indirectly. Significantly, it has a study of subjective environmental impacts which contributes impacts but does not indicate the magnitude of these by field measurements, lacking information and technical aspects that contribute to sustainable development of this activity according to guidelines or guidelines relevant compliance to the competent authorities.

This project applied seeks from the study of environmental impacts developed in 2011 by the mining project, quantified by measuring and gauging field environmental impacts identified in the matrix and make the respective draft environmental management plan based on the results in order to 'prevent, control, compensata and mitigate the impacts generated in the production process according to the current legal regulations.

## Contenido

	Pág.
<b>1 Planteamiento</b>	<b>1</b>
<b>2 Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Objetivo General</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b>	<b>2</b>
<b>3 Marco Conceptual</b>	<b>3</b>
<b>4 Marco Teórico</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Minería Subterránea</b>	<b>8</b>
<b>4.1.1 Fases de los proyectos mineros</b>	<b>8</b>
<b>4.2 Estudio de Impacto Ambiental</b>	<b>12</b>
<b>4.2.1 Evaluación del impacto ambiental</b>	<b>12</b>
<b>4.3 Técnicas de Muestreo</b>	<b>16</b>
<b>4.3.1 Muestreo de aguas</b>	<b>16</b>
<b>4.3.2 Muestreo de aire</b>	<b>18</b>
<b>4.3.3 Muestreo de residuos sólidos</b>	<b>20</b>
<b>4.4 Plan de Manejo Ambiental</b>	<b>20</b>
<b>4.4.1 Componentes del PMA</b>	<b>21</b>
<b>4.4.2 Identificación de impactos ambientales</b>	<b>22</b>
<b>5 MARCO LEGAL</b>	<b>26</b>

<b>5.1</b>	<b>Normatividad Vigente</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>Marco Geográfico</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>Metodología y Análisis de Resultados</b>	<b>31</b>
<b>7.1</b>	<b>Evaluación de Impactos Ambientales</b>	<b>31</b>
<b>7.2</b>	<b>Informe de Diagnóstico</b>	<b>31</b>
7.2.1	Descripción del proyecto	31
7.2.2	Recurso agua	37
7.2.3	Recurso suelo	43
7.2.4	Recurso aire	47
7.2.5	Flora	47
7.2.6	Fauna	49
7.2.7	Aspecto socioeconómico	50
<b>7.3</b>	<b>Caracterización de Recurso Agua</b>	<b>51</b>
7.3.1	Parámetros de calidad de agua industrial	51
7.3.2	Análisis comparativos	63
<b>7.4</b>	<b>Caracterización de Recurso Aire</b>	<b>64</b>
7.4.1	Parámetros de calidad de aire	64
7.4.2	Análisis comparativo	65
<b>7.5</b>	<b>Caracterización de Recurso Suelo</b>	<b>66</b>
7.5.1	Manejo de residuos sólidos	67
7.5.2	Suelo afectado por explotación minera	74
<b>7.6</b>	<b>Caracterización de Flora</b>	<b>76</b>
7.6.1	Tipo de flora	76
7.6.2	Flora afectada por explotación minera	77
<b>7.7</b>	<b>Caracterización Fauna</b>	<b>77</b>



7.7.1	Tipo de fauna	78
7.7.2	Fauna afectada por explotación minera	80
7.8	Caracterización Aspecto Socioeconómico	80
7.8.1	Encuesta de población en el área de influencia del proyecto minero	80
7.8.2	Resultados de encuestas de población en el área de influencia del proyecto minero	81
7.8.3	Estructura de servicios	83
8	Plan de Manejo Ambiental	85
9	Conclusiones	118
10	Recomendaciones	121
11	Bibliografía	122



## **Lista de Anexos**

**Anexo A:** Matriz de impactos ambientales

**Anexo B:** Formato de toma de muestras en campo

**Anexo C:** Formato de encuestas realizadas



## Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Diagrama de Sección inclinado de un proyecto minero. ....	11
<i>Figura 2.</i> Partes y componentes de un muestrador de PM10 .....	19
<i>Figura 3.</i> Ubicación geográfica proyecto minero Carbodiamante. ....	30
<i>Figura 4.</i> Ubicación del polígono minero. ....	32
<i>Figura 5.</i> Vías de acceso a proyecto Carbodiamante. ....	33
<i>Figura 6.</i> Tanque de sedimentación. ....	38
<i>Figura 7.</i> Escalinatas de aireación.....	38
<i>Figura 8.</i> Entrada y salida de agua residual minera. : .....	39
<i>Figura 9.</i> Inadecuado manejo de aguas de escorrentía en intermediaciones del campamento. ...	39
<i>Figura 10.</i> Inadecuado manejo de aguas lluvias en patios de acopio. ....	40
<i>Figura 11.</i> Inadecuado manejo de aguas en vías de acceso .....	40
<i>Figura 12.</i> Instalación de Campamento .....	41
<i>Figura 13.</i> Trampa de grasas. ....	42
<i>Figura 14.</i> Tubería de aguas residuales. ....	42
<i>Figura 15.</i> Tolva ubicada sobre la quebrada Agua Blanca. ....	43
<i>Figura 16.</i> Afectación morfológica cerca a la Quebrada Agua Blanca. ....	44
<i>Figura 17.</i> Afectación en la intervención minera en las bocaminas. ....	44
<i>Figura 18.</i> Deslizamiento en las vías de ingreso. ....	44
<i>Figura 19.</i> Presencia de desorden en áreas de la mina. ....	45
<i>Figura 20.</i> Patios de madera en desorden.....	45
<i>Figura 21.</i> Disposición inadecuada de material estéril.....	46
<i>Figura 22.</i> Afectación estéril.....	47
<i>Figura23.</i> EquipoHANNAHI9829.....	51
<i>Figura 24.</i> Toma de muestra entrada tratamiento.....	52
<i>Figura 25.</i> Muestreo en la salida del tratamiento. ....	53
<i>Figura 26.</i> Muestreo aguas arriba. ....	53
<i>Figura 27.</i> Muestreo aguas abajo. ....	54

<i>Figura 28.</i> Usos de suelo. ....	67
<i>Figura 29.</i> Sistema cuarteo .....	68
<i>Figura 30.</i> Residuos obtenidos en los meses de Marzo y Abril.....	69
<i>Figura 31.</i> Mezclado de residuos. ....	69
<i>Figura 32.</i> Cuarteo de residuos sólidos.....	70
<i>Figura 33.</i> Clasificación de residuos .....	70
<i>Figura 34.</i> Peso de residuos .....	71
<i>Figura 35.</i> Medición de áreas en vía de ingreso.....	75
<i>Figura 36.</i> Medición de áreas afectadas en cuartos de almacenamiento.....	75
<i>Figura 37.</i> Medición en subestación y adyacente a la mina.....	75
<i>Figura 38.</i> Vegetación encontrada en el área de estudio. ....	77
<i>Figura 39.</i> Fauna encontrada en el área de estudio.....	79
<i>Figura 40.</i> Encuesta realizada para la caracterización socioeconómica del área de influencia directa del proyecto minero Carbodiamante. ....	81

## Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Marcos Jurídicos</i> .....	26
Tabla 2. <i>Normatividad en relación a la explotación minera en Colombia</i> .....	27
Tabla 3. <i>Descripción de infraestructura del proyecto minera</i> .....	34
Tabla 4. <i>Sistema de bombeo proyecto minero</i> .....	37
Tabla 5. <i>Datos muestreo Punto 1</i> .....	55
Tabla 6. <i>Datos muestreo Punto 2</i> .....	55
Tabla 7. <i>Datos Muestreo Punto 3</i> .....	56
Tabla 8. <i>Datos muestreo Punto 4</i> .....	57
Tabla 9. <i>Promedios de parámetros de calidad de agua</i> .....	58
Tabla 10. <i>Análisis comparativos de los resultados agua</i> .....	63
Tabla 11. <i>Concentración de contaminante (PM10) diaria por estación en condiciones de referencia</i> .....	64
Tabla 12. <i>Promedio por estación</i> .....	66
Tabla 13. <i>Tabla de resultados</i> .....	71
Tabla 14. <i>Registro de generación de residuos peligrosos</i> .....	72
Tabla 15. <i>Generación de estéril en el proyecto minero Carbodiamante</i> .....	74
Tabla 16. <i>Zonas erosionas o con subsidencia</i> .....	75
Tabla 17. <i>Vegetación área de influencia</i> .....	78
Tabla 18. <i>Unidades habitacionales presentes dentro del área de intervención proyecto minero Carbodiamante</i> .....	82
Tabla 19. <i>Número de habitantes presentes dentro del área de intervención proyecto minero Carbodiamante</i> .....	82
Tabla 20. <i>Fichas de manejo ambiental que conforman cada programa de manejo</i> .....	85





## Lista de Graficas

	Pág.
<i>Gráfica 1.</i> Ph promedio en puntos de muestreo. ....	58
<i>Gráfica 2.</i> Oxígeno disuelto promedio en puntos de muestreo.....	59
<i>Gráfica 3.</i> Conductividad promedio en puntos de muestreo. ....	60
<i>Gráfica 4.</i> Solidos disueltos totales promedios en puntos de muestreo. ....	61
<i>Gráfica 5.</i> Salinidad promedio en punto de muestreo .....	62
<i>Gráfica 6.</i> Turbidez promedio punto de muestreo.....	63
<i>Gráfica 7.</i> Comparación con la norma anual para PM10. Artículo 4 resolución 610 del 24 de marzo de 2010.....	65
<i>Gráfica 8.</i> Composición de residuos no peligrosos .....	71
<i>Gráfica 9.</i> Residuos peligrosos .....	73
<i>Gráfica 10.</i> Clasificación poblacional por rangos de edad y sexo.....	98



## **Introducción**

Los Planes de Manejo Ambiental componen el principal instrumento para la gestión ambiental, en la medida en que reúne el conjunto de criterios, estrategias, acciones y programas necesarios para mejorar las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla una actividad, son documentos legales que permiten a la autoridad realizar el seguimiento requerido a las diversas empresas que lo solicitan, adicional a ello facilita que las empresas, tengan control sobre sus impactos ambientales y realicen un desarrollo armónico con su entorno, adicionalmente estos estudios PMA se constituyen en un documento técnico de obligatorio cumplimiento para los casos establecidos por la normatividad ambiental Colombiana Decreto 2820 de 2010.

Por otra parte la minería subterránea es una actividad de explotación y extracción de recursos, también considerada una de las principales actividades económicas en Colombia, generador de empleo y bienestar para la población, pero a su vez causando efectos negativos que comprometen los recursos naturales es por ello que se plantea la actualización de un plan de manejo ambiental y contribuir a realizar una minería amigable con el medio ambiente.



# 1 Planteamiento

El proyecto minero Carbodiamante realiza actividades de explotación de carbón coquizable hace 20 años, este proceso productivo ha causado impactos ambientales en la zona, los cuales no han sido intervenidos correctamente razón por la cual la magnitud de los impactos sea mayor.

Teniendo en cuenta la problemática se elaboró este proyecto aplicado con el fin de profundizar en el estudio de los impactos ambientales identificados en el año 2011 por el proyecto minero Carbodiamante. Esta profundización se basó en tomar como referencia los impactos ambientales más relevantes ya identificados y por medio de diferentes metodologías (Aforos, mediciones de extensión de tierra, análisis de datos, análisis comparativo, encuestas entre otros) con las cuales se diseñó una actualización de plan de manejo ambiental específico en función de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, así poder dar las pautas principales para mitigar, corregir y compensar los impactos generados en la actividad.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Realizar la actualización de plan de manejo ambiental en función de evaluación cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales identificados por el proyecto minero Carbodiamante.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el diagnóstico de los aspectos generales del proyecto minero Carbodiamante.
- Caracterizar los impactos ambientales ocasionados en el recurso agua, suelo, aire, flora, fauna y aspecto socioeconómico mediante aforos y mediciones en campo.
- Elaborar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en el diagnóstico y la normatividad vigente.
- Formular propuesta de plan de manejo ambiental en función de los resultados obtenidos.

### 3 Marco Conceptual

**Ácido:** Un ácido es una solución que contiene una alta concentración de iones hidrogeno ( $\text{pH} < 7$ ).

**Acuífero:** los acuíferos son la formación geológica constituida por materiales permeables o fisurados capaces de almacenar y transportar un flujo significativo de agua.

**Aguas ácidas:** estas aguas acidas se forman por meteorización de minerales sulfurosos, simultáneamente a la acción catalizadora de bacterias.

**Alcalino:** la alcalinidad en la solución que tiene cualidades de base ( $\text{pH} > 7$ ).

**Ambiente:** es el entorno en el que opera una organización, que incluye aire, suelo, agua, recursos naturales, seres humanos y su interrelación.

**Antrópico:** es lo relacionado con la actividad humana.

**Carbón :** es una roca sedimentaria de color negro a negro castaño, combustible, que contiene más del 50 % en peso, y más del 70 % en volumen, de material carbonoso, comprendida la humedad inherente se formó de restos de plantas que han sido compactadas, endurecidas, químicamente alteradas y carbonificadas por calor y presión durante el tiempo geológico.

**Compactación:** es el proceso mediante el cual un suelo disminuye el volumen y aumenta la densidad, al reducir su índice de poros.

**Contaminación:** descarga artificial de sustancias o energía en una concentración tal que produce efectos perjudiciales sobre el medio, incluido el hombre.

**Desarrollo Sostenible:** se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y el bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

**Drenaje Ácido de Mina:** es la descarga de agua con un pH inferior a 7 que produce como resultado la oxidación natural de minerales sulfurosos contenidos en las rocas, cuando son expuestas al aire y al agua.

**E.I.A .Evaluación de Impacto Ambiental:** es el conjunto de técnicas y metodologías encaminadas a valorar los impactos que sobre el medio producen determinadas obras, instalaciones y actividades.

**Estudio de Impacto Ambiental:** es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto del cual se efectuará la declaración de impacto ambiental.

**Erosión:** es el conjunto de procesos físicos y químicos por los que los materiales rocosos o los suelos son agrietados, disueltos o arrastrados de cualquier parte de la corteza terrestre.

**Especie:** es la agrupación de individuos con una cierta afinidad y características comunes y cuyos descendientes las mantienen en cada una de sus generaciones.

**Estéril:** se define así al suelo inorgánico y todos los sedimentos y rocas que cubren el subafloramiento de carbón; en este caso toma el nombre de estéril de cobertura. Igual definición



tienen las rocas que separan dos mantos de carbón, en este caso toman el nombre de estéril de entremantos o interburden.

**Geotextil:** son láminas fabricadas con materiales sintéticos que se utilizan con diferentes fines drenaje, impermeabilización, etc., cubriendo superficies de materiales naturales.

**Gestión Ambiental:** es el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basándose en una coordinada información multidisciplinar y en la participación ciudadana.

**Hábitat:** medio ambiente en el cual viven los animales y plantas. Hace referencia al conjunto de condiciones que caracterizan el medio y que afectan a la vida de los animales y plantas.

**Impacto Ambiental:** es el efecto que las actuaciones humanas producen en el medio. La intensidad de la alteración está relacionada con la capacidad de asimilación del entorno donde se desarrolla la actividad impactante.

**Medio Ambiente:** conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas que rodean a un organismo.

**Minería:** son las técnicas y actividades dirigidas al descubrimiento y explotación de yacimientos de minerales.

**Mina:** excavación realizada para extraer del subsuelo sustancias minerales útiles; la mina puede ser subterránea o a cielo abierto. El término se aplica también al conjunto de labores e instalaciones para la explotación de los yacimientos de minerales o rocas de interés industrial.

**Minería de carbón:** son todos los métodos para extraer carbón, o sus subproductos, de la corteza terrestre.

**Minería subterránea:** es la extracción de carbón o de sus subproductos, por métodos subterráneos, tales como cámaras y pilares, tajo largo, etc.

**Nativa:** especie originaria de un país o un área determinada.

**Neutralización:** adición de un material ácido o alcalino al agua o al suelo para ajustar su pH hasta alcanzar el valor de 7 (neutro).

**Nivel freático:** límite superior, no estático, de la zona saturada de agua en el subsuelo.

**Nutriente:** es el elemento mineral absorbido y asimilado por las plantas, siempre y cuando se encuentre de forma adecuada en la solución del suelo.

**Oxidación:** la oxidación es la alteración química de una sustancia por pérdida de electrones, o en presencia de oxígeno.

**PH:** el ph es la medida química que indica la concentración de iones hidrogeno. Un valor igual a 7 corresponde a una solución neutra, mientras que si es menor es ácida y si es superior es básica.

**PMA:** el Plan de Manejo Ambiental establece de manera detallada, las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales negativos que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

**PM10:** Material particulado menos o igual a 10  $\mu\text{g}$

**Rehabilitación:** son las acciones destinadas a devolver a los terrenos degradados la posibilidad de soportar uno o más usos del suelo, sin perjuicio del medio ambiente.

**Restauración:** son las acciones destinadas a devolver al terreno las condiciones de uso existentes con anterioridad a la actividad impactante.

**Restitución:** son las acciones destinadas a devolver al terreno una o varias de las características precedentes antes del inicio de cualquier actividad impactante.

**Revegetalización:** es la plantación o siembra de especies vegetales en terrenos alterados.

**Sedimentación:** es la deposición de sedimentos en el fondo de los lagos, ríos u otros cursos de agua, así como en la propia tierra.

**Sólidos Suspendedos:** partículas sólidas que pueden retirarse de un líquido mediante filtración.

**Subsidencia:** es el hundimiento progresivo del fondo de una fosa o depresión que se desarrolla paralelamente a la sedimentación depositada en ella.

**Talud:** el talud es la inclinación natural o artificial de la superficie del terreno.

**Turbidez:** es la disminución de la transparencia del agua causada por la presencia de partículas sólidas en suspensión

## 4 Marco Teórico

### 4.1 Minería Subterránea

**4.1.1 Fases de los proyectos mineros:** En el Plan Nacional de Desarrollo Minero, el Ministerio de Minas y Energía establece las fases para el ciclo minero, el cual abarca desde la gestación de un proyecto hasta su cierre y abandono.

La primera fase con la que se inicia es la Gestación del proyecto la cual constituye la fase inicial de un proyecto; la información básica se obtiene por medio de estudios de reconocimiento y de prospección geológica. Estos estudios identifican, a escala regional, las zonas con fuerte potencial minero e investigan el yacimiento delimitando las zonas más prometedoras que serán objeto de una exploración más amplia. Generalmente en esta fase el Estado, a través de la ANM (agencia nacional minera), promueve el desarrollo de futuros proyectos y concluye esta etapa con el otorgamiento del título minero que da a los particulares el derecho a explorar y explotar el área. En este período el inversionista privado toma la decisión de contratar y explorar el área (Correa, 2001, p.4).

Continúa con la Exploración de un yacimiento generalmente se efectúa en dos etapas, exploración general y exploración detallada; su duración depende de las características y tamaño del proyecto, y varía desde varios meses a 2 o 3 años. La fase de exploración comprende: la exploración de superficie, la exploración del subsuelo, la modelación geológica del yacimiento, la evaluación de las reservas y su calidad, la identificación de potenciales proyectos mineros y la definición de la viabilidad minera del área.

Posterior a esta sigue la Exploración general la que consiste en la delimitación inicial de un yacimiento identificado, con evaluación preliminar de la cantidad y calidad. El objetivo es establecer las principales características geológicas del yacimiento proporcionando una indicación razonable de su continuidad y una primera evaluación de sus dimensiones, su configuración, su estructura y su contenido. El grado de exactitud deberá ser suficiente para decidir si se justifican posteriores estudios de prefactibilidad minera y una exploración detallada (Correa, 2001, p.4).

En cuarta medida se encuentra con la fase Exploración detallada que consiste en delimitar un yacimiento conocido, de forma detallada y en sus tres dimensiones, mediante el muestreo en varios puntos. La información obtenida permitirá decidir si debe procederse a un estudio de viabilidad minera.

La fase de exploración generalmente concluye con la presentación del Estudio de Factibilidad Minera, en el cual se recopila la información geológico-minera obtenida desde el reconocimiento hasta la exploración detallada, se modela el yacimiento, se diseña la explotación, se determina el volumen de reservas recuperables, se evalúa la calidad técnica y la viabilidad económica del proyecto de explotación minera. Este estudio permite verificar todas las informaciones geológicas, técnicas, ambientales, jurídicas y económicas relativas al proyecto, lleva a la toma de decisiones en materia de inversiones y constituye un documento aceptable por los bancos para obtener la financiación del proyecto.

La fase de Desarrollo Comprende el conjunto de actividades que permiten el acceso al yacimiento y el establecimiento de la infraestructura del proyecto. Incluye la adquisición de derechos y permisos para iniciar la explotación, el diseño detallado y construcción de las obras de infraestructura, el diseño y planeamiento detallado de la explotación, la compra de equipos y materiales, la preparación de presupuestos y la financiación del proyecto. Su duración también varía de acuerdo a las características y tamaño del proyecto, desde varios meses a 2 o 3 años (Correa, 2001, p.4).

Después de efectuar todos los estudios de ingeniería básica y de detalle, comienzan los trabajos preparatorios del área donde se ubicarán la mina y las instalaciones. Entre las obras de infraestructura se destacan aquellas dirigidas al control de las aguas de esorrentía; las vías de acceso al área de explotación; las redes para el suministro de energía, agua potable y evacuación de aguas residuales; las edificaciones para oficinas y talleres de mantenimiento, y las instalaciones superficiales para el manejo y acopio del carbón.

En proyectos donde los mantos afloran en superficie y las condiciones de la estructura geológica lo permiten, las labores de desarrollo del yacimiento se confunden con las actividades de explotación.

La fase de Producción es la que tiene como objetivo la extracción, preparación y/o beneficio, transporte y comercialización del mineral. Es la fase de mayor duración, generalmente entre 10 y 30 años, dependiendo del nivel de reservas, tipo de explotación y condiciones de la contratación.

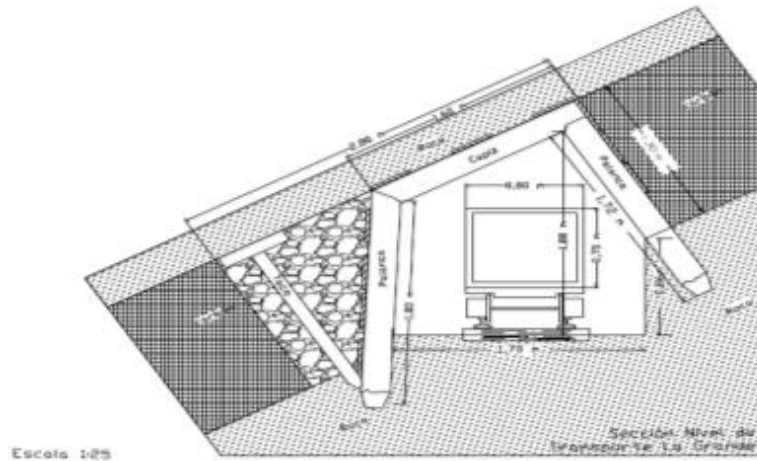


Figura 1. Diagrama de Sección inclinado de un proyecto minero. Fuente: Guía Minero Ambiental 1 de Exploración, 2002

Durante la fase de Desmantelamiento se tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina, el retiro de los equipos mineros, la disposición de activos y excedentes, el cierre y restauración de las excavaciones mineras, y las actividades para la prevención y mitigación de los impactos ambientales pos cierre de la operación (Correa, 2001, p.4).

Tras finalizar la vida productiva de las explotaciones se pondrá en marcha el plan de desmantelamiento y clausura de las mismas. El plan incluye el desmantelamiento y demolición de las instalaciones que no cumplen ninguna función, el acondicionamiento de las bocaminas y tambores de ventilación, y la restauración de los depósitos de estériles, con miras a eliminar posibles fuentes de contaminación de las aguas, riesgos de accidentes, erosión de los terrenos, etc.

En esta fase terminal del proyecto se previene el drenaje de aguas superficiales o subterráneas contaminadas hacia los cauces naturales, se toman precauciones para hacer frente a los futuros hundimientos de terrenos en las zonas explotadas y se completa la restauración de las áreas intervenidas por la minería, al tiempo que se

inician las labores de seguimiento y control propias de la fase pos operacional (Correa, 2001, p.4).

## **4.2 Estudio de Impacto Ambiental**

El estudio de impacto ambiental es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental de acuerdo con la ley y este reglamento. Este estudio deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, obra o actividad.

**4.2.1 Evaluación del impacto ambiental:** La EIA, es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismo, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes. Para la identificación se utilizan una serie de matrices y metodologías descritas a continuación:

- **Matrices de causa-efecto.**

El uso de matrices puede llevarse a cabo con una recolección moderada de datos técnicos y ecológicos, pero requiere en forma imprescindible de una cierta familiaridad con el área afectada por el proyecto y con la naturaleza del mismo. En el hecho, es fundamental un ejercicio de consulta a expertos, al personal involucrado, a las autoridades responsables de la protección ambiental en sus dimensiones sanitaria, agrícola, recursos naturales, calidad ambiental y al



público involucrado. Todos pueden contribuir a una rápida identificación de los posibles impactos.

Las matrices de causa-efecto consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos, pero tienen limitaciones para establecer interacciones, definir impactos secundarios o terciarios y realizar consideraciones temporales o espaciales. (Conesa, 2006, p.39).

- **Matriz de impactos.**

La matriz de impactos, que es del tipo causa- efecto, consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos.

Para su ejecución será necesario identificar las acciones que puedan causar impactos sobre una serie de factores del medio, o sea determinar la matriz de identificación de efectos. Ambas matrices nos permitirán identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto en el Medio para posteriormente, obtener una valoración de los mismos (Conesa, 1997, p.79-87).

- **Matriz de importancia.**

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una EIA simplificada.

Identificadas las posibles alteraciones, se hace preciso una previsión y valoración de las mismas. Esta operación es importante para clarificar aspectos que la propia

simplificación del método conlleva. El EIA, es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación acción del proyecto-factor del medio es absolutamente necesario), (Conesa, 1997, p. 89-95).

- **Matriz de Leopold**

Fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental.

Este método consiste en un cuadro de doble entrada -matriz- en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos (Conesa, 2006, p.37).

El Estudio de Impactos existente que relaciona al proyecto minero se presentó una valoración tanto cualitativa como cuantitativa de dichos impactos, obtenida a partir de la implementación de la metodología de la matriz de identificación y valoración de impactos, propuesta por Leopold (1971), en cada una de las actividades que se contempla en las etapas que conforman el proyecto (PMA Carbodiamante, 2011, p 119).

En dicha matriz se presentó, en su eje horizontal las actividades más sobresalientes para cada una de las etapas del proyecto, y en el eje vertical, se colocan los elementos del ambiente; en cada una de las celdas que conforma la matriz, se hizo una evaluación del nivel de impacto de cada acción sobre cada

uno de los elementos del ambiente, priorizados. Para este caso, se tomó aire, suelo, agua, fauna y flora, unidades de paisaje. Para dicha valoración se tuvo en cuenta los siguientes parámetros de evaluación.

**Parámetro de evaluación según tipo de acción del impacto:** Describe el modo de producir el efecto de la acción sobre los elementos o características ambientales y se evalúa como **Directo (DI) (1)** que se refiere al impacto recibido en forma directa por el elemento que está siendo evaluado, e **Indirecto (IN) (2)** Cuando hay interacción de otros elementos.

**Parámetro de evaluación según su carácter:** Este tipo de evaluación hace referencia a su consideración positiva o negativa, respecto al estado previo de la actuación y se evalúa como **Positivo** el impacto produce un incremento a las propiedades y características de los elementos con respecto al estado inicial y beneficia el medio se califica **(+1)** y **Negativo** El impacto genera alteraciones perjudiciales a los componentes del medio inicial, en términos cualitativos y cuantitativos se califica **(-1)**.

**Parámetro de evaluación según duración:** Se refiere al tiempo que tarda el efecto. Puede llegar a ser temporal, es decir durar poco y cesar; y permanente o a largo plazo y su valoración es **temporal (TE) (2)** cuando el efecto tiene una acción a corto tiempo, 1 – 10 años o **permanente (PE) (1)** cuando el efecto tiene una acción continua o consecutiva mayor a 10 años (PMA Carbodiamante, 2011, p 120).

**Parámetro de evaluación según su magnitud:** Informa la extensión o grado de efecto o destrucción producido en el medio y se evalúa con una valoración **Alta**

(4) La recuperación del medio exige prácticas protectoras por un periodo de tiempo considerable. Mayor a 10 años; **Media (3)** La recuperación del impacto causado requiere cierto tiempo sin necesidad de prácticas protectoras. 1 – 10 años. **Baja (1)** La carencia de impacto o recuperación inmediata tras el cese de la actividad sin necesidad de prácticas protectoras < 1 año

**Parámetro de evaluación según su influencia:** Informa sobre la intensidad de la acción en el sitio de intervención su grado de evaluación es **puntual (1)** solo afecta el sitio donde se realiza la intervención. , **regional (2)** Se presenta generalmente en el área de influencia directa del proyecto y **local (4)** cuando incluye otras áreas fuera del sitio de la actividad, comprendida dentro del área de influencia. (PMA Carbodiamante, 2011, p 120).

Parámetro de evaluación según su importancia: Hace referencia a la incidencia que tiene el efecto de una acción sobre un componente ambiental y es representado por un número que se deduce en función de los valores y grados de valoración asignados **Máxima (4)** Cuando el impacto ocasiona un efecto considerable en el medio. **Moderada (3):** El impacto causado compromete en forma baja el medio **Mínima (1)** Cuando el impacto interviene el medio y no se percibe efecto alguno.

### 4.3 Técnicas de Muestreo

**4.3.1 Muestreo de aguas:** A continuación se describen los tipos de muestreo.

**a. Tipos de Muestras**

El objetivo del muestreo de aguas se basa en obtener una parte del cuerpo hídrico de estudio con el fin de analizar las variables fisicoquímicas de interés. El volumen del material captado se utiliza in situ para el análisis respectivo si se cuenta con el equipo adecuado, de lo contrario se transporta hasta el lugar de almacenamiento para luego ser transferido al laboratorio para el respectivo análisis, momento en el cual la muestra debe conservar las características del material original. Para lograr el objetivo se requiere que la muestra conserve las concentraciones de todos los componentes presentes en el cuerpo hídrico de estudio y que no hayan ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis (Fuquene, 2011, p.90).

- **Muestreo simple.**

Una muestra simple en el agua es aquella que se toma en un lugar y tiempo específico y que refleja las circunstancias particulares del cuerpo de agua para el momento y sitio de su recolección

- **Muestreo compuesto.**

Una muestra compuesta en el agua es una combinación de muestras tomadas a intervalos predeterminados a fin de minimizar los efectos de variabilidad de la muestra individual. La función de las muestras compuestas es la de minimizar el efecto de las variaciones puntuales de la concentración de los elementos que se están analizando (Fuquene, 2011, p.90).

**b. Equipos y herramientas de medición.**

- **Medidor multiparametro.**

El medidor multiparametro es ideal para mediciones en terreno tales como lagos, Ríos, Mares. Se caracteriza por ser resistente, impermeable y fácil de usar, el medidor puede mostrar en pantalla desde 1 (uno) hasta 12 (doce) parámetros simultáneamente.

Estos equipos pueden medir los parámetros de calidad de agua tales como Ph, ORP (Potencial de Oxido reducción), Conductividad, Turbidez, Temperatura, iones de amonio, nitrato, cloruro, oxígeno disuelto, resistividad , TDS Solidos Totales Disueltos, Salinidad y gravedad especifica de agua de mar (Hanna Instruments,2016, p.6).

**4.3.2 Muestreo de aire:** A continuación se describen los tipos de muestreo.

**a. Tipos de Muestreos**

El muestreo de contaminantes atmosféricos se puede hacer de tres tipos:

- **Muestreo continuo**

Consiste en tomar muestras de forma continua a lo largo del año. Este muestreo continuo puede ser en tiempo real (en el caso de los analizadores automáticos) o en períodos de 24 horas o tiempos inferiores o superiores predefinidos.

- **Muestreo periódico**

Basado en un plan predefinido y consistente básicamente en un muestreo por estaciones. Por ejemplo, un mes o dos semanas cada período estacional. Un día de cada ocho. Muy útil cuando hay limitaciones económicas o de recursos humanos. De esta manera, se tienen muestras representativas de todos los días del año.

- **Muestreo puntual**

Determinados días y horas.

- b. Equipos y herramientas de medición.**

A continuación se muestra las partes y componentes de un muestreador de PM10, con este equipo se puede medir el Material Particulado menor o igual 10 micrómetros  $\mu\text{g}$  presente en el ambiente (MAVDT, 2008, p.163).



*Figura 2.* Partes y componentes de un muestreador de PM10, Fuente. Protocolo MAVDT,2008, P. 163.

**4.3.3 Muestreo de residuos sólidos:** Cuando se habla de composición, es la presentación de los residuos en el municipio ó empresa, de acuerdo a los estudios de caracterización física entre orgánicos e inorgánicos, en el que se debe considerar un modelo estadístico, uno de los más conocidos es el muestreo aleatorio, donde se considera la población bajo muestreo, unidades de muestreo, selección de la muestra, tamaño de la muestra y análisis de datos. Otro método es la cuantificación de residuos por balance de masas, el cual, permite determinar la generación y el muto de residuos sólidos con cierto grado de confiabilidad para diferentes fuentes de generación (viviendas, comercio e industria).

Otro método muy utilizado en los sitios de disposición final es el cuarteo en el que se hace un círculo de cuatro metros de diámetro aproximadamente, con una cinta de seguridad se divide el espacio en cuatro partes, se escoge una, se inicia con la selección y separación de materia orgánica, material higiénico, papel y cartón, vidrio, plástico y chatarra. Puede durar de dos a tres horas, de acuerdo a la ruta que se esté trabajando (López, 2011, p.26).

#### **4.4 Plan de Manejo Ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es, lo que se llamaría el instrumento operativo en la planeación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en él se describen y se dan las especificaciones de las obras y acciones que se deben realizar para controlar, mitigar, o compensar los impactos generados por una actividad.

Como parte del proceso de SGA es necesario evaluar la gestión realizada para aplicar el PMA, con el fin de determinar las medidas correctivas para asegurar el cumplimiento del



principal objetivo de la Gestión Ambiental, que es el de mejorar las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la actividad. Lo anterior deriva en la necesidad de formular un indicador que represente el grado de cumplimiento del PMA y permita determinar las causas que influyen en su desarrollo, para así proceder a tomar medidas preventivas o correctivas y asegurar el logro de sus objetivos (Correa 2001 p.65).

**4.4.1 Componentes del PMA:** El PMA involucra cuatro componentes secundarios, a saber:

- **Indicador del Plan de Manejo Biofísico, (IPMB).**  
Incluye las obras y acciones dirigidas a controlar, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el medio biofísico: agua, aire, suelo, fauna, vegetación.
- **Indicador del Plan de Gestión Social, (IPGS).**  
Contiene las especificaciones de las obras y acciones dirigidas a controlar, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el ser humano y su entorno socioeconómico y cultural.
- **Indicador del Plan de Monitoreo, (IPM).**  
Contempla la definición de los parámetros del medio biofísico y social que deben ser evaluados periódicamente para verificar el comportamiento de los elementos ambientales y el cumplimiento de la normatividad.
- **Indicador del Plan de Contingencia, (IPC).**  
Se refiere a las estrategias y acciones de prevención y control de los eventos contingentes que puedan afectar a las personas, el ambiente o los bienes materiales (Correa, 2001 p.65)

**4.4.2 Identificación de impactos ambientales:** El Impacto ambiental sobre el componente hídrico son generados por la Minería Subterránea del Carbón se reflejan en la contaminación química de las aguas, incrementos de turbidez, aportes importantes de sólidos en suspensión y disueltos, alteración del curso de los cauces y la variación de los niveles freáticos.

El Impacto ambiental sobre el suelo en las explotaciones subterráneas a poca profundidad (menores de 30m), sin soporte adecuado generan hundimientos del terreno que alteran abruptamente la topografía, mientras que las excavaciones profundas causan hundimientos lentos y de contorno suave denominados subsidencia; estos hundimientos pueden causar daños a las obras civiles y edificaciones.

El suelo es uno de los elementos del medio ambiente que afecta con la realización de las diferentes actividades mineras. Los suelos se verán alterados básicamente en la realización de tres actividades: La primera, en aquellos sitios donde se realizaran las vías de transporte que llegaran a las bocaminas; La segunda, con la remoción de la capa vegetal para la adecuación de los patios de almacenamientos del carbón y roca estéril, campamentos, casetas para malacates y demás infraestructuras que se requiere para el montaje y adecuación de equipos; Y la tercera, tiene que ver con la apertura de túneles, donde al igual que las anteriores hay destrucción total del suelo en los sitios donde se realizan (Barrera, 2010 p.25).

El Impacto Ambiental sobre la vegetación en el que existen dos formas de afectación de la vegetación por parte de la Minería Subterránea del Carbón, la primera está relacionada con su intervención directa para abrir paso a las obras de

infraestructura requeridas para la construcción de vías, campamentos, patios de acopio y botaderos de estéril, la segunda está relacionada con la intervención de zonas boscosas productoras de las palancas de madera empleadas en la mayoría de las minas en las labores de sostenimiento, siendo esta última la que más área deforestada genera.

Al igual que los suelos, la vegetación es otro de los elementos que más se afectará por la actividad minera, su destrucción y alteración; está directamente relacionada con las mismas tres actividades que afectan los suelos: aperturas de las vías terrestres, adecuación de toda la infraestructura y apertura de túneles.

La minería subterránea implica la deforestación de los bosques nativos implementando áreas cultivadas con eucalipto y de esta forma obtener la materia prima para el sostenimiento de las labores subterráneas, lo que implica la pérdida de diversidad y del paisaje (Barrera, 2010, p.27).

El Impacto ambiental sobre la fauna en la Minería Subterránea del Carbón impacta indirectamente la fauna acuática y terrestre de las regiones carboníferas. Las descargas de aguas ácidas y con alto contenido de sólidos al ser vertidas sin tratamiento afectan la fauna que habita en los cuerpos de agua que reciben esas descargas, de igual forma la deforestación que se realiza para obtener la madera necesaria para las labores de sostenimiento de la mina, reduce la disponibilidad del hábitat a las especies terrestres que habitan en dichas zonas.

El impacto sobre la fauna puede ser tratado directamente en la evaluación de la Minería Subterránea del Carbón o puede ser derivado de los impactos generados por el vertimiento de aguas y la deforestación como una consecuencia de ellos la

destrucción y alteración de los suelos y de la vegetación afectara directamente la fauna terrestre de la región, con la remoción de la capa vegetal debido a las actividades mineras y por el continuo paso de los vehículos que transportan el carbón y que en general llegaran hasta las instalaciones de la mina. También generaran una migración de las especies animales quienes al ver como su hábitat es intervenido se verán obligadas a desalojarla para buscar una nueva. La deforestación que se realizara para obtener la madera, reduce la disponibilidad de un hábitat para las especies terrestre (Barrera, 2010, p.27).

El Impacto ambiental sobre el paisaje es evidente en la minería, especialmente en aquellas zonas donde hay alta concentración de minas, que ofrecen a la vista infraestructuras en mal estado de conservación y una disposición desordenada de materiales.

En zonas donde la vegetación es pobre, la discontinuidad en el paisaje debida a las obras mineras, se hace más evidente, pues ofrece un campo visual más extenso. Debido a esto el paisaje original es afectado por las actividades mineras, especialmente con las acumulaciones de material estéril (rocas) sobre zonas paisajísticas, provocando entre otras, una contaminación visual por el contraste entre los colores oscuros de los estériles y los naturales del paisaje (Barrera, 2010, p.27).

El Impacto ambiental sobre la atmósfera se evidencia en los gases que migran de una excavación subterránea hacia la atmósfera provienen fundamentalmente de la liberación debida a la descompresión de la roca, y en algunos casos a los gases producto de las voladuras. Estas concentraciones de gases pueden ser letales

dentro del ambiente confinado de la mina, sin embargo no alcanzan a alterar, la composición de la atmósfera superficial, ni presentan incidencia alguna en los cambios climáticos.

Los impactos negativos tiene relación directa con la manipulación y beneficio en superficie de los materiales extraídos, tanto estériles como de carbón. El almacenamiento en pilas de carbón, produce emisiones fugitivas de finos en el aire que afectan de manera negativa la atmósfera, situación que podrá influir en la salud de los trabajadores. Por otra parte, en tiempos secos, el tránsito de los vehículos que transportan el carbón, también producirá cantidades considerables de partículas en suspensión (Barrera, 2010, p.27).

El Impacto sobre el ambiente socio-económico desde el punto de vista económico es importante destacar el aporte que por regalías hace la minería del carbón a la nación, parte de las cual se retribuyen a los municipios. Sin embargo dado el bajo nivel de producción de la mayoría de las minas sus aportes son pequeños comparados con los que hacen los grandes proyectos mineros.

## 5 Marco Legal

### 5.1 Normatividad Vigente

La normatividad minera en un país diverso como Colombia es fundamental para que el uso de los recursos sea controlado y la contaminación se reduzca con la aplicación de medidas que permitan que las actividades se desarrollen de forma sostenible con el medio ambiente.

La legislación colombiana del área minero- ambiental se expresa en dos marcos jurídicos: el Minero y el Ambiental. La siguiente tabla describe el tratamiento de los mismos.

Tabla 1  
*Marcos Jurídicos*

<b>MARCO LEGAL MINERO LEY 685 DE 2001</b>	<b>MARCO LEGAL AMBIENTAL LEY 99 DE 1993</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Registro Minero</li><li>• Normas Reglamentarias y Complementarias Trámites Mineros</li><li>• Medios e Instrumentos Mineros y Ambientales Trámites Ambientales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permisos Ambientales</li><li>• Licenciamiento Ambiental</li><li>• Competencias</li><li>• Tramites Ambientales</li><li>• Normas Ambientales Generales</li></ul>

Fuente: Guía minero ambiental de explotación

En la siguiente tabla se presenta la normatividad vigente que regula la explotación minera en Colombia.

Tabla 2.  
*Normatividad en relación a la explotación minera en Colombia*

NORMA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO PRINCIPAL
<b>Constitución Política de Colombia</b>	Están consagrados en los artículos 25 (Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas) 80 (el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.), del párrafo del Artículo 330 (velar por la preservación de los recursos naturales) y los artículos 102, 332, 334, 360 y 361. El Artículo 58 de la Constitución Política, declara de utilidad pública e interés social la industria minera en todas sus ramas y fases. De conformidad con el artículo 84 de la Constitución Política no se podrán expedir permisos, licencias y ejercicio del título minero, sin perjuicio de la competencia de la autoridad ambiental.	Las reglas y principios que regulan el desarrollo de la industria minera en el país.
<b>Ley 23 de 1973</b>	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. Prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del Territorio Nacional.	Expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente.
<b>Ley 09 de 1979</b>	Se generan normas, procedimientos y medidas necesarias para preservar, restaurar, y mejorar las condiciones sanitarias que puedan afectar el medio ambiente.	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
<b>Ley 99 de 1993</b>	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector público encargado de la gestión ambiental. Organiza el Sistema Nacional Ambiental y exige la planificación de la gestión ambiental de proyectos.	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA).
<b>Ley 388 de 1997</b>	Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. Promover el ordenamiento de su territorio, garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios, promover la armoniosa concurrencia de la Nación, las entidades territoriales, las autoridades ambientales y las instancias y autoridades administrativas y de planificación.	Armonizar y actualizar las disposiciones contenidas en la Ley 9 de 1989 con las nuevas normas establecidas en la Constitución Política, la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, la Ley Orgánica de Áreas Metropolitanas y la Ley por la que se crea el Sistema Nacional Ambiental.

NORMA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO PRINCIPAL
<b>Ley 382 de 2010</b>	Los solicitantes de propuesta de contrato de concesión deberán señalar si dentro del área solicitada existe algún tipo de explotación minera, indicando su ubicación y metodología utilizada para conocer la existencia o no de dicha minería. La Autoridad Minera en un plazo no mayor a tres (3) meses deberá certificar, si la hubiere, el tipo de minería existente.	Por la cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas.
<b>Decreto Ley 2811 de 1974</b>	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Establece regulaciones para la protección, uso y manejo de los recursos naturales renovables y el ambiente.	Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables.
<b>Decreto 1715 de 1978</b>	Establece las regulaciones y toma medidas para impedir la alteración o deformación de elementos constitutivos del paisaje.	Prohíbe la alteración de elementos del paisaje.
<b>Decreto 838 de 2005</b>	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.	Reglamentación del Servicio Público de Aseo y la Gestión de Residuos Sólidos.
<b>Resolución 754 del 2014</b>	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
<b>Decreto 2820 de 2010</b>	Fortalecer el proceso de licenciamiento ambiental, la gestión de las autoridades ambientales y promover la responsabilidad ambiental en aras de la protección del medio ambiente	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
<b>Resolución 631 de 2015</b>	Establece los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a los cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.	Limite permisibles para aguas residuales mineras
<b>Resolución 541 de 1994</b>	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.	Disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
<b>Resolución 1110 de 2002</b>	Se fijan tarifas para el cobro de servicios de evaluación y seguimiento de proyectos, obras o actividades de competencia del Ministerio del Medio Ambiente. Cada Corporación Autónoma Regional tiene la facultad de fijar sus propias tarifas.	Faculta al Ministerio del Medio Ambiente para cobrar los servicios de evaluación y seguimiento de la licencia ambiental, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental.



NORMA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO PRINCIPAL
<b>Resolución 0136 de 2004</b>	Por la cual se establecen los procedimientos para solicitar ante las autoridades ambientales competentes la acreditación o certificación de las inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente.	Se establecen los procedimientos para solicitar acreditación o certificación ante las autoridades ambientales.
<b>Resolución 909 de 2008</b>	Establece las normas y los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para fuentes fijas, adopta los procedimientos de medición de emisiones para fuentes fijas y reglamenta los convenios de reconversión a tecnologías limpias.	Normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
<b>Resolución 610 2010</b>	Modifica resolución 601 del 4 de abril del 2006 Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, límites permisibles	Calidad de aire
<b>Resolución 2154 2010</b>	Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010	Protocolo del Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire
<b>Resolución 650 2010</b>	Adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire	Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire
<b>Artículo 316 del Decreto – Ley 2811 de 1974</b>	Por el cual se dicta el código nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección del medio ambiente” estableció que se entiende por ordenación de una cuenca “la planeación de uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y por manejo de la cuenca la ejecución de obras y tratamientos”.	Ronda hídrica. Zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, 30 metros de ancho destinado principalmente al manejo hidráulico y la restauración ecológica.
<b>Ley 79 de 1986, Ley 373 de 1997</b>	De acuerdo a la ley 79 de 1986, Ley 373 de 1997 en relación con la conservación y protección del recurso agua.	No incorporar en las aguas cuerpos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas tales como basuras desechos o desperdicios o cualquier sustancia toxica, o lavar en ellas utensilios empaques o envases que los contengan
<b>316 del Decreto – Ley 2811 de 1974</b>	Zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea de mareas máximas (máxima inundación), de hasta 30 metros de ancho destinada principalmente al manejo hidráulico y la restauración ecológica	Ronda hídrica

Fuente: Ministerio de Minas y Energía. Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopia de carbón

## 6 Marco Geográfico

El proyecto se desarrolla en el Departamento de Boyacá está situado en el centro de Colombia, en la cordillera oriental de los Andes en el Municipio de Samacá y específicamente en la Vereda de loma redonda.

Samacá es un municipio de unos 160 Km<sup>2</sup> de extensión que pertenece a la Provincia del Centro del departamento de Boyacá. Dista 32 kilómetros de Tunja y 159 Km de Bogotá. Geográficamente está situada a los 5 ° 29' Latitud Norte y 73 ° 30' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

Extensión Territorial. Samacá tiene una extensión aproximada de 172.9 km<sup>2</sup>

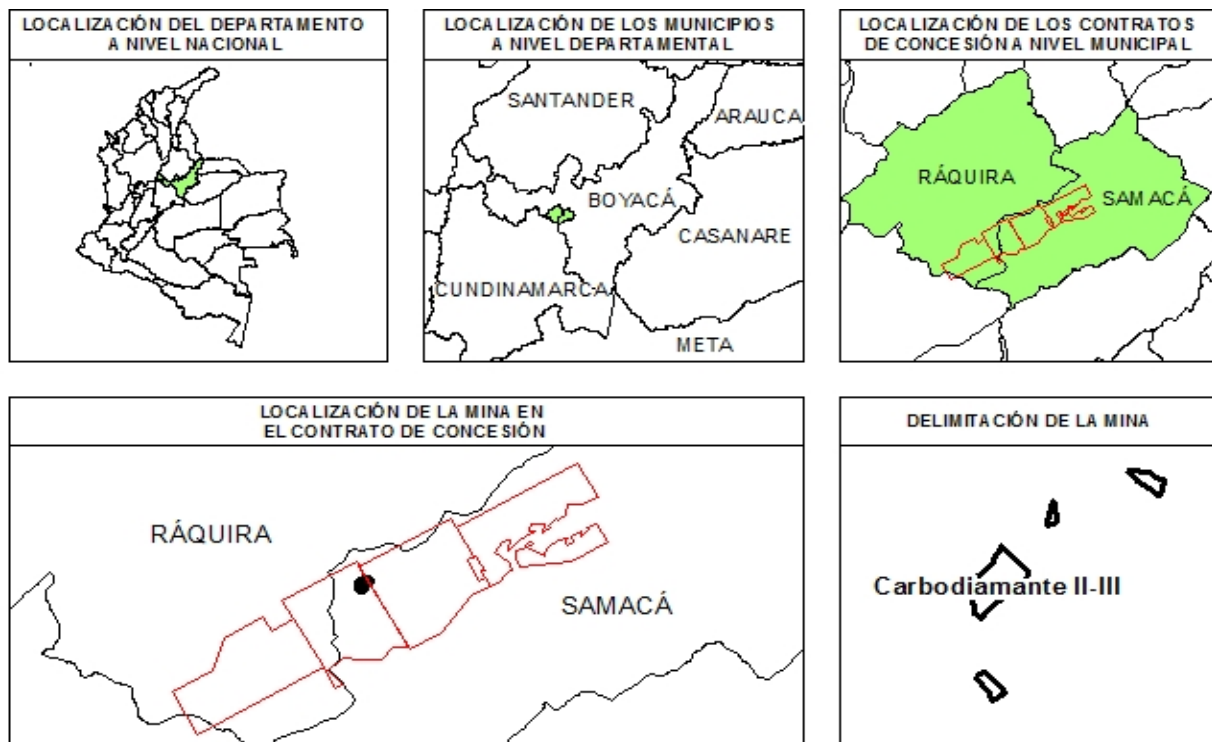


Figura 3. Ubicación geográfica proyecto minero Carbodiamante. Fuente. Alcaldía Municipal de Samacá.

## **7 Metodología y Análisis de Resultados**

### **7.1 Evaluación de Impactos Ambientales**

La evaluación de impactos ambientales la cual se tomó como línea base de este trabajo aplicado fue elaborado por el proyecto minero Carbodiamante en el año 2011 el cual arrojó una matriz la que presenta una valoración cualitativa de dichos impactos, obtenida a partir de la implementación de la metodología de la matriz de identificación y valoración de impactos, propuesta por Leopold (1971), en cada una de las actividades que se contempla en las etapas que conforman el proyecto; Análisis de resultados que se muestran en el anexo 1 (ver anexo 1); con esta información se busca evaluar mediante aforos y mediciones en campo el grado de impacto ocasionado, y poder formular las medidas pertinentes de mitigación, corrección o compensación.

### **7.2 Informe de Diagnóstico**

Con este informe diagnóstico se buscó establecer los aspectos generales y los impactos ambientales identificados por el proyecto minero.

**7.2.1 Descripción del proyecto:** a continuación se presenta la descripción del área de influencia.

#### **PROYECTO MINERO CARBODIAMANTE**

Bocamina San Miguel, San Rafael y Carbodiamante

##### **a. Localización**

El área del proyecto minero se encuentra localizada en la vereda Loma Redonda, del municipio de Samacá y Firitá Peña Arriba del municipio de Ráquira, con una extensión de 3538.11m<sup>2</sup>.



*Figura 4.* Ubicación del polígono minero. *Fuente:* Google. (s.f). [Mapa de Vereda Loma Redonda Municipio de Samacá, Colombia en Google Maps] Recuperado el 9 de Marzo de 2016, de <https://www.google.com.co/maps/@5.478322,73.5313153,799m/data=!3m1!1e3>.

**b. Vías de acceso al proyecto Carbodiamante**

El Acceso al proyecto Minero Carbodiamante se realiza por la carretera destapada que de Samacá conduce a Guachetá, la cual se encuentra al noreste de la sabana de Bogotá y al suroeste de la ciudad de Tunja (Ver *Figura 5*).

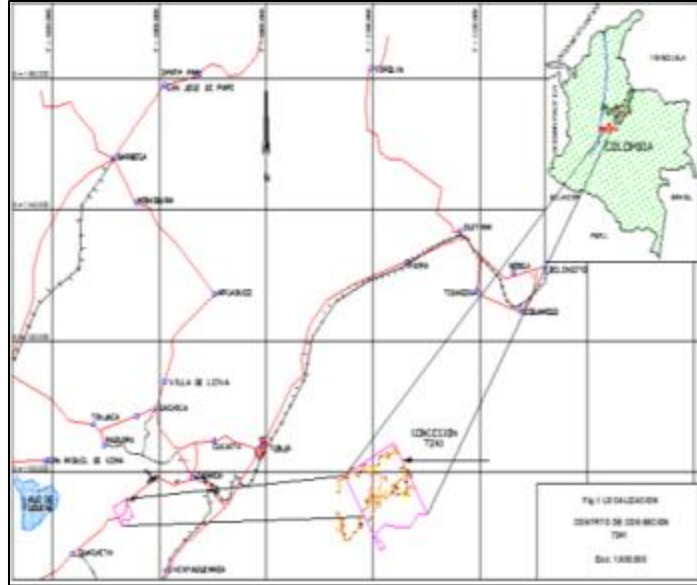


Figura 5. Vías de acceso a proyecto Carbodiamante. Fuente: Registro histórico alcaldía Municipio de Samacá




Además cuenta con vías principales para los grandes centros de consumo como Guachetá - Ubaté - Bogotá - Samacá - Tunja y Belencito





**c. Características del proyecto**


El proyecto minero cuenta con tres bocaminas cercanas una denominada San Miguel en las coordenadas BM1 (N5°27'22,741" E73°35'30,261"), San Rafael BM2 (N5°27'23,138" E73°35'30,332" y con una tercera bocamina Carbodiamante II- inactiva en las coordenadas (N5°27'26,634" E 73°35'24,306"), El proyecto minero labora en jornada diurna de ocho horas, comprendidas entre 7 am a 3 pm de lunes a sábado, extrayendo carbón coquizable, se extrae aproximadamente 23 toneladas diarias y se proyectan 30 años de explotación teniendo en cuenta el ritmo actual.

La descripción de la infraestructura del proyecto minero se presenta a continuación ( Ver Tabla 3).

Tabla 3.  
 Descripción de infraestructura del proyecto minera

Estructura	Descripción	Materiales utilizados para la estructura	Estructuras y sistemas de drenaje para aguas lluvias y residuales	Localización de botaderos de instalaciones y adecuaciones	Plan de obras y cronograma de ejecución	Requerimiento de energía, combustibles, materiales de construcción e insumos	Ubicación
Bocamina	Existen tres bocaminas: BM1 (5°27'22,741"N73°35'30,261"E), BM2 (5°27'23,138"N73°35'30,332"E), Carbodiamante II- inactiva (5°27'26,634"N73°35'24,306"E)	En su construcción se usó madera, esta no se puede cuantificar ya que es utilizada de forma continua a medida que avanza la operación	El agua es extraída de la mina a través de mangueras	El botadero de estériles se describe más adelante	La construcción de la bocamina se realiza a medida que avanza la extracción del carbón	Se hace uso de madera para el mantenimiento de la bocamina	
Caseta del Malacate	Se ubica en las coordenadas 5°27'23,537"N y 73°35'29,771" E	Madera		El aceite residual es dispuesto en trampas de grasa	Esta estructura se construyó en la fase de instalación de la mina	Tanto las paredes como el piso están contruidos en madera	
Tolva	Se ubica en la coordenadas 5°27'23,537"N y 73°35'29,771" E, la parte superior posee un área de 28 m <sup>2</sup>	Madera		Los residuos estériles que se encuentran en el botadero.	Esta área se adecuo en la fase de instalación de la mina	Está construida con madera	

Estructura	Descripción	Materiales utilizados para la estructura	Estructuras y sistemas de drenaje para aguas lluvias y residuales	Localización de botaderos de instalaciones y adecuaciones	Plan de obras y cronograma de ejecución	Requerimiento de energía, combustibles, materiales de construcción e insumos	Ubicación
Patio de madera	Se ubica en las coordenadas 5°27'23,946"N y 73°35'29,723"E, posee un área de 97,83 m <sup>2</sup>	Delimitación en madera	No cuentan	Se utilizó como relleno para la ampliación del patio de madera	Esta área se adecuó en la fase de instalación de la mina	Recursos humanos	
Campamento	Actualmente atiende a 24 trabajadores; posee un vestidor, una ducha y un sanitario. Adicionalmente hay un nuevo campamento en proceso de construcción.	Ladrillo y concreto tejas, ventanas	No se encuentran bien definidas	No aplica	Su construcción se realizó en la fase de montaje del proyecto minero	Para su construcción se utilizó ladrillo, concreto y tejas.	
Punto ecológico	Se ubica en las coordenadas 5°27'26,202"N y 73°35'29,828"E.	Madera para columnas y base	No cuentan	No Aplica	La construcción del punto ecológico se realizó en la fase de montaje del proyecto minero	Está construida en ladrillo y madera	
Señalización preventiva	Es información que sirve para prevenir a las personas en la mina, se ubica en las coordenadas 5°27'23,160"N y 73°35'29,830"E	No aplica	No aplica -	No aplica	Se ubicaron durante la fase de montaje del proyecto minero		

Estructura	Descripción	Materiales utilizados para la estructura	Estructuras y sistemas de drenaje para aguas lluvias y residuales	Localización de botaderos de instalaciones y adecuaciones	Plan de obras y cronograma de ejecución	Requerimiento de energía, combustibles, materiales de construcción e insumos	Ubicación
Infraestructura para manejo de aguas	<p>La mina cuenta con canales perimetrales en tierra para el manejo aguas. El agua se bombea a superficie usando una manguera de dos pulgadas a un tanque de sedimentación en concreto y luego pasa a escalinatas de aireación. De allí el agua es vertida en la quebrada Agua Blanca o Los Ajos. punto ubicado en las coordenadas N5°27'25.5" E73°35'29.6</p>						

Fuente: La Autora, 2016.



**7.2.2 Recurso agua:** En cuanto a este recurso del componente hídrico se identificaron los siguientes aspectos.

**a. Agua residual industrial**

El agua de la mina se extrae por medio de sistema de bombeo, la cual se conduce a un sistema de tratamiento. (Tabla 4;**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 4.  
*Sistema de bombeo proyecto minero*

NOMBRE DE LA MINA	POTENCIA DE ELECTROBOMBA (HP)	TIPO DE ELECTROBOMBA	CAUDAL DE DESCARGA A (l/s)	PULGADAS DE DESCARGA	DISTANCIA DEL POZO DE BOMBEO A LA BOCAMINA (m)	TIEMPO DE BOMBEO (h/día)	FRECUENCIA DE BOMBEO (Días/semana)
San Miguel San Rafael	12	Centrífuga	4	2	180	1	6

Fuente: La Autora, 2016.

El Sistema de tratamiento consiste principal mente por un Tanque de sedimentación donde el agua generada en el proyecto minero cuenta con un caudal aproximado de 4 litros por segundo, esta mina tiene un sistema de tratamiento primario que efectúa remoción de partículas mediante la sedimentación del agua, esto se realiza en un tanque de captación, almacenamiento y sedimentación dividido en tres compartimentos por paredes deflectoras internas optimizando el flujo del líquido, está construido en ladrillo recubiertos en concreto, posterior al tanque continua el tratamiento primario con escalinatas de oxigenación; Las dimensiones de estructura del tanque son: largo= 6 metros, ancho = 3 metros y profundidad = 1,60 metros (Ver *Figura 6*).



*Figura 6.* Tanque de sedimentación. Fuente: La Autora, 2016.

En segunda medida el tratamiento cuenta con Escalinatas de aireación con el fin de producir un contacto entre el aire y el agua con el objetivo de oxigenarla o de excluir gases o sustancias volátiles. La aireación se utilizará en este caso para transferir oxígeno al agua así aumentando el oxígeno disuelto y para oxidar hierro (Fe) (RAS, 2000).



*Figura 7.* Escalinatas de aireación. Fuente: La Autora, 2016

En las visitas efectuadas se evidenció que el agua residual minera presenta grado de turbidez alto siendo fácil detectar por el color del agua; También se pudo observar que el tanque se encuentra colmatado de lodo, antes del vertimiento a la quebrada denominada Agua Blanca o los Ajos ubicada a 35 metros aproximadamente de los tanques, se evidencio obstrucción y desacople de

manguera antes de su vertimiento; El señor dueño del proyecto minero manifiesta “que la mina aún no cuenta con permiso de vertimiento” (ver *Figura 8*).



*Figura 8.* Entrada y salida de agua residual minera. Fuente: La Autora, 2016

**b. Aguas lluvias y esorrentía**

Durante el recorrido que fue efectuado en las áreas pertenecientes al proyecto minero Carbodiamante se pudo evidenciar que no se cuenta con el manejo de las aguas lluvias y de esorrentía es decir la construcción de zanjas y/o cunetas perimetrales y de coronación en tierra, direccionando estas aguas y evitando que se contaminen por acción del proceso de productivo de carbón ().



*Figura 9.* Inadecuado manejo de aguas de esorrentía en intermediaciones del campamento. Fuente: La Autora, 2016



*Figura 10.* Inadecuado manejo de aguas lluvias en patios de acopio. Fuente: La Autora, 2016

De la misma manera las pocas zanjas y/o cunetas que se encuentran, están sin mantenimiento, contienen residuos o cortezas, no están libres de sedimentos o material de arrastre ocasionando daños en vías de acceso, en las áreas de trabajo, patios de maniobras entre otros (Ver *Figura 10* y *Figura 11*).



*Figura 11.* Inadecuado manejo de aguas en vías de acceso Fuente: La Autora, 2016

En el proyecto minero falta la implementación en todas sus áreas de manejo de aguas lluvias, el mantenimiento de las cunetas en la vía de ingreso al campamento y en dirección a la bocamina, falta la construcción de alcantarillas, filtros, desarenadores y demás obras civiles en patio de maniobras, botaderos y/o patios de acopio, para aguas lluvias y de escorrentía.

**c. Aguas de consumo**

El campamento se abastece de agua para consumo del acueducto Veredal Rosa limpia contando con permiso de concesión de aguas aprobada por Corpoboyaca el sistema de captación cuenta conducción hasta el campamento donde se almacena en dos (2) tanques de 2000 litros cada uno, se pudo observar que no se lleva registros de mantenimientos periódicos a estos tanques, provocando pérdida y desperdicios de agua (*Figura 12*).

**d. Aguas residuales domesticas**

En la visita efectuada y dirigida para la observación del manejo del recurso hídrico se registró la siguiente información; El proyecto minero Carbodiamante dentro de sus instalaciones cuenta con campamento donde residen los trabajadores mineros, este campamento se encuentra dotado de baterías sanitarias y duchas para el bienestar de los mismos.



*Figura 12.* Instalación de Campamento. Fuente: La Autora, 2016

El manejo actual que les dan a las aguas residuales domesticas es el siguiente, para las aguas grises se tiene una trampa de grasas domiciliar en concreto la que

se encuentra saturada ya que según (RAS cap E, 2000, p. 29) las trampas de grasa deben tener controladores de flujo en las entradas para protección contra sobrecargas y esta no cuenta con dichos controladores; de allí se dirigen a un pozo séptico donde también llegan las aguas negras. El pozo séptico es en mampostería con tapa en concreto, este sistema termina con una manguera, se evidencia vertimiento directo. (Ver *Figura 13* y *Figura 14*).



*Figura 13.* Trampa de grasas. Fuente: La Autora, 2016

La tubería que capta las aguas residuales al pozo septico es de 10" de diametro y en gres, no presenta un correcto acople (Ver *Figura 14*) presentando infiltraciones.



*Figura 14.* Tubería de aguas residuales. Fuente: La Autora, 2016

**e. Fuentes hídricas**

En el proyecto minero se evidenció la invasión de zona de ronda de cuerpo hídrico. La quebrada Agua blanca o los Ajos se encuentran invadida por tolva de las bocaminas San Miguel y San Rafael, este hecho es causante de contaminación por material particulado, fino de carbón, madera entre otros, de la fuente hídrica alterando las características de la quebrada agua blanca (Ver *Figura 15*).



*Figura 15.* Tolva ubicada sobre la quebrada Agua Blanca. Fuente: La Autora, 2016

**7.2.3 Recurso suelo:** En el recorrido realizado en las diferentes áreas que comprenden el proyecto minero Carbodiamante fue fácil determinar que durante la intervención minera se ha generado afectación en el recurso suelo donde se encuentra áreas intervenidas con presencia de deslizamientos, hundimientos y desprovistos de material vegetal, adicional a ello se evidencian taludes y laderas sin ningún manejo ( Ver *Figura 16*, *Figura 17* y *Figura 18*).



*Figura 16. Afectación morfológica cerca a la Quebrada Agua Blanca. Fuente: La Autora, 2016.*



*Figura 17. Afectación en la intervención minera en las bocaminas. Fuente: La Autora, 2016.*



*Figura 18. Deslizamiento en las vías de ingreso. Fuente: La Autora, 2016*

**a. Residuos sólidos**

• **Residuos sólidos no peligrosos**

Este tipo de efluente son conformados por residuos orgánicos, Papel, cartón, plástico, vidrios entre otros, para el manejo de estos se cuenta con dos (2) puntos ecológicos para el almacenamiento temporal, aunque por su manejo inadecuado se



viene presentando áreas visualmente desorganizadas, residuos como llantas, chatarra etc, obstruyendo el paso dentro del área de operación en cuanto a la disposición final los residuos son quemados puesto que no se cuenta con un gestor externo o alternativas de manejo. (Ver *Figura 19*).



*Figura 19.* Presencia de desorden en áreas de la mina. Fuente: La Autora, 2016.



*Figura 20.* Patios de madera en desorden. Fuente: La Autora, 2016

- **Residuos peligrosos**

En el proyecto minero se hace uso de grasas, aceite hidráulico y aceite quemado, utilizados en la lubricación de guaya del malacate, rodamientos de coches, herramientas y maquinaria en general, En este momento no se está realizando manejo adecuado, lo cual se contemplará en las fichas denominadas plan de manejo y disposición final de residuos sólidos peligrosos.

- **Manejo y disposición de estériles**

Las rocas estériles procedentes de la cobertura de las operaciones de las labores de preparación en la mina subterránea se depositan, generalmente, como fragmentos gruesos en montones que constituyen las denominadas escombreras o botaderos en superficie. También se depositan de la misma manera los lodos obtenidos en el mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual minera.

Actualmente el proyecto minero Carbodiamante, no cuenta con un sitio definido como botadero de estériles además como tal el proyecto no tiene una área preparada para esta actividad, este material se está disponiendo inadecuadamente en diferentes áreas, provocando efectos sobre el ambiente debidos al drenaje de roca ácida, escorrentía de agua, emisiones de material particulado y afectación paisajística (Ver *Figura 21*).



*Figura 21.* Disposición inadecuada de material estéril. Fuente: La Autora, 2016

El material esteril que es dispuesto en área que no fue previamente preparada es decir con suficiente espacio , sin material vegetal que pueda ser afectado (descapotado), nivelado y/o compactado y con distacia de los cuerpos hidricos y vias principales. Se pudo identificar en el diagnostico que este material no cuenta con un manejo adecuado, afectando el recurso flora y fauna (Ver *Figura 22*).



*Figura 22. Afectación estéril. Fuente La Autora, 2016.*

**7.2.4 Recurso aire:** La fuente fija de emisión de contaminantes atmosféricos identificada en las bocaminas del proyecto minero Carbodiamante es la tolva puesto que, en esta estructura se dispone el carbón para el cargue a la volqueta y por causa del viento u otros agentes externos se dispersan las partículas de material particulado.

**7.2.5 Flora:** En cuanto a la vegetación en áreas adyacentes y propias del proyecto minero Carbodiamante durante las visitas y seguimientos efectuados en la actualización del plan de Manejo Ambiental se observa, vegetación arbustiva encontrada en las vías de ingreso y áreas altas, también se identificó eucalipto que predomina en el área, de la misma manera se registran áreas con parches de pastos kykuyo y vegetación a nivel del suelo.

**a. Ecosistemas terrestres**

Teniendo en cuenta la información suministrada por el proyecto minero se pudo observar que en la línea base se llevó a cabo la interpretación de coberturas y usos de la tierra para el contrato de concesión minera No 7241, siguiendo lo establecido en la metodología y leyenda Corine land cover; de manera general, dicha metodología consistió en realizar interpretación de fotografías aéreas como

insumo, a través de la observación directa sobre pantalla. La interpretación se realizó a una escala de detalle de 1:2.000, para una salida gráfica de 1:10.000. Dentro de los resultados obtenidos del análisis de coberturas para el polígono minero, se tienen los siguientes:

**b. Coberturas y usos de la tierra del Título minero No 7241**

En las 761.7511 Ha de extensión del Contrato de concesión minera No 7241, se identificaron las siguientes coberturas.

Las coberturas de mayor representatividad dentro del contrato de concesión minera, son los pastos limpios (185.572 ha), la vegetación secundaria baja (141.343 ha), Bosque denso bajo de tierra firme (98.874 Ha), los Pastos enmalezados (76.333 ha), Herbazal denso de tierra firme con arbustos (62.432 Ha), las plantaciones forestales de eucalipto (76.474 ha) y el Herbazal denso de tierra firme sin arbustos (28.735 ha), entre otras; un aspecto que resulta importante mencionar está relacionado con la representatividad de las zonas de explotación minera, donde a pesar de encontrarse 19 proyectos mineros y un botadero de estériles, a nivel de cobertura su representatividad solo alcanzó el 1,33%, lo que se asume que la actividad minera no ejerce un impacto visual considerable sobre el paisaje. Aunque no se desconoce el impacto que dicha actividad ejerce sobre el ecosistema, principalmente sobre el recurso hídrico, razón por la cual se plantean las fichas de manejo enmarcadas dentro de la actualización del plan de manejo ambiental presente más adelante, en este documento (PMA Mina Carbodiamante, 2011, p.37).

**7.2.6 Fauna:** El desarrollo faunístico en el área se representa con presencia de aves, mamíferos, roedores, se pudo observar en la ejecución del seguimiento en áreas del proyecto, el que cuenta con animales domésticos como perros, gatos, gallinas, marranos entre otros; también se encontraron especies propias de la región en la familia de reptiles la Lagartija.

De acuerdo en lo encontrado en la línea base sobre fauna en el plan de manejo se observó la ejecución de un estudio enfocado en las comunidades de perifiton (microalgas y componentes de fauna microscópica), plancton (fitoplancton y zooplancton), macroinvertebrados acuáticos y necton (peces). Principalmente porque que son comunidades de uso común en estudios ambientales (lo que permite la comparación con otros puntos de muestreo), poseen metodologías de muestreo y análisis estandarizadas y por su excelente calidad como indicadores biológicos. (PMA Mina Carbodiamante, 2011, p.86).

Una vez en el lugar de muestreo, se observaron los diferentes microhábitats y las características físicas del medio (profundidad, sustrato, dimensiones, entre otras), se procedió a seleccionar el tipo de herramienta muestral según el objeto de estudio. Cabe resaltar que el esfuerzo de muestreo varió de acuerdo a las longitudes del cuerpo de agua monitoreado. A continuación se presentan los materiales y métodos utilizados para el muestreo y proceso de laboratorio de cada grupo (PMA Mina Carbodiamante, 2011, p.86).

La riqueza encontrada del cuerpo de agua denominado “Agua Blanca”, tanto aguas arriba como aguas abajo, la comunidad de perifiton pertenece al Phylum Chlorophyta, este grupo está concentrado en aguas con una importante concentración de oxígeno disuelto y además son indicadoras de aguas limpias, muchas veces con una importante concentración de material orgánico. (PMA Mina Carbodiamante, 2011, p.99).

**7.2.7 Aspecto socioeconómico:** Los asentamientos urbanos se encuentran más concentrados hacia la vía primaria o troncal del carbón, la que se localiza aproximadamente a 3 km del proyecto minero, en dirección al proyecto se evidencio solo cinco (5) unidades habitacionales adyacentes a las minas.

### 7.3 Caracterización de Recurso Agua

Se realizó un muestreo para las aguas de tipo industrial teniendo en cuenta que en el diagnostico se identificó que este de tipo de agua presenta la mayor afectación, además existe un vertimiento de estas aguas a una fuente hídrica natural (Quebrada Agua Blanca o los Ajos), que es utilizada como fuente de abastecimiento para actividades agrícolas y de Ganadería aguas abajo.

**7.3.1 Parámetros de calidad de agua industrial:** Para hallar los parámetros de calidad de agua promedio se realizó 20 muestreos simples por cada punto establecido durante dos meses (Febrero y Marzo), con el fin de hallar ph, turbidez, Conductividad, Salinidad, solidos disueltos totales y Oxígeno disuelto; para la toma de muestras de calidad de agua en campo se hizo uso del equipo Multiparametrico Hanna (ver Figura23;**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

#### Medidor Multiparamétrico para la Calidad del Agua

**HI 9829**



Figura23. Equipo HANNA HI 9829. Fuente: [http://www.infoagro.com/instrumentos\\_medida/instrucciones/instrucciones\\_medidor\\_calidad\\_agua\\_hi9828.pdf](http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/instrucciones/instrucciones_medidor_calidad_agua_hi9828.pdf)

El equipo HANNA HI 9829 es un sistema Multiparamétrico que cuenta con una sonda multisensorial basada en un microprocesador, es posible medir todos los parámetros necesarios para evaluar la calidad del agua, como el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, Conductividad y otros parámetros que aseguran la vida en el agua, como el PH y la temperatura.

**a. Los cuatro puntos donde se tomaron las muestras de calidad de agua son los siguientes:**

- **Punto 1:** Entrada a tanques en concreto (sistema de tratamiento primario de agua residual minera)

#### **Información tipo de vertimiento**

Caudal (l/s):	4
Coordenadas:	N5°27'25.1'' W73°35'28.0''
Tiempo de descarga (h/día):	1
Frecuencia (día/mes):	24
Flujo	intermitente
Fuente de abastecimiento	San miguel san Rafael mina
Fuente receptora:	Quebrada agua Blanca o los Ajos.



*Figura 24.* Toma de muestra entrada tratamiento. Fuente: La Autora, 2016



- **Punto 2:** Salida de tanques en concreto (sistema de tratamiento primario de agua residual minera)

Caudal (l/s): 3.76  
 Coordenadas: N5°27'26.0''W73°35'27.8''



Figura 25. Muestreo en la salida del tratamiento. Fuente: La Autora, 2016

- **Punto 3:** Aguas arriba Quebrada Agua Blanca.

Coordenadas: N5°27'17.5''W73°35'31.8''

Descripción: Durante la toma de muestras de agua en la Quebrada Agua Blanca se efectuó recorrido aguas arriba identificando un área con buenas condiciones para ingresar, ya que la zona es bastante arbustiva.



Figura 26. Muestreo aguas arriba. Fuente: La Autora, 2016

- **Punto 4:** Aguas abajo Quebrada Agua Blanca.

Coordenadas: N5°27'27.1''W73°35'27.8''

Descripción: Agua abajo de la Quebrada Agua Blanca se tomó un punto

estratégico el que contribuyo por su fácil acceso a llevar a cabo la serie de muestreos.



*Figura 27. Muestreo aguas abajo. Fuente: La Autora, 2016.*

**b. Registro de resultados**

• **Resultados obtenidos en los muestreos**

A continuación se identifican las tablas que contienen los resultados de los muestreos tomados en campo que se llevaron a cabo los días lunes, Miércoles y Viernes durante los meses de febrero y marzo en los 4 (cuatro) puntos establecidos, Entrada al tratamiento, Salida de tratamiento, Aguas arriba y aguas abajo quebrada Agua Blanca como fuente receptora.

Durante los muestreos se efectuó la construcción de un formato en campo tomado los datos obtenidos de la lectura del equipo HANNA HI 9829, en los puntos ya determinados, estos muestreos se realizaron en época de verano.

Tabla 5  
 Datos muestreo Punto 1

Entrada a tratamiento			PH (Unidad)	Oxígeno disuelto(ppm)	Conductividad (µS/cm)	Solidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
fecha	Día	Muestreo							
01-feb-16	Lunes	1	5,35	3,11	869	435	0,43	1000	3,51
03-feb-16	Miércoles	2	5,34	3,33	800	456	0,24	551	3,28
05-feb-16	Viernes	3	4,35	3,11	705	324	0,63	421	3,43
08-feb-16	Lunes	4	4,11	5,57	869	353	0,64	1000	2,99
10-feb-16	Miércoles	5	5,32	4,53	869	324	0,45	674	3,01
12-feb-16	Viernes	6	5,74	3,16	851	342	0,26	352	3,43
22-feb-16	Lunes	7	5,74	3,56	960	365	0,7	986	3,46
24-feb-16	Miércoles	8	5,74	3,16	988	353	0,12	664	3,22
26-feb-16	Viernes	9	5,74	3,17	957	364	0,31	253	3,11
29-feb-16	Lunes	10	5,76	3,16	869	347	0,5	836	3,14
02-mar-16	Miércoles	11	5,56	3,43	869	357	0,69	264	3,12
04-mar-16	viernes	12	5,53	4,98	835	354	0,88	123	3,22
07-mar-16	Lunes	13	4,36	2	869	345	0,1	789	3,22
09-mar-16	Miércoles	14	5,73	2,34	879	346	0,12	685	3,45
11-mar-16	viernes	15	4,73	2,95	869	567	0,14	476	3,46
14-mar-16	Lunes	16	5,74	3,48	845	432	0,16	936	3,47
16-mar-16	Miércoles	17	5,75	3,29	869	345	0,18	576	3,48
18-mar-16	Viernes	18	5,73	3,28	869	389	0,2	567	3,49
21-mar-16	Lunes	19	5,74	3,2	836	547	0,22	867	3,5
23-mar-16	Miércoles	20	4,54	3,29	869	432	0,24	567	3,51

Fuente: La Autora, 2016.

Tabla 6  
 Datos muestreo Punto 2

Salida de tratamiento			PH (Unidad)	Oxígeno disuelto(ppm)	Conductividad (µS/cm)	Solidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
Fecha	Día	Muestreo							
01-feb-16	Lunes	1	5,47	1,1	736	435	0,4	957	3,34
03-feb-16	Miércoles	2	5,38	3	634	544	0,23	551	3,28
05-feb-16	Viernes	3	4,47	3,11	634	325	0,66	437	3,43
08-feb-16	Lunes	4	4,21	5,57	853	100	0,66	675	2,99
10-feb-16	Miércoles	5	5,11	4,42	842	227	0,01	674	3,01
12-feb-16	Viernes	6	5	3,34	867	247	0,26	275	3,43
22-feb-16	Lunes	7	5,74	3,56	928	286	0,7	665	3,46
24-feb-16	Miércoles	8	5,73	3,16	929	353	0,12	664	3,22

26-feb-16	Viernes	9	5,73	3,16	937	364	0,31	165	3,11
29-feb-16	Lunes	10	5,74	3,16	858	447	0,45	1000	3,01
02-mar-16	Miércoles	11	5,54	3,35	836	457	0,69	264	3,24
04-mar-16	viernes	12	5,51	4,37	839	454	0,88	123	3,22
07-mar-16	Lunes	13	4,34	4,87	833	401	0,08	937	3,36
09-mar-16	Miércoles	14	5,75	4,46	827	399	0,12	852	3,45
11-mar-16	viernes	15	4,76	4,32	827	502	0,14	936	3,46
14-mar-16	Lunes	16	3,88	4,48	835	363	0,09	721	3,36
16-mar-16	Miércoles	17	5,72	3,29	867	56	0,18	286	3,48
18-mar-16	Viernes	18	5,82	5,28	866	56	0,17	100	2,49
21-mar-16	Lunes	19	5,82	4,36	887	98	0,22	298	2,5
23-mar-16	Miércoles	20	4,22	4,29	893	432	0,24	292	2,51

Fuente: La Autora, 2016.

Tabla 7.  
Datos Muestreo Punto 3

Aguas Arriba Quebrada			PH (Unidad)	Oxígeno disuelto(ppm)	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
Fecha	Día	Muestreo							
01-feb-16	Lunes	1	7,47	1,58	289	144	0,14	328	4,03
03-feb-16	Miércoles	2	7,04	6,26	271	144	0,09	301	3,16
05-feb-16	Viernes	3	7,31	4,58	275	105	0,1	109	3,05
08-feb-16	Lunes	4	7,23	5,73	265	111	0,14	126	4,21
10-feb-16	Miércoles	5	7,46	4,02	289	109	0,09	108	2,67
12-feb-16	Viernes	6	7,47	5,97	292	100	0,09	91	2,58
22-feb-16	Lunes	7	7,35	6,13	292	100	0,16	73	2,34
24-feb-16	Miércoles	8	7,47	4,58	289	144	0,14	93	2,31
26-feb-16	Viernes	9	7,84	6,22	284	109	0,17	64	2,36
29-feb-16	Lunes	10	7,84	6,73	286	105	0,17	47	2,45
02-mar-16	Miércoles	11	7,23	6,26	284	105	0,19	49	2,21
04-mar-16	viernes	12	7,34	6,22	284	109	0,2	50	2,16
07-mar-16	Lunes	13	7,28	6,22	276	116	0,21	53	2,12
09-mar-16	Miércoles	14	6,34	6,26	279	126	0,22	63	2,13
11-mar-16	viernes	15	6,93	4,58	289	144	0,14	50	2,18
14-mar-16	Lunes	16	7,25	6,24	294	128	0,22	53	2,15
16-mar-16	Miércoles	17	7,47	6,27	283	128	0,2	50	2,16
18-mar-16	Viernes	18	7,47	6,28	281	128	0,24	53	2,18
21-mar-16	Lunes	19	7,47	6,25	289	144	0,14	57	2,18
23-mar-16	Miércoles	20	7,42	6,24	280	140	0,21	49	2,19

Fuente: La Autora, 2016.

Tabla 8.  
 Datos muestreo Punto 4.

Aguas Abajo Quebrada			PH (Unidad)	Oxígeno disuelto(ppm)	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Solidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
Fecha	Día	Muestreo							
01-feb-16	Lunes	1	4,23	1,49	869	539	0,23	976	5,93
03-feb-16	Miércoles	2	5,35	1,49	534	435	0,43	533	5,23
05-feb-16	Viernes	3	5,27	2,39	534	325	0,92	432	4,03
08-feb-16	Lunes	4	5,21	3,12	753	100	0,14	858	2,99
10-feb-16	Miércoles	5	5,04	4,42	642	227	0,09	675	3,01
12-feb-16	Viernes	6	4,34	3,33	767	247	0,09	893	3,43
22-feb-16	Lunes	7	4,24	3,56	728	286	0,15	665	3,46
24-feb-16	Miércoles	8	4,75	4,16	1000	353	0,14	664	3,22
26-feb-16	Viernes	9	4,34	3,18	937	364	0,17	665	3,11
29-feb-16	Lunes	10	4,24	3,16	1000	447	0,18	1000	3,01
02-mar-16	Miércoles	11	4,75	3,35	1000	457	0,19	564	3,24
04-mar-16	viernes	12	4,34	4,37	839	454	0,2	173	3,22
07-mar-16	Lunes	13	4,24	4,87	1000	401	0,27	938	3,36
09-mar-16	Miércoles	14	4,75	4,57	1000	399	0,22	856	3,45
11-mar-16	viernes	15	4,34	4,32	827	502	0,16	634	3,46
14-mar-16	Lunes	16	4,24	4,4	1000	363	0,22	726	3,36
16-mar-16	Miércoles	17	4,24	3,29	867	56	0,29	288	3,48
18-mar-16	Viernes	18	4,75	5,28	866	56	0,24	100	2,49
21-mar-16	Lunes	19	4,34	4,36	1000	98	0,16	698	2,5
23-mar-16	Miércoles	20	4,24	4,29	893	432	0,21	292	2,51

Fuente: La Autora, 2016.

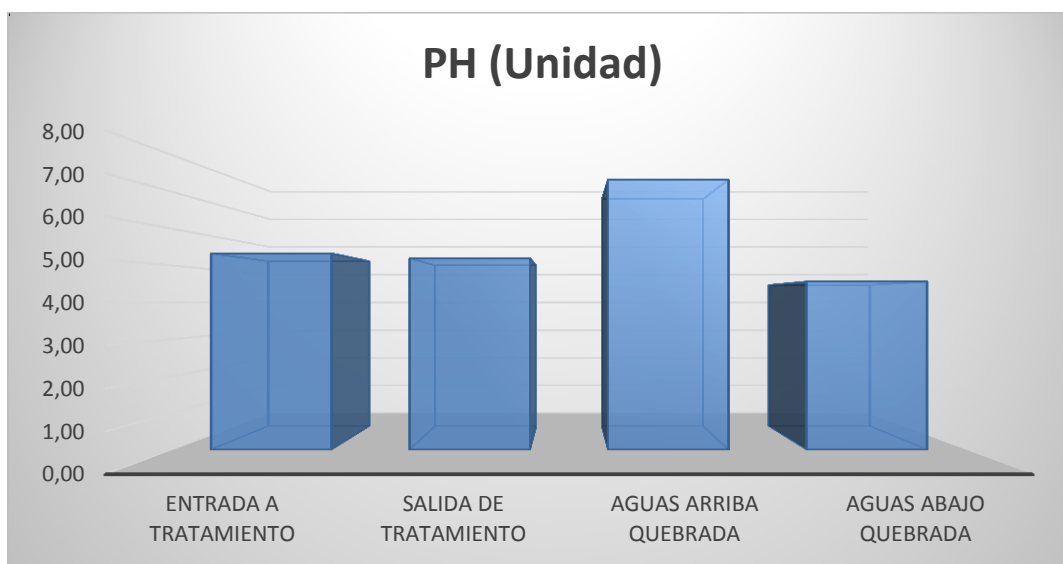
- **Análisis de resultados**

Evaluando los resultados se realizó una tabla donde se encuentra el valor promedio de los parámetros para cada punto de muestreo y así se elaboraron unas gráficas para la representación de datos, depuración y organización de la información.

Tabla 9.  
Promedios de parámetros de calidad de agua.

	PH (Unidad)	Oxígeno disuelto(ppm)	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
<b>Entrada a tratamiento</b>	5,33	3,23	867,30	388,85	0,36	629,35	3,15
<b>Salida de tratamiento</b>	5,20	3,67	836,40	327,30	0,33	543,60	3,00
<b>Aguas Arriba Quebrada</b>	7,33	5,63	283,55	121,95	0,16	93,35	2,54
<b>Aguas Abajo Quebrada</b>	4,56	3,50	852,80	327,05	0,24	631,50	3,42

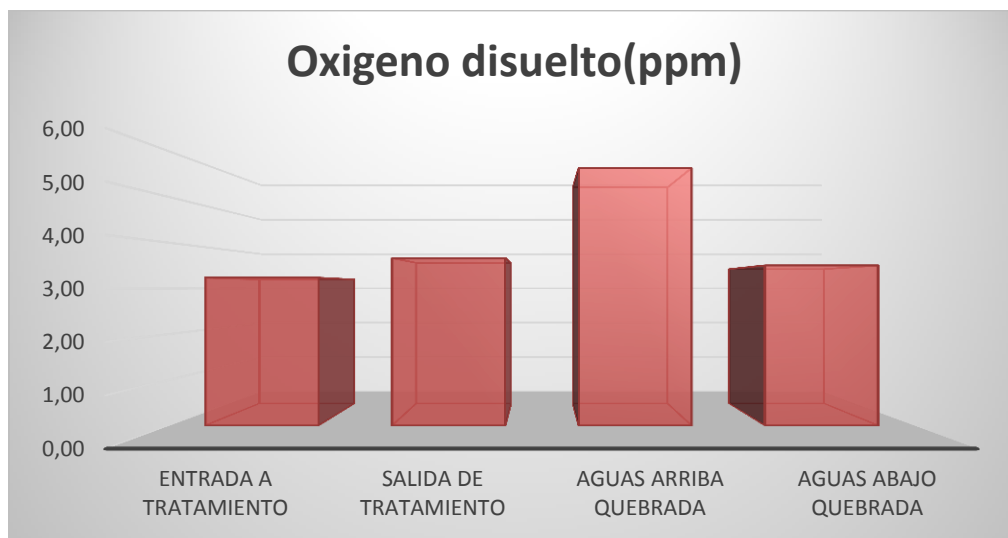
Fuente: La Autora, 2016.



Gráfica 1. Ph promedio en puntos de muestreo. Fuente: La Autora, 2016.

Como se puede apreciar en la *Gráfica 1* el agua en este punto de muestreo es neutra con un valor encontrado dentro del rango 6.0 a 9.0 establecido en el decreto ley 6 31 con un valor aceptable, se puede identificar que el pH es alterado y disminuye cuando se tiene contacto con el vertimiento y afecta aguas abajo de la quebrada negativamente esta disminución se debe a la presencia entre otros, de dióxido de carbono no combinado, de ácidos minerales o de sales de ácidos fuertes y bases débiles.

El pH depende por un lado de la producción vegetal, y por el otro lado de las aguas residuales. Durante el día las plantas absorben CO<sub>2</sub> del agua. El CO<sub>2</sub> forma con el agua un ácido pobre. Respectivamente aumenta el valor pH. Análogamente este desciende durante la noche. El aumento del valor pH puede conllevar a una fuerte producción de amoníaco a partir de iones de amonio. Consecuencias orgánicas: el amoníaco es un fuerte veneno para los peces. El valor pH influye tanto a las plantas como el metabolismo de los peces. Cuando el pH disminuye a menos de 5,5, o se eleva a más de 9, son pocas las posibilidades de vida.



Gráfica 2. Oxígeno disuelto promedio en puntos de muestreo. Fuente: La Autora, 2016.

Se puede identificar en la Gráfica 2 el oxígeno disuelto encontrado aguas arriba el resultado fue satisfactorio esto se debe a que en este punto no se encuentran descargas que afecten negativamente las características de la quebrada, por otro lado el punto tomado en la entrada y salida del tratamiento y aguas abajo se encontró con bajo contenido de oxígeno disuelto a esto se atribuye la turbidez presente en el agua y que esta procede de un área confinada en condiciones bajas de oxígeno, También se le atribuye la disminución a compuestos orgánicos,

tesoactivos (detergentes), concentración de materia orgánica, La disminución del contenido de oxígeno en las aguas va asociada a una eutrofización (enriquecimiento por nutrientes) de las mismas. Un aumento en los niveles de nitratos y de fosfato, carbono y en ciertos casos, silíceo, favorecen el crecimiento extensivo de las algas, lo que traerá consigo que el agua absorba menos luz y que ciertas bacterias aerobias sean más activas. Estas bacterias agotan los niveles de oxígeno de manera que sólo las anaerobias pueden ser activas, lo que hace imposible la vida en el agua para peces y otros organismos acuáticos.

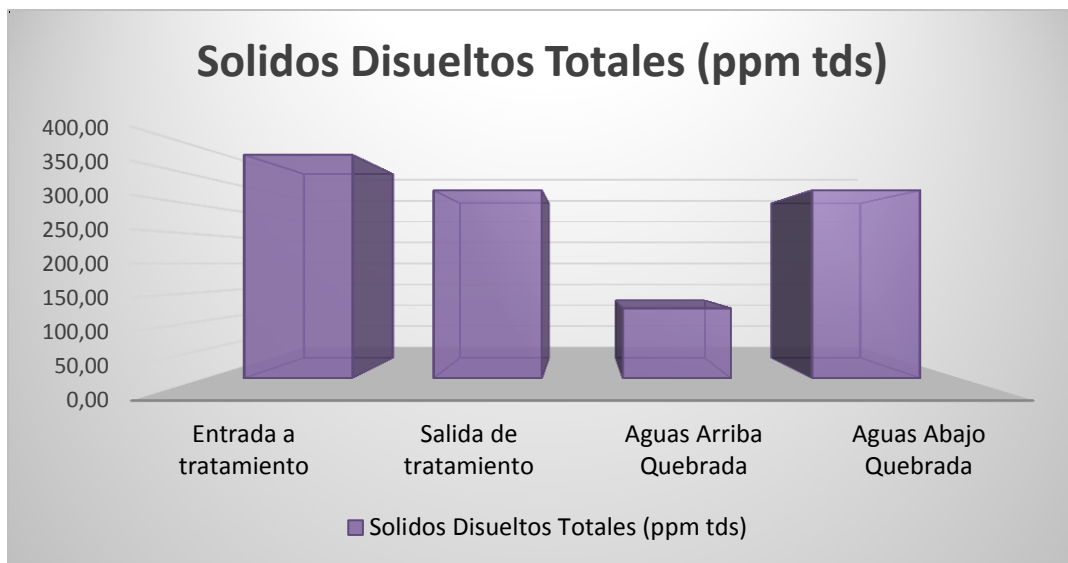


Gráfica 3. Conductividad promedio en puntos de muestreo. Fuente: La Autora, 2016.

En la Gráfica 3 se puede observar que la conductividad en el cuerpo de agua dulce es un buen conductor de la electricidad puesto que fue encontrado con un resultado menor a los 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y en cuanto a la entrada, salida del tratamiento y aguas abajo se evidencio el aumento de conductividad debido al aumento de la concentración este rango pueden indicar que el agua no es adecuada para la vida de ciertas especies de peces o invertebrados.



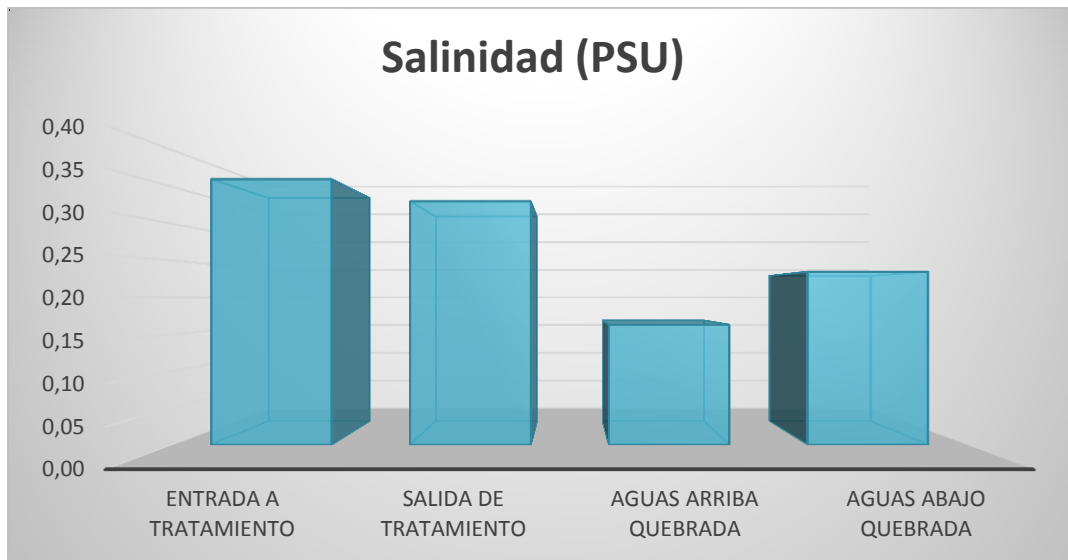
Los altos valores de conductividad en el agua de la superficie muestra claramente la carga de sal en el agua, que proviene en primera línea de residuos industriales, escurrimiento de abonos y sal de deshielo. Consecuencias biológicas: El alto contenido de sales nutritivas (fosfatos, nitratos) en nuestras aguas conduce al crecimiento de las algas. La gran masa de algas moribundas es desintegrada por medio de aerobios. Cuando el oxígeno del agua se agota, empieza una desintegración anaeróbica de la biomasa. Se originan así los biogases (ej. metano, hidrógeno sulfurado, amoníaco, amonio ionado). Por la falta de oxígeno se produce la muerte de los peces.



Gráfica 4. Sólidos disueltos totales promedios en puntos de muestreo. Fuente: La Autora, 2016.

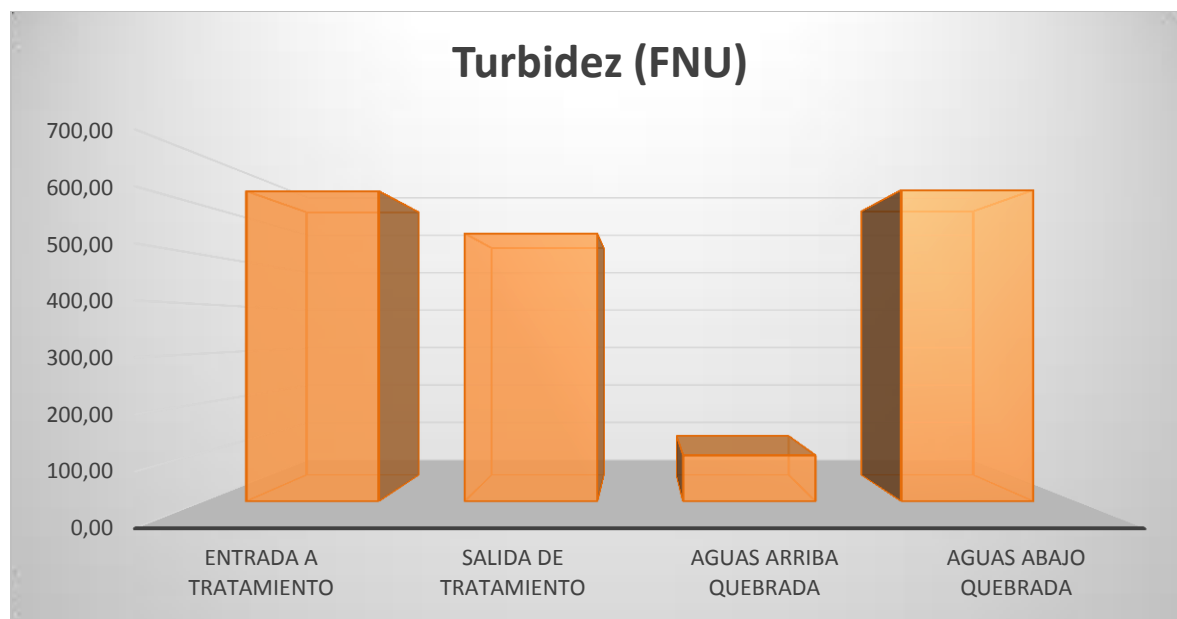
En la Gráfica 4 se identifica que el punto más bajo en porcentaje de Sólidos disueltos totales se encontró en el punto tomado aguas arriba de la quebrada Agua Blanca, y el punto más alto de Sólidos disueltos totales se encontró en la entrada al tratamiento (agua mina) teniendo en cuenta que aguas arriba no se evidencia ninguna otra clase de vertimiento procedente de la industria minera que pueda

afectar este punto. En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua sólidos en suspensión. (Sólidos en suspensión son partículas / sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, tales como pulpa de madera.). En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones (cargado negativamente) iones en el agua.



Gráfica 5. Salinidad promedio en punto de muestreo. Fuente: La Autora, 2016.

En cuanto a la *Gráfica 5* el porcentaje de salinidad se encuentra dentro de lo permisible, no se encuentra significativo el contenido de sal en el agua, tampoco se encuentra presente sustancias que modifique en mayor parte este parámetro. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica. .



Gráfica 6. Turbidez promedio punto de muestreo. Fuente: La Autora, 2016.

En la Gráfica 6 se identifica que el punto más bajo en porcentaje de Turbidez se encontró en el punto tomado aguas arriba de la quebrada Agua Blanca como se mencionaba anteriormente debido a que no se encuentran vertimientos aguas arriba, y el punto más alto de Turbidez se encontró en la entrada al tratamiento a causa de que en el desarrollo y avance de labores mineras el agua tienen bastante contacto con sólidos y material carbón.

### 7.3.2 Análisis comparativos:

Cuadro resumen (Ver Tabla 10)

**Tabla 10**

*Análisis comparativos de los resultados agua.*

	PH (Unidad)	Oxígeno disuelto(ppm)	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
Entrada a tratamiento	5,33	3,23	867,30	388,85	0,36	629,35	3,15
Salida de tratamiento	5,20	3,67	836,40	327,30	0,33	543,60	3,00
Aguas Arriba Quebrada	7,33	5,63	283,55	121,95	0,16	93,35	2,54
Aguas Abajo Quebrada	4,56	3,50	852,80	327,05	0,24	631,50	3,42

<b>Resolución 631 de 2015 artículo 10</b>	6,00 a 900	4	<1000	<1000	<0.5	<40	2,00
---	------------	---	-------	-------	------	-----	------

Fuente: La Autora, 2016.

## 7.4 Caracterización de Recurso Aire

**7.4.1 Parámetros de calidad de aire:** En la (Tabla 11) se presenta los resultados de la información entregada por el proyecto minero de caracterización de aire, las mediciones entregadas por la mina Carbodiamante fueron realizadas durante 18 días consecutivos en dos puntos fijos (Estación 1 y 2) ubicadas a una distancia de 100 metros a la redonda del área de influencia de acuerdo con las directrices, metodologías y procedimientos establecidos en el “Protocolo para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire”, adoptado mediante la resolución 650 del 29 de marzo de 2010 y posteriormente ajustado mediante la resolución 2154 del 2 de noviembre de 2010, estos datos no fueron depurados y analizados por la mina fueron archivados y nunca utilizados por lo cual se procedió a utilizar esta información con el fin de hallar la cantidad promedio de contaminante diario y así compararlo con la normatividad vigente.

**Tabla 11**

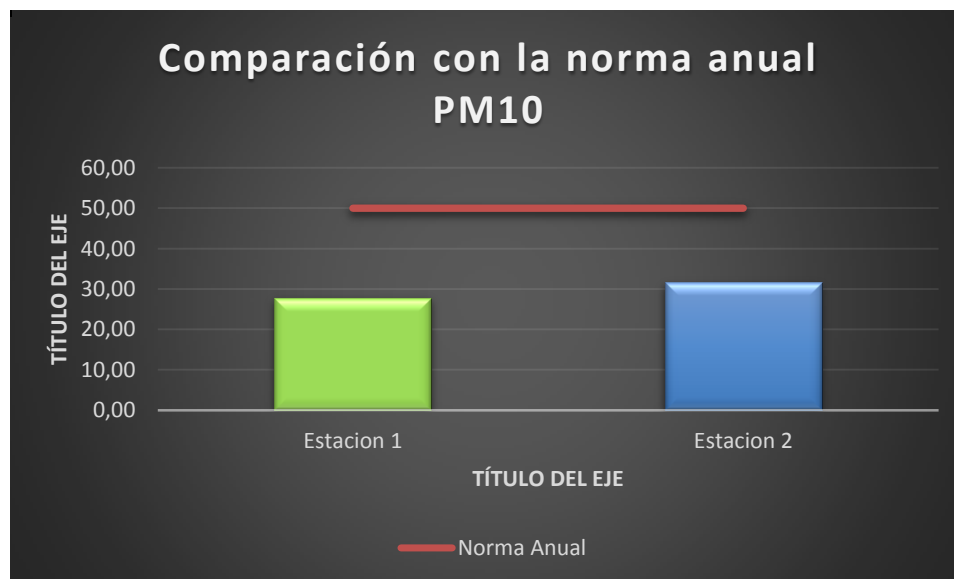
*Concentración de contaminante (PM10) diaria por estación en condiciones de referencia.*

PM10 Promedio			
FECHA	Estación 1	Estación 2	unidad
14/12/19	31,38	37,62	µg/m <sup>3</sup>
14/12/20	23,47	27,16	µg/m <sup>3</sup>
14/12/21	16,96	19,55	µg/m <sup>3</sup>
14/12/22	36,76	37,29	µg/m <sup>3</sup>
14/12/23	33,81	39,78	µg/m <sup>3</sup>
14/12/24	36,53	38,68	µg/m <sup>3</sup>

14/12/25	16,82	22,11	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
14/12/26	31,6	37,76	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
14/12/27	23,68	28,9	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
14/12/28	16,15	20,33	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
14/12/29	37,89	37,00	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
14/12/30	35,85	38,68	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
14/12/31	32,13	37,96	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/01/01	15,69	21,74	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/01/02	34,66	38,25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/01/03	26,78	28,21	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/01/04	16,68	20,37	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
15/01/05	33,92	35,62	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Estudio mina Carbodiamante 2014

**7.4.2 Análisis comparativo:** Teniendo en cuenta la información consignada en la (Tabla 11) se construyó la Gráfica 7 hallando el promedio de contaminante diario en los puntos de toma de muestras (Estación 1 y 2) (ver Tabla 12) y se comparó con el valor máximo permisible por la normatividad vigente.



Gráfica 7. Comparación con la norma anual para PM10. Artículo 4 resolución 610 del 24 de marzo de 2010. Fuente: La Autora, 2016.

Con los valores demostrados en la (Tabla 12) se halla el PM10 promedio por estación

**Tabla 12**  
*Promedio por estación.*

	Estación	Promedio	unidad
Promedio PM 10	Estación 1	27,82	µg/m3
	Estación 2	31,50	µg/m3

Fuente: La Autora, 2016.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos (ver Tabla 12) y lo observado en la *Gráfica 7* se puede afirmar que el proceso productivo no afecta de forma significativa la calidad del aire en el área de influencia, es importante tener en cuenta que aunque estos datos fueron realizados solamente durante 18 días se cotejo con la información de producción y en esos días la producción de carbón fue mayor al promedio actual lo cual nos indica que el contaminante promedio diario no ha aumentado.

## **7.5 Caracterización de Recurso Suelo**

Para caracterizar el recurso suelo se realizó una descripción física ocular teniendo en cuenta el informe de diagnóstico realizado donde se pudo evidenciar que este recurso es afectado por presencia de residuos sólidos generados en el proyecto minero no manejados adecuadamente; como también por la explotación en si generando cambios en la morfología natural como erosión, hundimientos, deslizamientos, áreas desprovistas de vegetación, descapote vegetal entre otros, es importante destacar que en los planos de usos de suelo (Ver

Figura 28) suministrados por el EOT vigente, se identifica que el proyecto minero se encuentra en área minero industriales lo cual nos da la certeza de que el proyecto no está infringiendo el uso de suelo permitido .

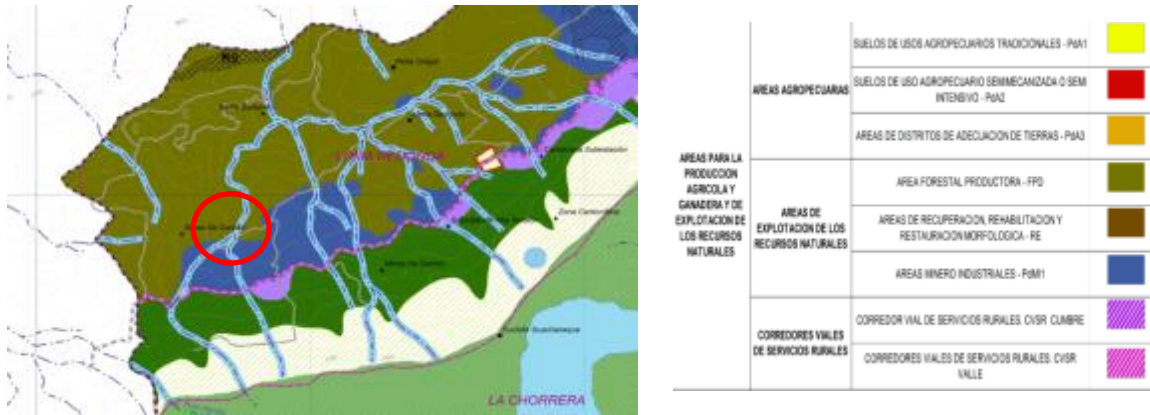


Figura 28. Usos de suelo. Fuente: EOT Municipio de Samacá, 2015.

**7.5.1 Manejo de residuos sólidos:** Para el manejo de los residuos se hizo uso de una metodología bastante utilizada y a continuación se presenta su descripción

**a. Residuos no peligrosos**

Para efectuar la caracterización de residuos no peligrosos se empleó el método de cuarteo para identificar la cantidad de residuos generados en el proyecto minero Carbodiamante a continuación se describe este método.

- **Cuarteo de residuos solidos**

Cuarteo es el que se hace un círculo de cuatro metros de diámetro aproximadamente, con una cinta de seguridad se divide el espacio en cuatro partes, se escoge una, se inicia con la selección y separación de materia orgánica,

material higiénico, papel y cartón, vidrio, plástico y chatarra. Puede durar de dos a tres horas, de acuerdo a la ruta que se esté trabajando (Ver *Figura 29*).



*Figura 29.* Sistema cuarteo Fuente: <http://www.amalfi-antioquia.gov.co/noticias.shtml?apc=Cnxx-1-&x=2224516>

De acuerdo con Collazos (2007), “En el método de análisis de cargas, se anotan el número de cargas individuales y las características de uso de los residuos sólidos (Tipo de residuos y volumen estimado) durante un periodo de tiempo específico. Si hay básculas se registran los pesos”.

- **Generación de residuos**

Dentro del proyecto minero Carbodiamante se realizó la toma de datos de los residuos generados reportes durante los meses Marzo y Abril; Donde el objeto es tipificar los residuos generados en el proyecto, y tener una proporción clara de los mismos, con el fin de establecer posibles causas y plantear estrategias de mejora. Para realizar la caracterización se siguieron los siguientes pasos:

Se recolectaron los residuos generados en siete días, los días (martes, miércoles y jueves) utilizando el día miércoles de cada semana como el día 1 durante dos



meses (Marzo y Abril) con el fin de obtener una cantidad de datos representativos ya que la producción y cantidad de trabajadores era variable.(ver *Figura 30*).



*Figura 30.* Residuos obtenidos en los meses de Marzo y Abril. Fuente: La Autora, 2016.

Sobre un plástico fue realizada la homogenización de los residuos y se tomaron las cuatro puntas del plástico mezclando los residuos hasta tener una muestra completamente homogénea (Ver *Figura 31*).



*Figura 31.* Mezclado de residuos. Fuente: La Autora, 2016.

De la muestra que se obtuvo, se seleccionó una muestra menor para ser caracterizada. Se procedió a hacer el cuarteo de la muestra, dividiéndola en 4

partes iguales, eliminando dos fracciones opuestas y seleccionando una de las fracciones restantes para ser caracterizado (ver *Figura 32*).



*Figura 32.* Cuarteo de residuos sólidos. Fuente: La Autora, 2016.

De la muestra seleccionada, se separaron los diferentes tipos de residuos clasificados en: Papel y cartón, orgánicos, plástico, vidrio, otros (ver *Figura 33*)



*Figura 33.* Clasificación de residuos. Fuente: La Autora, 2016.

Se pesó (ver *Figura 34*) cada tipo de residuo y se determinó el porcentaje en peso de cada clasificación de residuos con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ item}_i = \frac{\text{Peso item}_i}{\text{Peso total de la muestra}} * 100\%$$



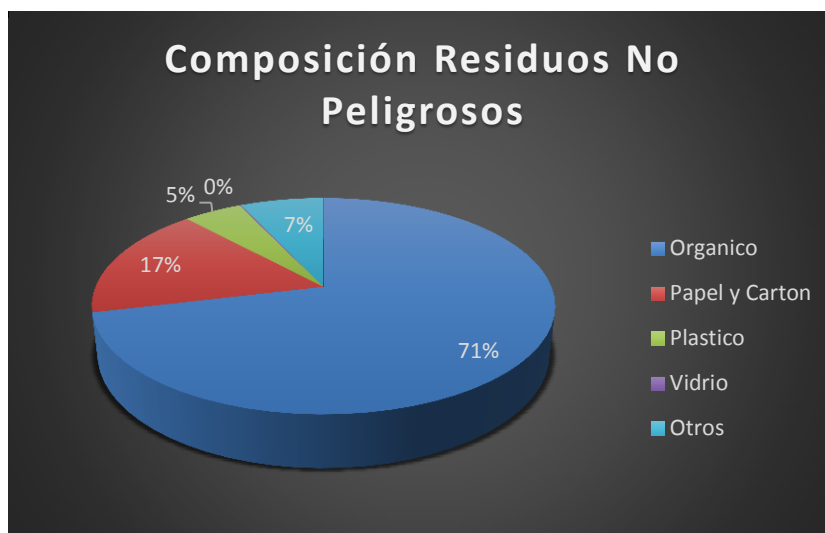
Figura 34. Peso de residuos. Fuente: La Autora, 2016.

Arrojando como resultado (Ver Tabla 13):

Tabla 13  
Tabla de resultados

Composición de Residuos	Porcentaje %	Peso Kg/día
<b>Orgánico</b>	71,23	9,58
<b>Papel y Cartón</b>	16,89	2,27
<b>Plástico</b>	4,83	0,65
<b>Vidrio</b>	0,14	0,02
<b>Otros</b>	6,91	0,93
<b>Total</b>	100	13,45

Fuente: La Autora, 2016.



Gráfica 8. Composición de residuos no peligrosos. Fuente: La Autora, 2016.

En los resultados obtenidos en la

con el sistema de curteo se pudo determinar que el mayor residuo que genera el proyecto minero son los residuos Organicos representado en un 71%, y el menor residuo que se obtuvo es vidrio representado en un 0% en cuanto al material plastico en un 5% y los residuos de papel y carton en un 17%.

**b. Residuos Peligrosos**

De acuerdo a los datos obtenidos en el proyecto se obtuvo la siguiente información de residuos que se consideran peligrosos para el medio ambiente y que se encuentran presentes en las labores mineras como los hidrocarburos (Ver Tabla 14).

Tabla 14  
*Registro de generación de residuos peligrosos*

Residuos	Kg/Día	%
Grasas	0,44	10,79
Aceite hidráulico	1,60	39,18
Aceite quemado	2,04	50,03
Total	4.08	100

Fuente: La Autora, 2016.



En la

se puede identificar que el residuo derivado de hidrocarburo que más genera pérdidas y desperdicios, es el aceite quemado empleando el anterior en la estructura del malacate para lubricación.

**c. Residuos Estériles**

Los estériles se disponen generalmente en pilas y ocasionalmente se colocan nuevamente en la mina como relleno y/o bolsillos en el interior, El retorno del material al lugar de donde fue extraído es evidentemente el mejor método de manejo de residuos, pues minimiza diversas consecuencias ambientales como la erosión acelerada y el impacto visual, y facilita la recuperación del área. En la mayoría de las configuraciones del proyecto minero, sin embargo, este método no es factible y los estériles tienen que ser dispuestos fuera de la cava. Una manera interesante de manejo de estériles es utilizarlos para construir diques o rellenos, pues no sólo el volumen a disponerse en otro lugar es reducido sino también se disminuye la necesidad de préstamo para esas obras

La generación de estériles en el proyecto minero los que son dispuestos en pilas se registra en la

Tabla 15.

**Tabla 15**

*Generación de estéril en el proyecto minero Carbodiamante.*

<b>Material estéril generado</b>	
Estéril	3750 kg/día

Fuente: La Autora, 2016.

Se puede identificar que la generación diaria de material estéril de acuerdo a datos registrados por los trabajadores del proyecto minero donde se extraen 3750 kg/día, material que se viene disponiendo en áreas no aptas ni con las medidas de manejo respectivas.

**7.5.2 Suelo afectado por explotación minera:** En el informe diagnóstico se encontraron zonas de suelo afectadas por la explotación minera, por lo cual se procedió a medir y cuantificar el tipo de afectación y el área afectada; a continuación (ver Figura 35, Figura 36, Figura 37) se muestran los resultados obtenidos.

**a. Áreas erosionadas:**

Esta cobertura corresponde a las zonas desprovistas de vegetación y con evidencias de procesos erosivos y de degradación; este tipo de coberturas se encontraron significativamente en la zona del polígono minero, en pequeñas extensiones.



*Figura 35.* Medición de áreas en vía de ingreso. Fuente: La Autora, 2016.



*Figura 36.* Medición de áreas afectadas en cuartos de almacenamiento. Fuente: La Autora, 2016.



*Figura 37.* Medición en subestación y adyacente a la mina. Fuente: La Autora, 2016.

A continuación se describen las áreas que se observaron afectadas en el proyecto minero Carbodiamante (Ver Tabla 16).

Tabla 16

Zonas erosionadas o con subsidencia.

ITEM	Zona erosionada o con subsidencia.	Área (metros <sup>2</sup> )
1	Zona posterior al campamento	50.1
2	Vía de ingreso	29.4
3	Vía de ingreso	76.5
4	Zona posterior a cuartos de almacenamiento	232
5	Zona adyacente a las bocaminas	800
6	Subestación	180
7	Zona adyacente a la quebrada agua blanca	150
TOTAL de área erosionada y que presentan subsidencia que comprometen el proyecto minero.		1518m <sup>2</sup>

Fuente: La Autora, 2016.

La afectación en el recurso suelo se identifica en la falta de cobertura vegetal, erosión, hundimiento y se encuentra en un área de 1518m<sup>2</sup> que equivale a un 42.9% de área total del suelo del proyecto minero.

## 7.6 Caracterización de Flora

**7.6.1 Tipo de flora:** A continuación se presenta el tipo de flora en el área de influencia

- a. **Plantación forestal de eucalipto:** Esta cobertura vegetal fue una de las más predominantes dentro del proyecto minero Carbodiamante y en general en toda la zona, dicha plantación está dominada por especies de *Eucalyptus globulus*.
- b. **Bosque de galería mixto:** Este tipo de cobertura hace referencia a las constituidas por vegetación arbustiva combinada con plantación forestal, en este caso de eucalipto, que se ubica adyacente a las fuentes de agua.



- c. **Arbustal abierto:** Este tipo de cobertura se caracteriza por presentar una vegetación mesófila compuesta por una comunidad vegetal donde predominan los arbustos achaparrados y árboles pequeños, al realizar salida de campo de verificación se hicieron registros mediante observación directa en trayectos, donde se lograron evidenciar las siguientes especies de flora; *Monochaetum myrtoideum* (Angelito); *Viburnum triphyllum* (Sauco montañoero), *Miconia squamulosa* (Tuno), *Myrcianthes leucoxila* (Arrayán), *Viburnum tinoides* (Garrocho), *Xylosma spiculiferum* (Corono), *Hesperomeles goudotiana* (mortiño) entre otros.



*Figura 38.* Vegetación encontrada en el área de estudio. Fuente: La Autora, 2016.

**7.6.2 Flora afectada por explotación minera:** Dentro del área del proyecto y teniendo en cuenta los registros históricos florísticos de la zona, investigados en la alcaldía del Municipio de Samacá, no se ha reportado especies afectadas, por la explotación minera que requieran del desarrollo de acciones específicas para su manejo y conservación.

## 7.7 Caracterización Fauna

**7.7.1 Tipo de fauna:** Para llevar a cabo la identificación de la fauna presente dentro del proyecto minero Carbodiamante, se llevaron a cabo una serie de recorridos como herramienta para cotejar lo visto con la información registrada en el Municipio de Samacá, de esta manera, se obtuvo la siguiente información.

- **Mamíferos**

De acuerdo a las observaciones realizadas y teniendo en cuenta algunas entrevistas realizadas de manera informal con los pobladores de la zona, se logró registrar que no solo dentro del proyecto minero sino en sus alrededores se evidencian los siguientes mamíferos en el área de estudio, dentro de los que se destacan: el Fara (*Didelfis* sp.), comadreja (*Mustela frenata*), ardilla (*Sciurus granatensis*), tinajo (*Agouti tazacnowskii*), Guache (*Nassuella olivaceae*), Conejo Silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*), Ratonés (*Orizomys* sp.), entre otros.

- **Aves**

Con base en observaciones directas realizadas cerca a los parches con vegetación nativa identificados para el polígono, se tienen los siguientes registros de aves (Ver Tabla 17):

Tabla 17  
Vegetación área de influencia.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	HABITAT
<i>Eriocnemis vestitas</i>	Colibrí	Matorral rastrojos, campo abiertos
<i>Zonotrichia capencis costarricensis</i>	Copetón	matorral rastrojos,
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán	matorral rastrojos, campo

		rocoso y abierto
<i>Atlapetes semirufus</i>	Gorriones	matorral rastrojos, campo rocoso y abierto
<i>Sturnella magma meriadionalis</i>	Chirlobirlo o Jaqueco	matorral ,rastrojos, cultivo abierto
<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola común	rastrojos, cultivo campo abierto
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Atrapamoscas	matorral rastrojos,
<i>Elaenia frantzii</i>	Atrapamoscas de montaña	matorral rastrojos, campo rocoso y abierto
<i>Piranga rubra</i>	Cardenal	matorral campo rocoso y abierto
<i>Piranga olivacea</i>	Cardenal -alinegro	matorral rastrojos, campo y abierto
<i>Carduelis spinescens</i>	Chisga	matorral, pantano, margen río
<i>Anisognathus igniventris</i>	Clarinero	matorral ,rastrojos, cultivo campo rocoso y abierto
<i>Troglodites sp.</i>	Cucarachero	matorral rastrojos, campo rocoso
<i>Riparia riparia</i>	Golondrina - parda	matorral rastrojos, campo rocoso y abierto

Fuente: Alcaldía de Samacá

- **Anfibios Y Reptiles**

Entre los reptiles frecuentes en el área están: Lagarto Verde (*Phenacosaurus heterodermus*), Lagarto Común (*Anolis Andinus*), Lagartija (*Proctoporus Gtriatus*); en cuanto a anfibios no se evidenciaron especies.



Figura 39. Fauna encontrada en el área de estudio. Fuente: La Autora, 2016.

### **7.7.2 Fauna afectada por explotación minera:**

- **Presencia de especies de especial interés**

Dentro del área del proyecto y teniendo en cuenta los registros históricos investigados en la alcaldía del Municipio de Samacá faunísticos de la zona, no se ha reportado especies terrestres y acuáticas afectadas o en vía de extinción, por la explotación minera que requieran del desarrollo de acciones específicas para su manejo y conservación.

## **7.8 Caracterización Aspecto Socioeconómico**

### **7.8.1 Encuesta de población en el área de influencia del proyecto minero:** Con el fin

de obtener una caracterización demográfica del área de influencia directa de la zona, se llevaron a cabo cinco (5) entrevistas, con dos componentes básicos, el primero, con preguntas de dos tipos, abiertas y de selección múltiple, enfocadas a la caracterización de las unidades habitacionales y su ubicación, así como los servicios públicos, servicios sociales y medios de comunicación que caracterizan la zona; y el segundo, denominado características de la población, que permitió determinar las particularidades poblacionales, como edad, sexo, grado de escolaridad y la pertenencia a algún tipo de grupo poblacional.

Se llevó a cabo este número de encuestas debido a las unidades habitacionales que allí se encuentran a una distancia aproximada a 300 metros a la redonda del

proyecto minero Carbodiamante, modelo de encuesta a continuación (ver *Figura 40*).

The figure shows two forms used for a socio-economic survey. The left form, titled 'INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA', is for general household information and includes fields for name, address, and various services. The right form, titled 'Caracterización de la población', is for recording household characteristics and includes a table with columns for 'Miembros', 'Nombre', 'Edad', 'Sexo', 'Estado de maritalidad', 'Actividad productiva', 'Lugar de origen', and 'Lugar de residencia'.

*Figura 40.* Encuesta realizada para la caracterización socioeconómica del área de influencia directa del proyecto minero Carbodiamante. Fuente: La Autora, 2016.

Ver anexo C

### 7.8.2 Resultados de encuestas de población en el área de influencia del proyecto

**minero:** De acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas, se pudo determinar la composición poblacional en cuanto a la cercanía que las unidades habitacionales tienen para con el respectivo proyecto minero, logrando determinar con ello, lo siguiente:

La cantidad de unidades habitacionales y el número de habitantes en cercanía de los proyectos mineros se muestran en la Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 18

Unidades habitacionales presentes dentro del área de intervención proyecto minero Carbodiamante.

PROYECTO MINERO	NUMERO DE UNIDADES HABITACIONALES EN PROXIMIDAD AL PROYECTO MINERO
Carbodiamante	5

Fuente: La Autora, 2016.

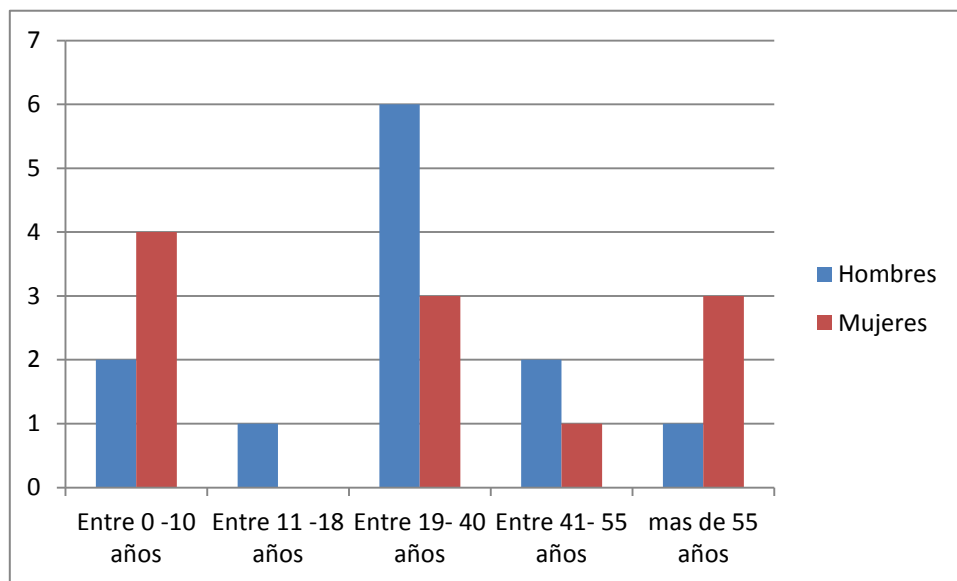
Tabla 19

Número de habitantes presentes dentro del área de intervención proyecto minero Carbodiamante.

PROYECTO MINERO	NUMERO DE INDIVIDUOS EN PROXIMIDAD AL PROYECTO MINERO
Carbodiamante	23

Fuente: La Autora, 2016.

Se encontraron además de lo anterior, características poblacionales como la cantidad similar del género la cual indico que hay más hombres que mujeres pero no es significativa (12 y 11 respectivamente), la edad con rangos entre 30-70 para mujeres, 20-70 hombres, y 2-10 para niño ver (Gráfica 10). Se encontró que el mayor grado de escolaridad es el de bachiller y que la actividad económica de esta población se basa en la minería.



*Gráfica 10.* Clasificación poblacional por rangos de edad y sexo. Fuente. La Autora, 2016.

De la totalidad de población identificada, se tiene que la mayor representatividad de la población se encuentra entre los 19 y 40 años; dicha población se encuentra en el rango de población potencialmente productiva y trabajadora, lo que reflejaría una disponibilidad de mano de obra apta para desarrollar las labores propias de la minería y las actividades conexas a éstas.

Por otro lado, dentro del grado de escolaridad de la población habitante del área de influencia directa del contrato de concesión minera, se tiene que en su gran mayoría (69%) tienen grado de escolaridad de básica primaria, seguida de la población de básica secundaria (2%); un aspecto a resaltar es que cerca del 8% no cuenta con ningún grado de escolaridad es decir nunca asistió a la escuela y el 13% comprende a la población infante.

**7.8.3 Estructura de servicios:** Dentro del proyecto minero, se encuentra que quienes habitan en él, cuentan con los servicios públicos de acueducto, y energía eléctrica, servicios sociales de salud y educación, medios de comunicación y transporte.

- **Acueducto rural.** El polígono minero cuenta con el abastecimiento de agua a través del acueducto rural denominado Rosa Limpia el cual capta el agua de un nacimiento el 100% de las unidades habitacionales encuestadas cuentan con este servicio.
- **Alcantarillado rural.** la mayoría de viviendas del área rural cuenta con pozos sépticos los cuales funcionan como sistema de tratamiento de agua residual doméstica, que no garantiza la disposición final de las aguas servidas, el 100% de

la población encuestada adyacente al proyecto minero cuenta con pozo séptico en mampostería.

- **Energía eléctrica.** El 100% de la población encuestada cuenta con el servicio de energía el que es suministrado por la Empresa de Energía de Boyacá EBSA S.A. E.S.P, con una cobertura amplia.
- **Telecomunicaciones.** Todos los habitantes de la región cuentan con celular y redes móviles de tres operadores Claro, Movistar y Tigo; aunque en su gran mayoría la preferencia es por el operador de Claro por la buena intensidad de señal. El 100% de la población encuestada adyacente al proyecto minero Carbodiamante cuenta con medios de comunicación



## 8 Plan de Manejo Ambiental

Teniendo en cuenta los impactos ambientales identificados y evaluados durante este trabajo de grado en el proyecto minero Carbodiamante, a continuación se formularan una serie de obras y acciones dirigidas a prevenir, controlar, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el ecosistema y los elementos que allí confluyen.

A continuación en la (Tabla 20), se encuentra el índice de las ficha de manejo.

Tabla 20

*Fichas de manejo ambiental que conforman cada programa de manejo*

PROGRAMAS DE MANEJO	FICHAS DE MANEJO
<b>PROGRAMA MANEJO DE AGUAS</b>	FICHA-1    MANEJO DE AGUAS INDUSTRIALES
	FICHA-2    MANEJO DE AGUAS LLUVIAS Y DE ESCORRENTIA
	FICHA-3    MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS
<b>PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS</b>	FICHA-4    MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS INDUSTRIALES Y/O PELIGROSOS
	FICHA-5    MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS
	FICHA-6    MANEJO Y DISPOSICIÓN DE ESTERILES
<b>PROGRAMA CONTROL DE EMISIONES</b>	FICHA-7    MANEJO Y CONTROL DE PARTICULAS
<b>PROGRAMA DE CIERRE Y REHABILITACIÓN DE TIERRAS</b>	FICHA-8    RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN

Fuente: La Autora, 2016.

**Programa de manejo de agua**  
**Ficha 1: manejo de aguas residuales industriales**

OBJETIVO			
Adecuar el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales ubicado en las coordenadas N5°27'25.5'' E73°35'29.6			
ETAPA			
Operativa (durante la ejecución de la actividad)			
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO			
Afluencia de aguas subterráneas que entran en contacto con los mantos de carbón			
TIPO DE MEDIDAS			EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Prevención	Mitigación	Compensación	Acción del impacto-Directo, Carácter – Negativo, Duración-temporal, Magnitud - media, Influencia – Local, Importancia -Moderada
Protección	Recuperación	Restauración	
CAUSA DEL IMPACTO			EFECTOS
<p>Aguas producidas en el proceso de extracción del carbón.</p> <p>Aguas lluvias y de escorrentía contaminada con las pilas del mineral, vías internas y zonas de mantenimiento de equipos que entran en contacto con los mantos.</p> <p>Tráfico vehicular</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas, con alteración o extinción de recursos hidrobiológicos y de cobertura vegetal.</li> <li>- Disminución del potencial de utilización del agua para consumo humano y otros usos.</li> <li>- Aumento en la concentración de metales pesados en el agua.</li> <li>- Alteración de las propiedades físico químicas del suelo</li> </ul>
ACCIONES A DESARROLLAR			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar aforos para determinar la cantidad de agua vertida, en época seca y en época de lluvias (2 al año).</li> <li>• Adecuar el sistema de tratamiento acorde con las características físicas, químicas e hidrobiológicas del agua, con el fin de que este tenga una efectividad del 95%.</li> <li>• Efectuar mantenimientos cada 3 meses al sistema de tratamiento, tanques de sedimentación y escalinatas.</li> <li>• Realizar monitoreo 1 vez al mes al sistema, evitando obstrucción y desacople de mangueras que dirigen el agua residual minera.</li> <li>• Implementación de un filtro arena fina, arena gruesa y grava en el último compartimento del tanque, teniendo en cuenta que el parámetro más alto es turbiedad.</li> <li>• Continuar con trámite de permiso de vertimientos.</li> </ul>			

- Elaboración de manuales de operación del sistema de tratamiento el cual contendrá las rutinas de tratamiento, supervisión y mantenimiento del sistema.
- Realizar una caracterización físico, químico e hidrobiológico del agua residual industrial (1 vez al año).

**Figura 1.** Identificación Manejo de aguas residuales Industriales



**Fuente:** Fuente: Google. (s.f). [Mapa de Vereda Loma Redonda Municipio de Samacá, Colombia en Google Maps] Recuperado el 9 de Marzo de 2016, de <https://www.google.com.co/maps/@5.478322,73.5313153,799m/data=!3m1!1e3>.

### TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Sedimentación, filtración, Neutralización.

### DISEÑO

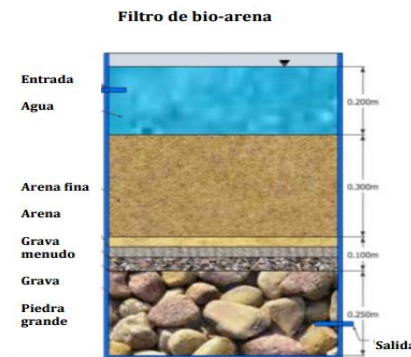
#### Tratamiento complementario

##### Filtración

- Implementar en el último compartimento del tanque de sedimentación filtro arena fina, arena gruesa y grava este filtro debe ocupar una cuarta parte del tanque. (Figura 1).

En este tipo de filtros, el agua fluye a través de un lecho de grava y arena. Las propiedades del medio, causan que el agua tome caminos erráticos y largos trayectos, lo cual incrementa la probabilidad de que el sólido tenga contacto con otras partículas suspendidas, y con el medio formado en la superficie del gránulo de grava o arena, siendo de esta manera retenido entre el material filtrante. Para una filtración o separación de sólidos más eficiente.

**Figura 1.** Filtro en arena y grava



Fuente: <http://www.aqsolutions.org/images/2013/03/portable-water-system-handbook-spanish.pdf>

- Es necesario hacer el mantenimiento de este sistema de tratamiento. Por lo tanto mensualmente debe revisarse que el sistema no presente fugas o infiltraciones y semestralmente se deben retirar los sedimentos de las pocetas de neutralización y sedimentadores.

### Neutralización

- Teniendo en cuenta la caracterización realizada al agua de la mina se sugiere complementar el sistema de tratamiento con el proceso de neutralización de pH, puesto que el agua no cumple con los rangos admisibles en cuanto a este parámetro. El agua de la mina cuenta con bajo nivel de alcalinidad por esta razón se adicionará hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) para aumentar el Ph, la dosis de cal que se adicionará depende de la eficiencia de remoción de turbiedad y la temperatura del agua<sup>1</sup>.

La forma de aplicación de la cal puede ser manual o con sistema de dosificación automático, la cantidad de cal a aplicar será para conocer la dosis óptima según el caudal a diferentes horas del día.

Este sistema de neutralización se propone en el primer compartimento de tanque es decir que la distribución de tanque quedaría de la siguiente manera 1 compartimento Neutralización, 2 compartimento sedimentación, 3 compartimento filtración.

Teniendo en cuenta que generalmente la filtración se efectúa después de la separación de la mayoría de los sólidos suspendidos por sedimentación, Si la cantidad de sólidos suspendidos en el agua a tratar es muy grande y se pasa directamente a la filtración, el filtro se satura rápidamente y es necesario su continua limpieza, ya que los ciclos de filtración son de poca duración.

El tanque de sedimentación cuenta con tres compartimentos se recomienda que en dos de estos se utilicen para sedimentar y el tercero se instalara el filtro de grava y

<sup>1</sup> RAS 2000. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Título C

arena						
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>				<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION</b>		
Proyecto minero Carbodiamante				Técnico ambiental del proyecto minero		
<b>COSTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIÓN</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>TOTAL</b>
Realizar aforos en época seca y en época de lluvias (2 al año).	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	6.000.000
Efectuar mantenimientos cada tres (3) meses al sistema de tratamiento.	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	1.000.000
Realizar monitoreo una (1) vez al mes al sistema	276.000	276.000	276.000	276.000	276.000	1.380.000
Implementación de un (1) filtro arena fina, arena gruesa y grava.	240.000					240.000
Elaboración de manuales de operación del sistema de tratamiento.	5.000.000					5.000.000
Realizar una caracterización físico, químico e hidrobiológico del agua residual industrial (1 vez al año).	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	18.000.000
Adecuar el sistema de tratamiento acorde con las características físicas, químicas e hidrobiológicas del agua, con el fin de que este tenga una efectividad del 95%.	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	2.400.000
<b>TOTAL</b>						<b>34.020.000</b>
<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>						
<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>				<b>Meta</b>	
Realizar aforos en época seca y en época de lluvias (2 al año).	$\frac{\text{No de aforos realizados}}{\text{No Total (2 al año) de aforos programados}} * 100$				2 aforos cada 6 meses	
Efectuar mantenimientos cada tres (3) meses al sistema de tratamiento.	$\frac{\text{Mantenimientos efectuados}}{\text{Total de mantenimientos programados}} * 100$				Mantenimiento del sistema de tratamiento	

Realizar monitoreo una (1) vez al mes al sistema.	$\frac{\text{Monitoreos efectuados}}{\text{Total de monitoreos programados}} * 100$	Monitoreos constantes en el sistema de tratamiento
Implementación de un (1) filtro arena fina, arena gruesa y grava.	$\frac{\text{Filtro implementado}}{\text{Total Filtro programado}} * 100$	Filtro mejorar calidad de agua vertida
Elaboración de manuales de operación del sistema de tratamiento.	<i>Manual de Operación del Sistema de tratamiento</i>	100% del Manual de Operación del Sistema de tratamiento
Realizar una caracterización físico, químico e hidrobiológico del agua residual industrial (1 vez al año).	$\frac{\text{No de analisis de agua realizados}}{\text{No Total de analisis programados realizar}} * 100$	1 caracterización del agua vertida al año
Adecuar el sistema de tratamiento acorde con las características físicas, químicas e hidrobiológicas del agua, con el fin de que este tenga una efectividad del 95%.	<i>Sistema de Tratamiento</i>	100% del sistema construido, con una eficiencia del 95%

## Programa de manejo de aguas

### Ficha 2: manejo de aguas lluvia y de escorrentía

OBJETIVO			
Adecuar el sistema para la recolección y tratamiento de las aguas lluvias y de escorrentía generadas en el área del proyecto minero.			
ETAPA			
Operativa (durante la ejecución de la actividad)			
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO			
Explotación minera: generación, acopio de carbón y disposición de estériles.			
TIPO DE MEDIDAS			EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Prevención	Mitigación	Compensación	Acción del impacto-Directo, Carácter – Negativo, Duración-temporal, Magnitud - media, Influencia – Local, Importancia -Mínimo
Protección	Recuperación	Restauración	
CAUSA DEL IMPACTO			EFFECTOS

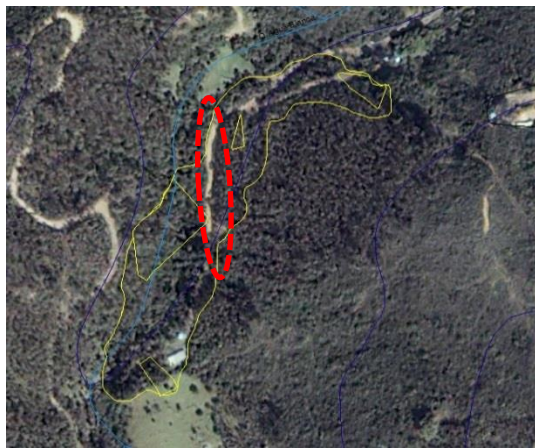
Falta de canales perimetrales en toda el área del proyecto minero, los cuales se encargan de la recolección de aguas lluvias y de escorrentía, con el fin de que estas aguas no entren en contacto con agentes contaminantes.

- Alteración de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua de escorrentía y aguas lluvias.
- Contaminación del suelo por procesos de infiltración de estas aguas.

### ACCIONES A DESARROLLAR

- Construcción y adecuación de zanjas y cunetas perimetrales en las áreas del proyecto minero, 719.8 m lineales en tierra.
- Mantenimiento trimestral de las estructuras que hacen parte del sistema de tratamiento de las aguas lluvias y de escorrentía encontradas en la vía de acceso, patios de maniobras, intermediaciones campamento entre otras.
- Construcción de una (1) alcantarilla, en las coordenadas N 5°27'27.2" W 73°35'25.2" mejorando el estado de la vía.
- Implementación de dos (2) cajas desarenadores en las coordenadas N5°27'20.9" W73°35'28.9" y dos (2) cajas disipadoras de energía en las coordenadas N5°27'20.9" W73°35'29.0

**Figura 1.** Ubicación del sistema de manejo de aguas lluvias y de escorrentía Polígono Mina Carbodiamante.



Fuente: Fuente: Google. (s.f). [Mapa de Vereda Loma Redonda Municipio de Samacá, Colombia en Google Maps] Recuperado el 9 de Marzo de 2016, de <https://www.google.com.co/maps/@5.478322,73.5313153,799m/data=!3m1!1e3>.

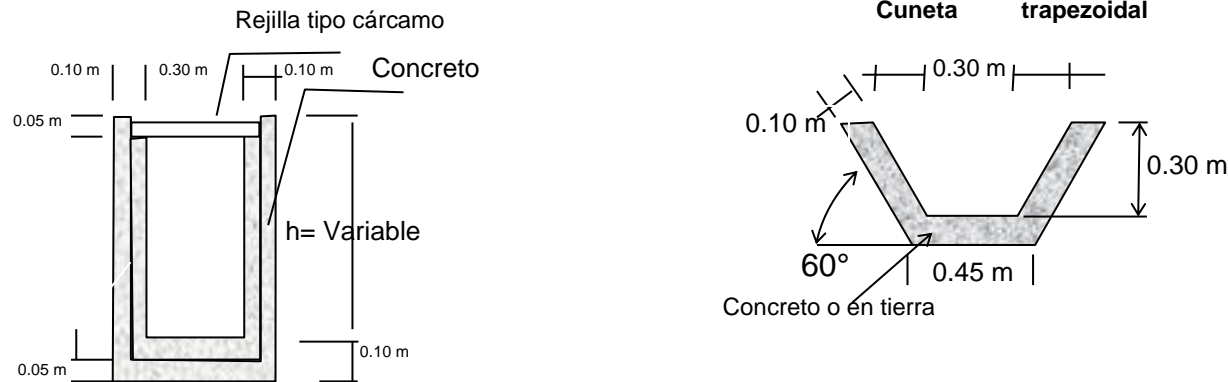
### TECNOLOGIAS UTILIZADAS

**DISEÑO**

Para el manejo de las aguas lluvia y de escorrentía que se generen en los terrenos donde se localicen las instalaciones de la mina, se recomienda la construcción de un sencillo sistema de recolección de las aguas de escorrentía, constituido básicamente por canales perimetrales los cuales pueden ser excavados en tierra u otros materiales y un desarenador los cuales realicen remoción de arenas.

De manera general teniendo los canales perimetrales tendrán una pendiente del 0,5 %, con forma trapezoidal de 0,80 m, libres en la parte superior, 0,30 de base y con profundidad variable, el espesor muros será de 0.07 m. En la siguiente (figura 2) se ilustran las dimensiones y especificaciones generales de los canales perimetrales y los sedimentadores propuestos.

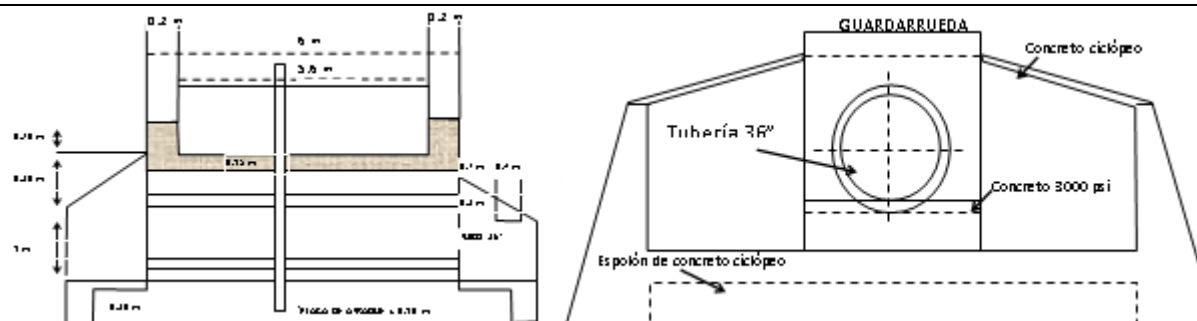
**Figura 2.** Izq. Sedimentador sección transversal, a la derecha se observa la sección de la cuneta trapezoidal propuesta



**Fuente: Villón, 2014**

**Figura 3.** Vista lateral alcantarilla y vista frontal alcantarilla.





Fuente: Villón, 2014

El sistema de drenaje de aguas lluvia (alcantarilla) planteada para el área ubicada en las coordenadas N 5°27'27.2'' W 73°35'25.2'' se propone el diseño como se muestra en la imagen anterior (Figura 3).

Si durante las labores de construcción se advierte la necesidad de implementar obras adicionales; temporales o definitivas, se procederá con su diseño y ejecución para garantizar un manejo adecuado de las aguas de escorrentía.

LUGAR DE APLICACIÓN		RESPONSABLE DE LA EJECUCION				
Proyecto minero Carbodiamante		Profesionales: Profesional del área ambiental Mano de obra calificada: Trabajadores para mantenimiento y operación				
COSTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIÓN						
DESCRIPCION	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	COSTO TOTAL PARCIAL
Adecuación 719.8 m lineales de canales perimetrales en áreas del proyecto minero	2.000.000					2.000.000
Mantenimiento trimestral de las estructuras que hacen parte del sistema de tratamiento de las aguas lluvias y de escorrentía.	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	1.000.000

Construcción de una (1) alcantarilla, en las coordenadas N 5°27'27.2'' W 73°35'25.2''	3.176.418					3.176.418
Implementación de dos (2) cajas desarenadores en las coordenadas N5°27'20.9'' W73°35'28.9'' y dos (2) cajas disipadoras de energía en las coordenadas N5°27'20.9'' W73°35'29.0	1.033.240					1.033.240
<b>TOTAL</b>						7.209.658
<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>						
<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>					<b>Meta</b>
Adecuación 719.8 m lineales de canales perimetrales en áreas del proyecto minero	$\frac{\text{Metros lineales adecuados}}{\text{Total de metros lineales programados}} * 100$					Lograr en su totalidad el manejo de las aguas lluvias y de escorrentía de la mina
Mantenimiento trimestral de las estructuras que hacen parte del sistema de tratamiento de las aguas lluvias y de escorrentía.	$\frac{\text{Nº Mantenimientos efectuados}}{\text{Total mantenimientos programadas}} * 100$					
Construcción de una (1) alcantarilla en las coordenadas N 5°27'27.2'' W 73°35'25.2''	$\frac{\text{Alcantarilla construida}}{\text{Total de construccion de alcantarilla programados}} * 100$					
Implementación de dos (2) cajas desarenadores en las coordenadas N5°27'20.9'' W73°35'28.9'' y dos (2) cajas disipadoras de energía en las coordenadas N5°27'20.9'' W73°35'29.0	$\frac{\text{Nº desarenadores y disipadores implementados}}{\text{Total desarenadores y disipadores programados}} * 100$					

### Programa de manejo de aguas

#### Ficha 3: manejo de aguas residuales domesticas

#### OBJETIVO

Adecuar el sistema de tratamiento de agua residuales domésticas.

**ETAPA**

Operativa (durante la ejecución de la actividad)

**ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO**

Tareas de la cotidianidad (Casino, oficina, Baños)

**TIPO DE MEDIDAS**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO**

Prevención

Mitigación

Compensación

Acción del impacto-Directo, Carácter – Negativo, Duración-temporal, Magnitud - media, Influencia – Local, Importancia - Moderada

Protección

Recuperación

Restauración

**CAUSA DEL IMPACTO**

**EFECTOS**

Los vertimientos generados por la actividad humana dentro del proyecto minero.

- Contaminación de cuerpos de agua y suelo
- Propagación de enfermedad infectocontagiosas de origen hídrico.
- Disminución del potencial de utilización del agua para consumo humano y otros usos.
- Aumento en la concentración de materia orgánica coliformes fecales, agentes patógenos, bajo contenido de oxígeno, alta demanda química y bioquímica de oxígeno en el agua.

**ACCIONES A DESARROLLAR**

- Capacitaciones a los trabajadores de la mina en cuanto al uso eficiente y ahorro del agua 5 veces al año.
- Adecuar el sistema de tratamiento teniendo en cuenta las características físicas, químicas y microbiológicas del agua y cuya eficiencia sea superior al 95%.
- Separación de las aguas negras y grises, mediante la instalación de tanques tipo ovoide Imhoff.
- Mantenimiento del sistema de conducción del agua desde el punto de captación, conducción y almacenamiento. anual en época seca.

**Figura 1.** Identificación Manejo de aguas residuales domésticas.



**Fuente:** Google. (s.f). [Mapa de Vereda Loma Redonda Municipio de Samacá, Colombia en Google Maps] Recuperado el 9 de Marzo de 2016, de <https://www.google.com.co/maps/@5.478322,73.5313153,799m/data=!3m1!1e3>.

### TECNOLOGIAS UTILIZADAS

- Para la selección del sistema de tratamiento se deben tener en cuenta los estándares de calidad, es decir el grado de efectividad del mismo y el cumplimiento de las normas ambientales

### DISEÑO

Bajo la premisa de ahorro y uso eficiente de los recursos, se adoptará como medida de minimización, el ahorro del recurso hídrico, propendiendo por la disminución de residuos líquidos a tratar, durante la ejecución de obras y actividades asociadas a las actividades de construcción, operación y abandono.

Se propone la separación de las aguas grises de las negras, en la mina ya cuentan con tratamiento de aguas negras (pozo séptico), por esta razón se sugiere la implementación de tanques Imhoff. (Figura1)

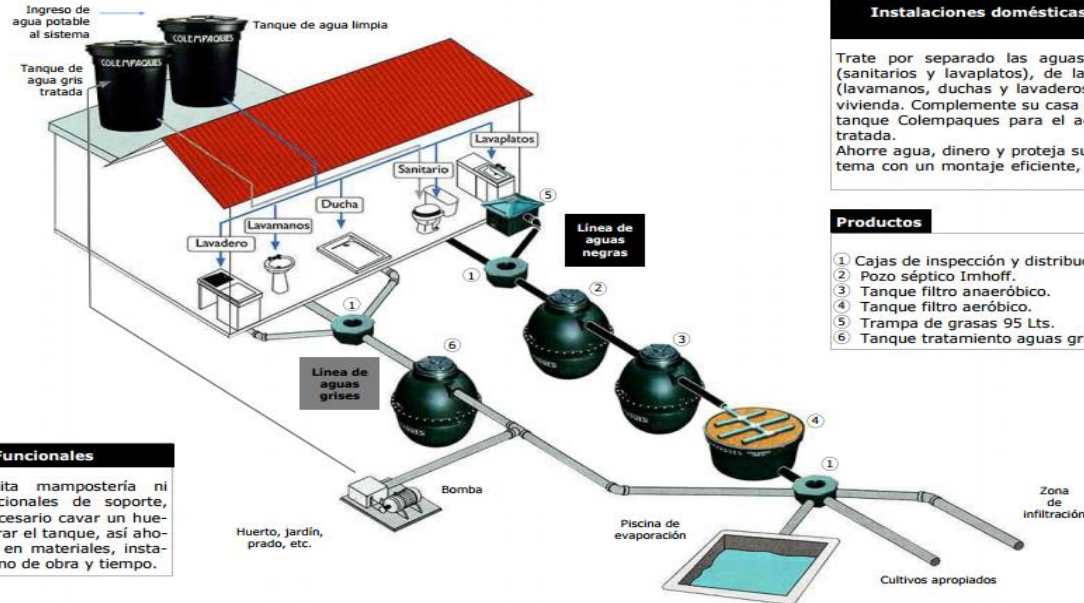
**Figura 2.** Tanques Imhoff

## POZOS SEPTICOS OVOIDES

Opciones de compra

**COLEMPAQUES**

### Opción 1 Sistema óptimo



### Instalaciones domésticas en

Trate por separado las aguas negras (sanitarias y lavaplatos), de las grises (lavamanos, duchas y lavaderos) de su vivienda. Complemente su casa con otro tanque Colempaques para el agua gris tratada.

Ahorre agua, dinero y proteja su ecosistema con un montaje eficiente, práctico

### Productos

- ① Cajas de inspección y distribución.
- ② Pozo séptico Imhoff.
- ③ Tanque filtro anaeróbico.
- ④ Tanque filtro aeróbico.
- ⑤ Trampa de grasas 95 Lts.
- ⑥ Tanque tratamiento aguas grises.

### Funcionales

No necesita mampostería ni obras adicionales de soporte, sólo es necesario cavar un hueco y enterrar el tanque, así ahorra dinero en materiales, instalación, mano de obra y tiempo.

Fuente: [http://www.coval.com.co/pdfs/manuales/man\\_colempaques\\_pozo\\_septico\\_imhoff\\_ovoide.pdf](http://www.coval.com.co/pdfs/manuales/man_colempaques_pozo_septico_imhoff_ovoide.pdf)

### LUGAR DE APLICACIÓN

Proyecto minero Carbodiamante

### RESPONSABLE DE LA EJECUCION

Departamento ambiental, proveedores del sistema de tratamiento de aguas en la instalación.

### COSTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIÓN

DESCRIPCION	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	COSTO TOTAL PARCIAL
Capacitaciones a los trabajadores de la mina en cuanto al uso eficiente y ahorro del agua 5 veces al año.	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	6.000.000
Adecuar el sistema de tratamiento teniendo en cuenta las características físicas, químicas y microbiológicas del agua y cuya eficiencia sea superior al 95%.	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	2.400.000
Separación de las aguas negras y grises, mediante la instalación de tanques tipo ovoide Imhoff	2.000.000					2.000.000

Mantenimiento del sistema de conducción del agua desde el punto de captación, conducción y almacenamiento. Anual en época seca.	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	1.000.000
<b>TOTAL</b>						<b>10.400.000</b>
<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>						
<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>				<b>Meta</b>	
Capacitaciones a los trabajadores de la mina en cuanto al uso eficiente y ahorro del agua 5 veces al año.	$\frac{\text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Total capacitaciones programadas}} * 100$				Lograr en sus totalidad el manejo de aguas domesticas	
Adecuar el sistema de tratamiento teniendo en cuenta las características físicas, químicas y microbiológicas del agua y cuya eficiencia sea superior al 95%.	<i>Sistema de Tratamiento</i>					
Separación de las aguas negras y grises, mediante la construcción tanques tipo ovoide Imhoff	$\frac{\text{Construcción tanque realizada}}{\text{Construcción de tanque programada}} * 100$					
Mantenimiento del sistema de conducción del agua desde el punto de captación, conducción y almacenamiento. Anual en época seca.	$\frac{\text{N° Mantenimientos efectuados}}{\text{Total mantenimientos programadas}} * 100$					

### Programa de manejo y disposición final de residuos solidos

#### Ficha 4: manejo y disposición de residuos industriales y/o peligrosos

<b>OBJETIVO</b>
Formular el Plan de Gestión Integral de Residuos generados en la realización de las actividades propias del proyecto minero.

ETAPA				
Operativa (durante la ejecución de la actividad)				
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO				
Actividades de explotación				
Mantenimiento y limpieza de equipos, herramientas y accesorios, los cuales generan en su desarrollo, residuos sólidos especiales, a continuación se presentan los valores de los residuos generados.				
		Residuos	Kg/Día	%
		Grasas	0,44	10,79
		Aceite hidráulico	1,60	39,18
		Aceite quemado	2,04	50,03
TIPO DE MEDIDAS			EVALUACIÓN DEL IMPACTO	
Prevención	Mitigación	Compensación	Acción del impacto-Directo, Carácter –Negativo, Duración- Permanente, Magnitud -bajo, Influencia –Local, Importancia -Mínima	
Protección	Recuperación	Restauración		
CAUSA DEL IMPACTO			EFECTOS	
Inadecuado manejo y disposición de residuos industriales y/o peligrosos. Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y herramientas en el área de operación.			Modificación de la propiedad física y químicas del suelo Contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos, que se encuentren en el área de influencia de la mina. Emisiones atmosféricas producto de la quema de estos residuos. Formación de focos infecciosos que afectan la salud humana.	
ACCIONES A DESARROLLAR				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitaciones a todos los trabajadores sobre la clasificación, manejo y disposición final de cada uno de los residuos que se generan en la mina. (2 al año).</li> <li>Adquisición de contenedor adecuado para el almacenamiento de residuos que se generan en la mina. (Figura 1), ubicación en la coordenadas E1053842 N1095141</li> </ul>				
<b>Figura 1.</b> Contenedor de residuos peligrosos.				



Fuente: <http://www.didacticasuministros.com/marcas-38-m/76-colempaques.htm#Carros-Practiwagon-153>

- Contar con un gestor externo que se encargue de la recolección de residuos tanto especiales como ordinarios que se generen en el desarrollo de las actividades dentro de la mina anual.
- Adecuación de la caseta del malacate; evitando los excesos de aceite quemado en la lubricación de la guaya y en los rodamientos.
- Venta de aceites usados cuando estos se dejen de emplear en el malacate.

#### TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Clasificación de residuos generados

#### LUGAR DE APLICACIÓN

Proyecto minero Carbodiamante

#### RESPONSABLE DE LA EJECUCION

Personal técnico de la mina Carbodiamante

#### COSTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIÓN

DESCRIPCION	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	COSTO TOTAL PARCIAL
Capacitaciones a todos los trabajadores sobre la clasificación, manejo y disposición de residuos generados en la mina (2 al año)	200.000	200.000	200.000	200.000	2000.000	1.000.000
Contenedor para el almacenamiento de residuos	574.900					574.900
Gestor externo encargado de la recolección de residuos (anual)	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	6.000.000



Adecuación caseta de malacate	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	500.000
<b>TOTAL</b>						8.074.900
<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>						
<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>					<b>Meta</b>
Capacitaciones a todos los trabajadores sobre la clasificación, manejo y disposición de residuos generados en la mina (2 al año)	$\frac{\text{No de Capacitaciones realizadas}}{\text{No de capacitaciones programadas}} * 100$					Garantizar un manejo adecuado de los residuos sólidos peligrosos generados dentro del proyecto minero
Contenedor para el almacenamiento de residuos	$\frac{\text{Contenedor instalado}}{\text{Instalación de contenedor programado}} * 100$					
Gestor externo encargado de la recolección de residuos (anual)	$\frac{\text{Kg de residuo recogido}}{\text{Kg de residuos generados}} * 100$					
Adecuación caseta de malacate	<i>Reubicación infraestructuras</i>					

### Programa de manejo y disposición final de residuos solidos

#### Ficha 5: manejo y disposición de residuos no peligrosos

<b>OBJETIVO</b>
Implementar las medidas necesarias para el manejo adecuado de los residuos no peligrosos que se generen dentro del proyecto minero, con el fin de proteger la salud humana y los recursos suelo, agua, aire y paisaje.
<b>ETAPA</b>
Construcción y Montaje Operativa (Durante la ejecución del proyecto) Cierre y Recuperación

ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO			
La generación de residuos solidos en el proyecto minero la inadecuada disposición.			
TIPO DE MEDIDA			EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Prevención	Mitigación	Compensación	Acción del impacto-Directo, Carácter –Negativo, Duración- Permanente, Magnitud -bajo, Influencia –Local, Importancia – Mínima
Protección	Recuperación	Restauración	
CAUSA DEL IMPACTO			EFFECTOS DEL IMPACTO
• En las actividades diarias de los trabajadores se generarán residuos sólidos			• Contaminación del suelo, la atmosfera, afectación estética del paisaje y formación de focos infecciosos que afectan la salud humana.
ACCIONES A DESARROLLAR			
<p>Teniendo en cuenta las características de los residuos sólidos domésticos producidos, los lugares de generación, cantidades y composición se llevarán a cabo las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento trimestral de los dos (2) puntos ecológicos existentes, los cuales se encuentran ubicados al interior del proyecto minero N 5°27'26,202'' W73°35'29,828 (Figura 1).</li> <li>• Realización de jornada de recolección de residuos en todo el proyecto minero con los trabajadores de la mina; dichas jornadas se realizará 4 veces al año.</li> <li>• Implementación de compostaje (lombricultivo) para el manejo de residuos orgánicos generados en el campamento.</li> <li>• Implementación de alternativas de manejo como la Recolección de botellas planticas, recolección de Epp, posterior a ello venderlas.</li> </ul>			
<b>Figura 1.</b> Ubicación de los puntos ecológicos.			



Fuente: Google. (s.f). [Mapa de Vereda Loma Redonda Municipio de Samacá, Colombia en Google Maps] Recuperado el 9 de Marzo de 2016, de <https://www.google.com.co/maps/@5.478322,73.5313153,799m/data=!3m1!1e3>.

### METODOLOGÍA A UTILIZAR

**COMPOSTAJE:** El compostaje se forma de desechos orgánicos como: restos de comida, frutas y verduras, aserrín, cáscaras de huevo, restos de café, trozos de madera, poda de jardín (ramas, césped, hojas, raíces, pétalos, etc). La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o por vía anaeróbica. Se llama “compostaje” al ciclo aeróbico (con alta presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica. Se llama “metanización” al ciclo anaeróbico (con nula o muy poca presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica.

**LOMBRICULTIVO:** La lombricultura es una tecnología apropiada para el manejo de residuos orgánicos generados, es un método fácil para producir abono orgánico a partir de los residuos. El lombricompostado o humus de lombriz, es un abono obtenido del excremento de las lombrices alimentadas con desechos orgánicos, esta actividad comúnmente se desarrolla en un medio húmedo, las lombrices consumen la materia orgánica y deyectan el abono humus.

**PROGRAMA RECICLAJE:** Las “3R” ecológicas: reducir, reutilizar y reciclar Las “3R” de la ecología, Reducir, Reutilizar y Reciclar, dan nombre a una propuesta fomentada inicialmente por la organización no gubernamental GreenPeace, que promueve 3 pasos básicos para disminuir la producción de residuos y contribuir con ello a la protección y conservación del medio ambiente. El concepto de las “3R” pretende cambiar nuestros hábitos de consumo, haciéndolos responsables y sostenibles. Para ello, se centra en la reducción de residuos, con el fin de solventar uno de los grandes problemas ecológicos de la sociedad actual (Figura 2).

**Figura 2.** Las 3 R ecológicas.



Fuente: <http://www.ecologiaverde.com/las-3r-ecologicas-reducir-reutilizar-y-reciclar/#ixzz4H2jnupj9>

**RECOLECCIÓN PARA FUNDACIÓN:** Recolección de tapas plásticas para la Fundación sanar, Las tapas recogidas luego serán vendidas a compañías de reciclaje y financiarán los tratamientos de la fundación para apoyar a los niños que padecen de esta enfermedad. Las tapas se reciben directamente en la fundación Sanar o a través de la red postal, 472. En caso de que la recolección supere los 500 kilogramos las tapas serán recogidas en el lugar (Figura 3).

Figura 3. Campaña Sanar



Fuente: <http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/noticias/fundacion-sanar-invita-recolectar-tapas-plasticas-para-ayudar-ninos-con-cancer>

**PROGRAMA RECOPILA:** Programa para la recolección de pilas usadas, llevarlas a un lugar seguro evitando que se arrojen a la basura, Es un programa de posconsumo, es decir recolección, transporte y disposición final de pilas usadas, se encuentra liderado por Tronex S.A, como único fabricante de pilas en Colombia, teniendo en cuenta que el objetivo principal es cerrar correctamente el ciclo de vida de este producto, evitando que se arrojen a la basura, contando con la participación activa del consumidor y en beneficio del medio ambiente (Figura 4).

Figura 4. Campaña Recolección de pilas



Fuente. <http://www.recopila.org/Como-recopilar>

LUGAR DE EJECUCIÓN		RESPONSABLE				
En las zonas aledañas a las instalaciones de infraestructura minera ocupada por actividad humana.		Profesionales: Profesional del área ambiental Mano de obra calificada: Trabajadores para mantenimiento y operación				
CUANTIFICACIÓN Y COSTOS						
DESCRIPCION	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
Mantenimiento trimestral de los dos (2) puntos ecológicos existentes.	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	2.500.000
Realización de cuatro (4) jornadas de recolección de residuos en todo el proyecto minero.	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	3.000.000
Implementación de un 1 lombricompost sistema de manejo de residuos orgánicos.	200.000					200.000
Imprevistos						1.000.000
<b>TOTAL</b>						6.700.000
MONITOREO Y SEGUIMIENTO						
ACTIVIDAD	INDICADOR					META
Mantenimiento trimestral de los dos (2) puntos ecológicos existentes.	$\frac{N^{\circ} \text{ Mantenimientos efectuados}}{\text{Total mantenimientos programadas}} * 100$					Manejo adecuado de residuos sólidos

Realización de cuatro (4) jornadas de recolección de residuos en todo el proyecto minero.	$\frac{N^{\circ} \text{ de jornadas efectuados}}{N^{\circ} \text{ de jornadas programadas}} * 100$	domésticos, generados dentro del polígono minero
Implementación de un 1 lombricompost sistema de manejo de residuos orgánicos.	$\frac{\text{Implementación efectuada lombricompost}}{\text{implementación programada}} * 100$	
Implementación de un (1) programa de manejo alternativo de los residuos reciclables	<i>Programa de manejo alternativo</i>	

### Programa de manejo y disposición final de residuos solidos

#### Ficha 6: manejo y disposición de estériles

OBJETIVO			
Adoptar las medidas de disposición adecuada de manejo de estériles de acuerdo con los criterios ambientales y económicos, con el fin de evitar y mitigar los impactos ambientales.			
ETAPA			
Operativa (durante la ejecución de la actividad)			
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO			
Actividades de explotación que generan 4 toneladas de estéril diarios para un total 1440 anuales.			
TIPO DE MEDIDAS			EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Prevención	Mitigación	Compensación	Acción del impacto-Directo, Carácter –Negativo, Duración- Permanente, Magnitud -bajo, Influencia –Local, Importancia -Mínima
Protección	Recuperación	Restauración	
CAUSA DEL IMPACTO			EFFECTOS

<p>Construcción de túneles al interior de la mina  Avance de las labores bajo tierra.  Labores de exploración como apiques o túneles exploratorios o de sondeo.</p>	<p>Contaminación de corrientes superficiales de agua  Degradación estética del paisaje  Desastres por desprendimiento en masa  Contaminación del aire por emisiones de material particulado  Migración de fauna por alteración de hábitad</p>
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>	
<p>Adecuación del área del botadero estériles a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificación del volumen de estériles a producir.</li> <li>• Localización de la escombrera de estériles.</li> <li>• Inicio de conformación de escombrera de estériles de acuerdo a la topografía por el método de capas o extremos.</li> <li>• Construcción de canales de recolección y conducción de aguas de escorrentía en coronas y patas de escombreras.</li> <li>• Mantenimiento continuo de escombreras de estériles, detectando y reparando las grietas que se presenten.</li> <li>• Protección estableciendo barreras vivas.</li> <li>• Establecimiento de cobertura vegetal en botaderos de estériles</li> <li>• Conformación de terrazas, proceso de compactación, empradización y siembra de material vegetal en botaderos que han finalizado su disposición.</li> </ul>	
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	
<p>Recuperación morfológica del área del botadero y adecuación de botadero con técnicas silviculturales en el patio propio del proyecto minero, así mismo se realizara la adecuación del terreno, preparación del terreno, arada y rastrillada manual o mecánica, siembra de semillas de gramíneas nativas de la región, protección de semillas, con residuos vegetales, fertilización y riego continuo, durante los primeros tres meses de crecimiento.</p>	
<b>DISEÑO</b>	
<p><b>Acciones para el modelado de escombreras</b></p> <p><b>Localización:</b> Toda escombrera o botadero de estériles debe ubicarse lejos de toda fuente o cuerpo de agua, como mínimo a 30 m de la orilla de cualquier tipo de cauce, continuo o intermitente, y considerar las condiciones hidrográficas locales. Su localización debe lograr que cualquier observador vea la menor cantidad de escombros a lo largo de las laderas, evitando preferiblemente la acumulación vertical de escombros. Su localización debe exponer la menor área posible a la dirección predominante del viento.</p>	

**Dimensiones:** El dimensionamiento físico de los botaderos debe proveer la suficiente capacidad para manejar el total de estériles producidos, permitiendo el adecuado drenaje de las aguas de escorrentía y causando el menor impacto visual.

**Protección:** Paralelo a su avance y desarrollo se deben establecer barreras vivas que permitan minimizar el impacto visual y la contaminación del aire por emisión de partículas en suspensión debido a la erosión eólica.

**Estabilidad:** Se debe garantizar la estabilidad de la escombrera, con geometría adecuada, construyendo en torno a su corona y pata canales de recolección y conducción de las aguas de escorrentía (Figura 1).

**Construcción:** La construcción de la escombrera de estériles debe obedecer a las condiciones naturales del terreno, existen dos opciones, que se pueden utilizar: Se puede construir realizando apilamiento en los extremos de forma perpendicular al piso, avanzando en el sentido de la pendiente de la ladera, este sistema permite avanzar de tal forma que a mayor pendiente mayor volumen de estériles acumulados. El apilamiento también se puede realizar por capas paralelas a la superficie, el volumen de apilamiento resultara mayor que el logrado por el método de los extremos, debido a que cada capa alcanza la compactación debida a su propio peso. El diseño propuesto para la construcción de la escombrera por el método de apilamiento por capas se muestra en la (figura 2) y para la construcción de la escombrera por el método de apilamiento por los extremos en la (figura 3).

**Mantenimiento:** Los escombreras de estériles se deben revisar periódicamente con el fin de detectar las grietas que se estén formando y rellenarlas, igualmente donde se vaya terminando la escombrera es necesario establecer una cubierta vegetal que controle los procesos erosivos y mejore la calidad del agua de escorrentía.

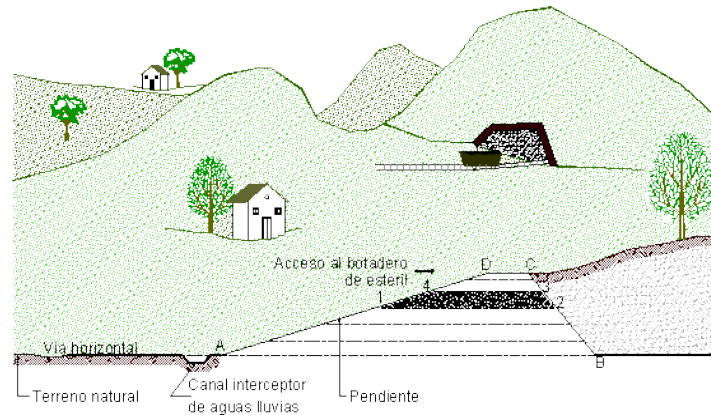
**Figura 1.** Canales de recolección y conducción de aguas en botaderos





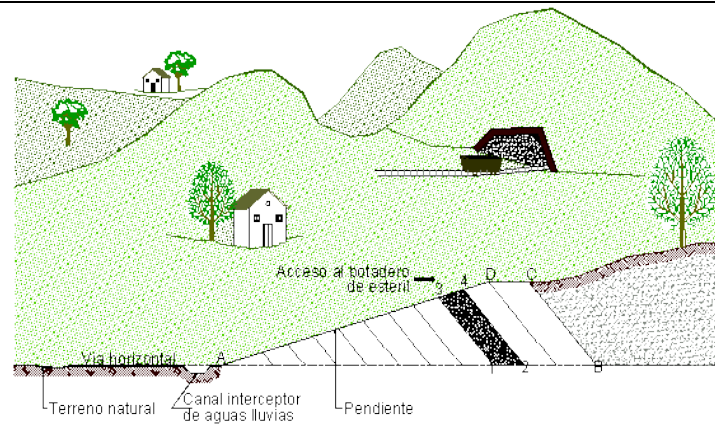
Fuente: Guía ambiental minería subterránea del carbón [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/guias/min\\_sub/contenid/medidas.htm#25](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/min_sub/contenid/medidas.htm#25)

Figura 2. Conformación de botaderos por apilamiento en capas.



Fuente: Guía ambiental minería subterránea del carbón [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/guias/min\\_sub/contenid/medidas.htm#25](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/min_sub/contenid/medidas.htm#25)

Figura 3. Conformación de botaderos por apilamiento en los extremos



Fuente: Guía ambiental minería subterránea del carbón [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/guias/min\\_sub/contenid/medidas.htm#25](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/min_sub/contenid/medidas.htm#25)

LUGAR DE APLICACIÓN		RESPONSABLE DE LA EJECUCION				
Proyecto minero Carbodiamante		<p>La responsabilidad de ejecución física de estas actividades está a cargo del adjudicatario del contrato de explotación.</p> <p>La responsabilidad de asistencia técnica y seguimiento del desarrollo de estas actividades es de la entidad del subsector ambiental en campo.</p> <p>Es responsabilidad del interventor ambiental velar por el desarrollo y cumplimiento de las actividades por cada una de las partes.</p>				
COSTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIÓN						
DESCRIPCION	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	COSTO TOTAL PARCIAL
Inicio de conformación de escombrera de estériles de acuerdo a la topografía por el método de capas o extremos.	3.000.000					3.000.000

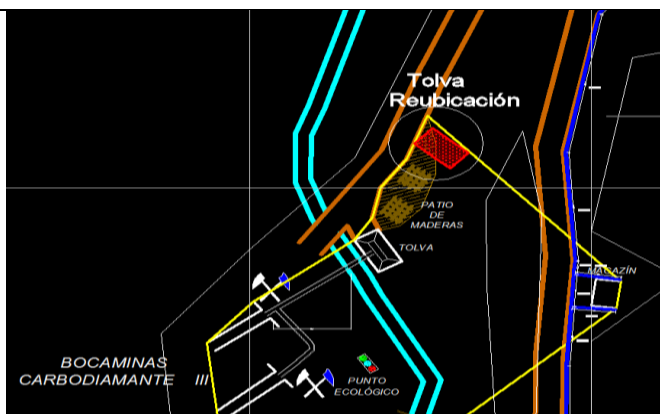
Mantenimiento continuo de escombreras de estériles, detectando y reparando las grietas que se presenten.	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	2.500.000
Establecimiento de cobertura vegetal en botaderos de estériles	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	10.000.000
Conformación de terrazas, proceso de compactación, empradización y siembra de material vegetal en botaderos que han finalizado su disposición.	5.840.000					5.840.000
<i>Imprevistos 10%</i>	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	5.000.000
<b>TOTAL</b>						<b>26.340.000</b>
<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>						
<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>					<b>Meta</b>
Inicio de conformación de escombrera de estériles de acuerdo a la topografía por el método de capas o extremos.	$\frac{\text{No de metros cuadrados construccidos}}{\text{No de metros cuadrados programados}} * 100$					Manejo del total de estériles producidos por el proyecto minero
Mantenimiento continuo de escombreras de estériles, detectando y reparando las grietas que se presenten.	$\frac{\text{Nº Mantenimientos efectuados}}{\text{Total mantenimientos programadas}} * 100$					
Establecimiento de cobertura vegetal en botaderos de estériles	$\frac{\text{Nº metros cuadrados establecidos}}{\text{Total metros cuadrados programados}} * 100$					
Conformación de terrazas, proceso de compactación, empradización y siembra de material vegetal en botaderos que han finalizado su disposición.	$\frac{\text{No de terrazas conformadas}}{\text{No de terrazas programadas conformar}} * 100$					

### Programa de control de emisiones

#### Ficha 7: manejo y control de gases y partículas

<b>OBJETIVO</b>
Adecuar el sistema de control de emisiones.
<b>ETAPA</b>
Operativa (durante la ejecución de a la actividad)

ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO			
Explotación minera			
TIPO DE MEDIDAS			EVALUACIÓN DEL IMPACTO
Prevención	Mitigación	Compensación	Acción del impacto-Directo, Carácter – Negativo, Duración-temporal, Magnitud - media, Influencia – Regional, Importancia -Moderada
Protección	Recuperación	Restauración	
CAUSA DEL IMPACTO			EFFECTOS
Ausencia de barreras vivas en todo el proyecto minero Ausencia de barrera cortavientos en la tolva de almacenamiento de carbón			Contaminación atmosférica Alteración de hábitat de fauna presente en la zona. Afectación de vegetación cercana Molestias al personal del área de influencia directa de la mina
ACCIONES A DESARROLLAR			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reubicación de fuente fija de contaminación (Tolva) en un área que no genere afectación sobre la quebrada Agua Blanca, ni sobre su ronda hídrica; dicha reubicación se siguiere realizar en inmediaciones del patio de madera (N5°27'24.1'' W73°35'29.5''; Figura 1).</li> <li>• Adecuación de la línea de coche de acuerdo a la reubicación final de la tolva; dicha adecuación está relacionada con la prolongación de la longitud de esta; a su vez se realizara el cubrimiento bajo el riel, a fin de evitar posible contaminación por material particualdo a la fuente hídrica.</li> <li>• Instalación de geotextil a la tolva reubicada</li> <li>• Mantenimiento anual del geotextil</li> <li>• siembra de material vegetal en el área (156.5 m<sup>2</sup>), que comprende la reubicación de la tolva (área de línea de coche e inmediaciones de tolva), el material a emplearse serán individuos de la especie <i>Monochaetum myrtoideum</i> (Angelito), dicho material se sembrara a una distancia una de la otra 80cm.</li> <li>• Mantenimiento mensual del material vegetal sembrado este se va a realizar a través de ploteo, fertilización y riego.</li> <li>• Mantenimiento anual de las vallas de señalización preventiva de control de velocidad y carpado de vehículos.</li> </ul> <p><b>Figura 1.</b> Ubicación de Siembra de la vegetación nativa.</p>			



Fuente: Mina Carbodiamante

#### TECNOLOGIAS UTILIZADAS

- Barreras vivas
- Barreras físicas

#### PERSONAL REQUERIDO

Técnico Ambiental,

#### LUGAR DE APLICACIÓN

#### RESPONSABLE DE LA EJECUCION

Proyecto minero Carbodiamante

La responsabilidad de ejecución física de estas actividades está a cargo del adjudicatario del contrato de explotación. La responsabilidad de asistencia técnica y seguimiento del desarrollo de estas actividades es de la entidad del subsector a través del delegado en campo. Es responsabilidad del interventor ambiental velar por el desarrollo y cumplimiento de las actividades por cada una de las partes

#### COSTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIÓN

DESCRIPCION	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	COSTO TOTAL PARCIAL
Siembra de vegetación nativa 156.5 m <sup>2</sup>	1.500.000	1.500.000	1.500.000			9.000.000
Mantenimiento mensual del material vegetal sembrado	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	1.000.000
Mantenimiento anual de las vallas de señalización preventiva de control de velocidad y carpado de vehiculos	250.000	250.000	250.000	100.000	100.000	1.550.000

<b>TOTAL</b>		<b>11.550.000</b>
<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Meta</b>
Siembra de vegetación nativa 156.5 m <sup>2</sup>	$\frac{\text{No de m}^2 \text{ sembrados}}{\text{Total de m}^2 \text{ programados sembrar}} * 100$	Garantizar la mitigación de los efectos negativos generados por la actividad minera, específicamente con la emisión de material particulado, tanto en el área de influencia directa como indirecta.
Mantenimiento mensual del material vegetal sembrado	$\frac{\text{Mantenimientos efectuados}}{\text{Total de mantenimientos programados}} * 100$	
Mantenimiento anual de las vallas de señalización preventiva de control de velocidad y carpado de vehículos	$\frac{\text{Mantenimientos efectuados}}{\text{Total de mantenimientos programados}} * 100$	

### Programa de cierre, rehabilitación y recuperación de tierras

#### Ficha 8: recuperación y rehabilitación

<b>OBJETIVO</b>			
Formular alternativas orientadas a la recuperación de terrenos y del entorno ambiental afectado por las actividades desarrolladas durante el proceso de explotación			
<b>ETAPA</b>			
Operativa (durante la ejecución de la actividad)			
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>			
Cierre del proyecto minero Carbodiamante			
<b>TIPO DE MEDIDAS</b>			<b>EVALUACIÓN DEL IMPACTO</b>
Prevención	Mitigación	Compensación	Acción del impacto-Directo, Carácter –Positivo, Duración- Temporal, Magnitud -bajo, Influencia – Puntual, Importancia -Moderado
Protección	Recuperación	Restauración	

CAUSA DEL IMPACTO	EFECTOS
Cierre y clausura permanente del proyecto minero Carbodiamante	Restauración de suelos a sus condiciones iniciales Restauración de flora y retorno de la fauna nativa
ACCIONES A DESARROLLAR	
<p><b>Retiro de Maquinaria y Limpieza del Área de Trabajo:</b> se iniciara con el desmantelamiento y retiro de la tolva, los equipos y herramientas, presentes en el área de trabajo. Esta actividad se desarrollara por personal especializado.</p> <p><b>Abandono de Túnel:</b> consiste en retirar la madera de sostenimiento parcial de los tres (3) túneles ubicados en las coordenadas N5°27'22.7'' W73°35'30.3''; N5°27'23.1'' W73°35'30.3''; N5°27'26.6'' W73°35'24.3''; y realizar el relleno de las aperturas provocando un derrumbe natural o con material estéril, colocar señalización preventiva, cercar la zona con alambre de púas, y realizar seguimiento y monitoreo durante los 5 años próximos luego de realizar cierre y abandono, de todas las actividades a realizar en especial las del manejo de aguas provenientes del interior de las bocaminas por filtración, antes de ser vertidas a drenajes naturales ya constituidos.</p> <p><b>Restauración ecológica de áreas abandonadas:</b> Siembra de material vegetal en el área intervenida (1.46 Ha) (156.5 m<sup>2</sup>); El material vegetal a sembrar serán plántulas de <i>Monochaetum myrtoideum</i> (angelito), <i>Miconia squamulosa</i> (Tuno) y <i>Hesperomeles goudotiana</i> (mortiño), su siembra se realizara bajo la técnica a tres bolillo distanciada una de la otra 1 m; (Figura 1)</p> <p><b>Mantenimiento:</b> Se realizara mantenimiento mensual de las plántulas el primer año de monitoreo; después de dicho tiempo por 4 años más se realizara el monitoreo de dicha plantación cada tres meses, dicho mantenimiento se deberá realizar a través de plateo, riego y fertilización.</p> <p><b>Restauración ecológica de áreas de estructuras reubicadas.</b> El área donde se encuentra en la actualidad la tolva será restaurada a través de la siembra de material vegetal de las especies <i>Myrcianthes leucoxila</i> (Arrayán), <i>Viburnum tinoides</i> (Garrocho), <i>Xylosma spiculiferum</i> (Corono), <i>Viburnum triphyllum</i> (Sauco motañero), <i>Oreopanax bogotense</i> (mano de oso), <i>Hesperomeles goudotiana</i> (mortiño), <i>Monochaetum myrtoideum</i> (angelito).</p> <p><b>Mantenimiento:</b> Se realizara mantenimiento mensual de las plántulas y monitoreo a través de plateo, riego y fertilización.</p>	

**Figura 1.** Restauración ecología del total del área del polígono minero.



Fuente: Fuente: **Fuente: Google.** (s.f). [Mapa de Vereda Loma Redonda Municipio de Samacá, Colombia en Google Maps] Recuperado el 9 de Marzo de 2016, de <https://www.google.com.co/maps/@5.478322,73.5313153,799m/data=!3m1!1e3>.

TECNOLOGIAS UTILIZADAS	
Remoción cuidadosa de las obras	
PERSONAL REQUERIDO	
Técnico Ambiental o forestal	
LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE DE LA EJECUCION
Proyecto minero Carbodiamante	<p>La responsabilidad de ejecución física de estas actividades está a cargo del adjudicatario del contrato de explotación.</p> <p>La responsabilidad de asistencia técnica y seguimiento del desarrollo de estas actividades es de la entidad del subsector a través del delegado en campo.</p> <p>Es responsabilidad del interventor ambiental velar por el desarrollo y cumplimiento de las actividades por cada una de las partes</p>
COSTOS Y CRONOGRAMA DE INVERSIÓN	
Estas actividades se desarrollaran teniendo en cuenta las condiciones propias del proyecto minero	
MONITOREO Y SEGUIMIENTO	



<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Meta</b>
Retiro de maquinaria y limpieza del área de trabajo	<i>Tolva retirada</i>	La mitigación de los efectos negativos que se pueden llegar a generar luego de culminada la actividad minera, con los pasivos ambientales que pueden llegarse a generar.
El abandono de túneles	<i>Túnel cerrado</i>	
Restauración ecología del total del área del polígono minero a través de establecimiento de cespedones, siembra directa de arbustos y monitoreo	$\frac{\text{No de hectáreas restauradas}}{\text{No de hectáreas programadas restaurar}} * 100$	
Mantenimiento mensual de la Restauración ecología	$\frac{\text{No mantenimientos efectuados}}{\text{No mantenimientos programadas}} * 100$	

---

## 9 Conclusiones

Del proyecto aplicado efectuado en el proyecto minero Carbodiamante se puede concluir los siguientes aspectos:

-Cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales mineras el cual no es eficiente debido a que se puede observar turbiedad en el agua, tanques de sedimentación colmatados con lodos, tubería desacoplada, y falta de mantenimiento en escalinatas.

-No cuenta con manejo de aguas lluvias y de esorrentía; se evidencia que no hay zanjas ni cunetas perimetrales y de coronación ocasionando contaminación de estas por contacto con el proceso de extracción del carbón.

-No cuenta con un adecuado manejo de aguas domesticas ya que se puede evidenciar saturación en las trampas de grasas.

-La tolva de la mina se encuentra ubicada sobre la quebrada Agua Blanca o los Ajos, invadiendo la zona de ronda.

-Existe afectación morfológica causada por la intervención minera como erosión, hundimientos, deslizamientos y cárcavas.

-Existen cinco viviendas en la zona del proyecto las cuales no presentan afectación considerable por la explotación minera.

- Las aguas residuales industriales generadas en el proyecto minero Carbodiamante fueron caracterizadas contando con equipo de aguas HANNA HI 9829 herramienta que resulto bastante útil para llevar un monitoreo continuo.

-Se hizo efectiva la medición en campo de terreno afectados en la intervención minera con decámetro.

-Se obtuvo el acceso a información concerniente a monitoreo en años anteriores efectuados por la mina Carbodiamante del recurso aire los que fueron depurados, analizados.

- En la alcaldía del Municipio de Samacá se obtuvo acceso a la información faunística y florística de la zona de la misma manera con observación en campo.

- En el aspecto socioeconómico se hizo efectiva las encuestas realizadas a 5 hogares conformados en el área adyacente al proyecto minero.

-El parámetro de turbiedad en agua evidencio altos índices que sobrepasan el mínimo establecido por la normatividad (ley 631de 17 de marzo de 2015) en los 3 puntos de toma de muestras por lo cual es necesario tratar este aspecto de forma consistente.

-La quebrada presenta acidez en el punto aguas abajo; en el punto aguas arriba no presenta, esto indica que la afectación es producto de la explotación minera del proyecto Carbodiamante. El pH promedio en este punto fue de 4,56 lo cual indica un grado de acidez alto y riesgoso para el ecosistema.

-El parámetro de hierro en agua promedio aguas abajo es de 3,42 mg/l el cual es alto y perjudicial ya que la normatividad (ley 631de 17 de marzo de 2015) nos da un máximo de 2 mg/l.

-Los valores de los parámetros de conductividad, solidos disueltos totales y salinidad en agua son normales y cumplen con los dados por la normatividad vigente (ley 631de 17 de marzo de 2015).

-Los datos analizados de PM10 (material particulado), cumplen con la normatividad establecida teniendo en cuenta que el valor máximo permisible de este es de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el más alto encontrado en la información es de 39.78  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

---

-La cantidad de residuos no peligrosos generados en promedio por el proyecto es de 13,45 Kg/día, de residuos peligrosos es de 4.08 Kg/día y de material estéril es de 3750 kg/día, los cuales no se evidencia un adecuado manejo y disposición.

-El área de suelo afectado por erosión, deslizamientos, pérdida de cobertura vegetal, consecuencia de la explotación minera, es de 1518m<sup>2</sup> equivalente 42.9% de área total del suelo del proyecto minero, adicional a ello no se han efectuado actividades de restauración y compensación de áreas.

-Dentro del área del proyecto y teniendo en cuenta los registros históricos investigados en la alcaldía del municipio de Samacá tanto florísticos como faunísticos de la zona, no se ha reportado especies terrestres ni acuáticas afectadas o en vía de extinción por la explotación minera que requieran del desarrollo de acciones específicas para su manejo y conservación.--

-Es necesario que el proyecto minero Carbodiamante implemente el plan de manejo ambiental realizado en este trabajo aplicado (Ver Capítulo 8)

## **10 Recomendaciones**

1. Se recomienda que el proyecto minero Carbodiamante ejecute actividades encaminadas a la protección y conservación del medio ambiente teniendo en cuenta en primera medida las herramientas dadas en el plan de manejo ambiental de este trabajo.
2. Se recomienda que el proyecto Carbodiamante monitoree los elementos evaluados, que no cumplen con la normatividad vigente, con el objeto de impedir que estos con el tiempo sean más perjudiciales para el ecosistema.
3. Se recomienda fortalecer la parte ambiental de una forma eficiente y de la mano con el proceso productivo donde se encuentren beneficiadas las dos partes.
4. Se recomienda que se profundice en la investigación en el país enfocado a la utilización, comercialización y aprovechamiento del material estéril generado por la explotación minera.
5. Se recomienda el manejo y conservación de las fuentes hídricas y evitar que estas se pierdan con la ocupación de cause.
6. Se recomienda que las entidades gubernamentales y educativas trabajen por una minería sostenible y amigable con el medio ambiente ya que esta actividad es fuente de ingreso y se encuentra como principal actividad económica en varios municipios.

---

## 11 Bibliografía

- Alcaldía Municipal de Samacá. (2015) Documentación: Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Samacá, EOT.
- Alcaldía Municipal de Samacá. (2012-2015). Documentación: Plan de desarrollo municipal “Comprometidos con Samacá”.
- Barrera, S. Navarrete, R. (2010). Proyecto Planeamiento Minero Túnel “EL SABANAL” Centro Nacional Minero (SENA). Sogamoso. Boyacá pag 25-27
- Collazos, Héctor. Residuos Sólidos. (2007). Editorial Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – ACODAL.
- Conesa, V. (2006). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª Edición. Madrid: Ediciones Mundi prensa, Noviembre. p 79-87, p 89-95
- Cooprocabon (2011), Estudio de Impacto Ambiental. Contrato de Concesión 7241.Samacá. Boyacá.
- Correa, A (2001). Guía Ambiental Subterránea del Carbón. Ministerio de Medio Ambiente & Ministerio de Medio Ambiente. MINERCOL. Santafé de Bogotá pag 4-5
- Cotes, H. Torres, C. (2009). Diseño de un método de explotación para el manto 4 de la mina didáctica del centro nacional minero (CNM)- SENA – REGIONAL BOYACÁ UPTC. Pag. 16.17

- Espinel. Niño, R. (2010). PLANEAMIENTO MINERO. Centro Regional Minero (SENA).  
Sogamoso, Boyacá. Pag.21 22
- Fuquene Yate, Diana Marcela (2011). Sistemas de Abastecimiento de Agua. Módulo didáctico.  
Bogotá. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.
- Gobernación de Boyacá (2013). Lista de Precios. Secretaria de Infraestructura Pública de  
Boyacá.
- HANNA Instruments HI9828, Medidor Multiparametrico para Calidad de Agua, Manual de  
instrucciones, [www.infoagro.com/instrumental](http://www.infoagro.com/instrumental).
- López, Iván. (2011). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Módulo didáctico. Palmira:  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.
- MAVDT, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2008). Protocolo para el monitoreo y  
seguimiento de calidad de aire. Bogotá pág. 27.
- Ministerio de Minas y Energia & y Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Guía Minero  
Ambiental 1 de Exploración. Bogotá, Colombia.
- PTO (2000), Programa de trabajos y obras contrato N° 7241 de 2009; EOT del municipio de  
Samacá.
- Rodriguez, S. (2011). Implementación de Planes de Manejo Ambiental. Módulo didáctico.  
Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.
- Sánchez, L (1995), Manejo de Residuos Sólidos Minería, Aspectos Geológicos de Protección  
Ambiental. Volumen I. UNESCO

# Anexos



ANEXO A. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

COMPONENTE AMBIENTAL	PROCESO	ACTIVIDAD	IMPACTOS	Potencialidad		Magnitud			Extensión			Duración				Reversibilidad				Recuperabilidad				Acumulación		IMPORTANCIA AMBIENTAL			
				R - Real	P - Potencial	1 - Baja	2 - Media	4 - Alta	1 - Puntual	2 - local	4 - Extenso	1 - Fugaz	2 - Temporal	3 - Prolongado	4 - Permanente	1 - Corto Plazo	2 - Medio Plazo	3 - largo Plazo	4 - Irreversible	1 - Corto Plazo	2 - Medio Plazo	3 - Largo Plazo	4 - Irrecuperable	1 - Simple	2 - Acumulativo				
AIRE	ADECUACIÓN	Instalaciones	Emisión de gases			1			1			1				1			1				1			1		6	
			Emisión de material particulado			1			1		1			1			1			1				1			1		6
			Generación de ruido			1			1		1			1			1			1				1			1		6
		Construcción y adecuación de vías internas y externas	Emisión de gases			1			1		1			1			1			1				1			1		6
			Emisión de material particulado			1			1		1			1			1			1				1			1		6
			Generación de ruido			1			1		1			1			1			1				1			1		6
		Líneas de transmisión	Emisión de gases																										0
			Emisión de material particulado																										0
			Generación de ruido																										0
		Infraestructuras de servicios públicos	Emisión de gases																										0
			Emisión de material particulado																										0
			Generación de ruido																										0
	ARRANQUE Y TRANSPORTE	Apertura de túneles	Emisión de gases																									0	
			Emisión de material particulado																									0	
			Generación de ruido			1			1		1			1			1			1				1			1		6
		Estibación	Emisión de gases																										0
			Emisión de material particulado																										0
			Generación de ruido																										0
		Perforación y voladura	Emisión de gases			1			1		1			1			1			1				1			1		6
			Emisión de material particulado																										0
			Generación de ruido																										0
		Transporte interno	Emisión de gases																										0
			Emisión de material particulado																										0
			Generación de ruido																										0
Transporte externo	Emisión de gases			1			1		1			1			1			1				1			1		6		
	Emisión de material particulado						1		1			1			1			1				1			1		6		
	Generación de ruido						1		1			1			1			1				1			1		6		



ANEXO A. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

COMPONENTE AMBIENTAL	PROCESO	ACTIVIDAD	IMPACTOS	Potencialidad		Magnitud			Extensión			Duración				Reversibilidad				Recuperabilidad				Acumulación		IMPORTANCIA AMBIENTAL			
				R - Real	P - Potencial	1 - Baja	2 - Media	4 - Alta	1 - Puntual	2 - local	4 - Extenso	1 - Fugaz	2 - Temporal	3 - Prolongado	4 - Permanente	1 - Corto Plazo	2 - Medio Plazo	3 - largo Plazo	4 - Irreversible	1 - Corto Plazo	2 - Medio Plazo	3 - Largo Plazo	4 - Irrecuperable	1 - Simple	2 - Acumulativo				
		voladura	Deterioro de recursos hidrobiológicos																						0				
			Alteración drenajes superficiales																								0		
			Aporte de sedimentos a las corrientes				2		1						1					1							1	7	
		Transporte externo	Aporte de sedimentos a las corrientes					1			1								1								1	6	
				Contaminación fisicoquímica																1								2	12
		Disposición de estériles	Deterioro de recursos hidrobiológicos				1			1									1								2	7	
			Alteración drenajes superficiales				1			1									1								1	6	
			Aporte de sedimentos a las corrientes				1			1									1								1	6	
		SUELO	ADECUACIÓN	Instalaciones	Cambio geomorfológicos					4		3										3						2	18
					Incremento de erosión superficial					2			2								2								2
Contaminación del suelo							1			1									1								1	6	
Construcción y adecuación de vías internas y externas	Cambio geomorfológicos							2			2										3							2	15
	Incremento de erosión superficial							2				4											4					1	17
	Contaminación del suelo						1			1									1									1	6
Transporte externo	Incremento de erosión superficial						1			1									1									1	6
	Contaminación del suelo						1			1									1									1	6
	Cambio geomorfológicos						1			1									1									1	6
Disposición de estériles	Contaminación del suelo							2			2										4							4	2
	Cambio geomorfológicos							4												3						4	2	19	

## ANEXO A. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

COMPONENTE AMBIENTAL	PROCESO	ACTIVIDAD	IMPACTOS	Potencialidad		Magnitud			Extensión			Duración				Reversibilidad				Recuperabilidad				Acumulación		IMPORTANCIA AMBIENTAL	
				R - Real	P - Potencial	1 - Baja	2 - Media	4 - Alta	1 - Puntual	2 - local	4 - Extenso	1 - Fugaz	2 - Temporal	3 - Prolongado	4 - Permanente	1 - Corto Plazo	2 - Medio Plazo	3 - largo Plazo	4 - Irreversible	1 - Corto Plazo	2 - Medio Plazo	3 - Largo Plazo	4 - Irrecuperable	1 - Simple	2 - Acumulativo		
			Incremento de erosión superficial				2		2				2				3					4		2	15		
PAISAJE	ADECUACIÓN	Instalaciones	Deterioro del entorno				2		1				3				3					3		1	13		
			Contraste visuales				2			2				3				3					3		1	14	
		Construcción y adecuación de vías internas y externas	Deterioro del entorno				2				2			3				3					3		1	14	
			Contraste visuales																								0
		Disposición de estériles	Deterioro del entorno				2				2			3				4					4		1		16
			Contraste visuales					4			2			3				4					4		2		18
BIOTICO	ADECUACIÓN	Instalaciones	Pérdida de cobertura vegetal				4		2			3				3						3		2	17		
			Afectación de flora y fauna				4			2			3				3						3		2	17	
		Construcción y adecuación de vías internas y externas	Pérdida de cobertura vegetal				4				2			3				3					3		2	17	
			Afectación de flora y fauna				2						4				3						3		1		16
		Transporte externo	Pérdida de cobertura vegetal																								0
			Afectación de flora y fauna				2				4		2			2								3		2	15
		Disposición de estériles	Pérdida de cobertura vegetal				4				2			2				2						3		2	15
			Afectación de flora y fauna				2				2			3				4						3		2	16
SOCIAL	ADECUACIÓN	Instalaciones	Deterioro de infraestructura vial			1			1			1			1							1		1	6		
			Cambio de uso de suelo				4			4			3				3						3		1	18	
			Incremento de riesgos y accidentalidad			1			1				1			1							1		1	6	



ANEXO A. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

COMPONENTE AMBIENTAL	PROCESO	ACTIVIDAD	IMPACTOS	Potencialidad		Magnitud				Exten-sión			Duración				Reversibi-lidad				Recupera-bilidad				Acumulac ión		IMPORTANCIA AMBIENTAL	
				R - Real	P - Potencial	1 - Baja	2 - Media	4 - Alta	1 - Puntual	2 - local	4 - Extenso	1 - Fugaz	2 - Temporal	3 - Prolongado	4 - Permanente	1 - Corto Plazo	2 - Medio Plazo	3 - largo Plazo	4 - Irreversible	1 - Corto Plazo	2 - Medio Plazo	3 - Largo Plazo	4 - Irrecuperable	1 - Simple	2 - Acumulativo			
			Cambio de uso de suelo																							0		
			Incremento de riesgos y accidentalidad				4		1						2				2					2			1	12
		Disposición de estériles	Deterioro de infraestructura vial																							0		
			Cambio de uso de suelo					4		2						3					4			3			1	17
			Incremento de riesgos y accidentalidad																									0

Fuente: Mina Carbodiamante, 2011

Anexo B. Formato de muestreo de agua residual minera

UNAD Universidad Nacional Abierta y a Distancia			Calidad de Aguas						
			Universidad Nacional Abierta y a Distancia						
			Trabajo de Grado: DISEÑO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MINA CARBODIAMANTE CONCESION 7241						
Embudo T70			PH (Unidad)	Oxigeno disuelto(ppm)	Conductividad (µS/cm)	Solidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
fecha	Día	Muestreo							
01-Feb-16	L	1	5,35	3,11	869	435	0,14	1000	3,51
03-Feb-16	Mier	2	5,24	3,33	800	458	0,21	551	3,28
05-Feb-16	Vie	3	4,35	3,11	703	224	0,13	421	2,43
07-Feb-16	Lun.	4	4,11	5,53	869	352	0,16	1000	2,99
10-Feb-16	Xue	5	5,38	4,53	869	324	0,45	674	3,03
12-Feb-16	Vie	6	5,24	3,76	861	342	0,16	558	3,01
14-Feb-16	Lun.	7	5,24	3,56	960	365	0,7	926	3,46
16-Feb-16	Mier	8	5,24	3,16	982	353	0,12	664	3,22
18-Feb-16	Vie	9	5,24	3,12	967	364	0,21	253	3,11
19-Feb-16	Lun.	10	5,26	3,16	869	347	0,15	526	3,14
22-Feb-16	Mier	11	5,56	3,43	869	353	0,169	264	3,12
24-Feb-16	Vie	12	5,53	4,98	869	354	0,18	123	3,22
27-Feb-16	Lun.	13	4,36	2	869	345	0,18	329	3,22
29-Feb-16	Mier	14	5,23	2,24	869	346	0,12	625	3,45
01-Mar-16	Vie	15	4,33	2,95	869	367	0,14	436	2,46
04-Mar-16	Vie	16	5,24	3,48	845	432	0,16	926	3,44
06-Mar-16	Mier	17	5,35	3,29	869	345	0,18	526	3,14
08-Mar-16	Vie	18	5,23	3,28	869	347	0,2	573	3,44
10-Mar-16	Vie	19	5,24	3,12	869	347	0,22	869	2,15
13-Mar-16	Mier	20	5,54	3,29	869	432	0,24	569	3,51

Observaciones:

Elaborado por: Pilar Castiblanco Galvis  
 Maria del Pilar Castiblanco Galvis

Fuente: La Autora, 2016

.....Anexo B. Formato de muestreo de agua residual minera

Calidad de Aguas									
Universidad Nacional Abierta y a Distancia									
Trabajo de Grado: DISEÑO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MINA CARBODIAMANTE CONCESION 7241									
Salida TTO			PH (Unidad)	Oxigeno disuelto(ppm)	Conductividad (µS/cm)	Solidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
fecha	Día	Muestreo							
01-Feb-16	Lun.	1	5.42	4.2	335	425	0.4	157	3.24
02-Feb-16	Mier.	2	5.58	3	634	544	0.73	557	3.25
03-Feb-16	Viern	3	4.47	3.1	644	375	0.66	437	3.42
04-Feb-16	Lun.	4	4.27	5.52	853	100	0.66	675	2.04
05-Feb-16	Mier.	5	5.11	4.42	842	227	0.01	674	3.01
06-Feb-16	Viern.	6	5	3.34	867	747	0.26	275	3.43
07-Feb-16	Lun.	7	5.74	3.56	928	786	0.7	685	3.46
08-Feb-16	Mier.	8	5.73	3.16	924	253	0.12	664	3.22
09-Feb-16	Viern.	9	5.73	3.16	937	264	0.31	165	3.11
10-Feb-16	Lun.	10	5.74	3.16	938	447	0.45	1000	3.01
11-Feb-16	Mier.	11	5.54	3.26	836	457	0.69	264	3.24
12-Feb-16	Viern.	12	5.5	4.37	854	454	0.98	128	3.22
13-Mar-16	Lun.	13	4.44	4.87	825	401	0.08	937	3.16
14-Mar-16	Mier.	14	5.15	4.46	877	399	0.12	532	3.45
15-Mar-16	Viern.	15	4.76	4.32	877	502	0.14	936	3.46
16-Mar-16	Lun.	16	3.80	4.08	925	363	0.09	721	3.36
17-Mar-16	Mier.	17	5.72	3.29	867	56	0.18	286	3.48
18-Mar-16	Viern.	18	5.82	5.78	866	56	0.13	100	2.44
19-Mar-16	Lun.	19	5.82	4.36	887	48	0.22	294	2.5
20-Mar-16	Mier.	20	4.72	4.79	893	432	0.24	102	2.51

Observaciones:

Elaborado por: DIAR CASTIBLANCO GALWIS

Fuente: La Autora, 2016

....Anexo B. Formato de muestreo de agua residual minera



Calidad de Aguas									
Universidad Nacional Abierta y a Distancia									
Trabajo de Grado: DISEÑO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MINA CARBODIAMANTE CONCESION 7241									
Aguas Arriba Quebrada			PH (Unidad)	Oxígeno disuelto(ppm)	Conductividad (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
fecha	Día	Muestreo							
17-Feb-16	JUN	1	7,47	1,58	289	144	0,14	328	4,08
03-Feb-16	Miérto.	2	7,04	6,26	291	144	0,09	301	3,16
05-Feb-16	Vierte.	3	7,31	4,58	295	105	0,11	109	3,05
08-Feb-16	Lunes	4	7,23	5,73	265	121	0,14	126	4,29
10-Feb-16	Miérto.	5	7,46	4,07	289	109	0,09	108	4,09
12-Feb-16	Miérto.	6	7,47	5,97	292	100	0,09	91	2,58
17-Feb-16	JUN	7	7,25	6,12	282	100	0,16	93	2,29
24-Feb-16	mier	8	7,47	4,58	289	124	0,14	93	2,21
26-Feb-16	Vierte.	9	7,19	6,22	284	109	0,17	64	2,26
29-Feb-16	JUN	10	7,89	6,73	286	105	0,17	97	2,45
01-mar-16	mier	11	7,25	6,26	284	105	0,19	49	2,21
04-mar-16	Vierte	12	7,38	6,22	284	109	0,2	50	2,16
07-mar-16	JUN	13	7,28	6,22	286	116	0,21	83	2,12
09-mar-16	mier	14	6,29	6,26	289	126	0,22	67	2,13
11-mar-16	Vierte	15	6,93	4,58	289	174	0,19	30	2,18
14-mar-16	JUN	16	7,15	6,24	284	128	0,22	53	2,15
16-mar-16	mier	17	7,47	6,29	288	128	0,2	80	2,16
18-mar-16	Vierte	18	7,47	6,28	281	128	0,24	53	2,18
21-mar-16	JUN	19	7,47	6,25	289	140	0,19	53	2,18
23-mar-16	mier	20	7,47	6,24	280	140	0,21	49	2,19

Observaciones:

Elaborado por: *Pilar Castiblanco Galvis*  
 Maria del Pilar Castiblanco Galvis

Fuente: La Autora, 2016

.....Anexo B. Formato de muestreo de agua residual minera

Calidad de Aguas									
Universidad Nacional Abierta y a Distancia									
Trabajo de Grado: DISEÑO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MINA CARBODIAMANTE CONCESION 7241									
Aguas Abajo quebrada			PH (Unidad)	Oxigeno disuelto(ppm)	Conductividad (µS/cm)	Solidos Disueltos Totales (ppm tds)	Salinidad (PSU)	Turbidez (FNU)	Hierro Mg Fe/l
fecha	Día	Muestreo							
07-Feb-16	Jueves	1	4,28	1,47	864	839	0,23	976	5,93
08-Feb-16	Viernes	2	5,35	1,41	534	435	0,43	833	5,03
09-Feb-16	Viernes	3	5,27	2,39	524	325	0,92	432	4,03
09-Feb-16	Jueves	4	5,27	3,12	733	100	0,14	858	2,99
10-Feb-16	Viernes	5	5,09	4,42	642	227	0,09	675	3,07
12-Feb-16	Viernes	6	4,34	3,33	767	247	0,09	893	3,43
22-Feb-16	Lunes	7	4,24	2,56	718	284	0,15	665	3,46
24-Feb-16	Miércoles	8	4,75	4,16	1000	353	0,14	1000	3,22
26-Feb-16	Viernes	9	4,33	3,18	937	267	0,17	665	3,11
29-Feb-16	Lunes	10	4,24	3,16	1000	447	0,14	1000	3,01
02-mar-16	Miércoles	11	4,75	2,85	1000	457	0,19	564	3,24
02-mar-16	Miércoles	12	4,24	4,33	837	454	0,2	173	3,22
07-mar-16	Lunes	13	4,24	4,87	1000	407	0,27	985	3,36
09-mar-16	Miércoles	14	4,35	4,55	1000	399	0,22	856	3,45
09-mar-16	Miércoles	15	4,24	4,32	877	502	0,16	634	3,46
11-mar-16	Viernes	16	4,24	4,4	1000	267	0,22	726	3,36
11-mar-16	Viernes	17	4,24	4,29	367	50	0,24	288	2,48
16-mar-16	Miércoles	18	4,75	5,28	866	56	0,24	100	2,49
18-mar-16	Viernes	19	4,34	4,36	1000	98	0,16	698	2,5
21-mar-16	Lunes	20	4,34	4,29	893	432	0,27	292	2,57

Observaciones:

Elaborado por: *Maria del Pilar Castiblanco Galvis*  
 Maria del Pilar Castiblanco Galvis

Fuente: La Autora, 2016

Anexo C: formato de encuestas realizadas

**UNAD**  
MEDIO SOCIOECONÓMICO

Trabajo de grado: DISEÑO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MINA CARBODIAMANTE  
CONTRATO DE CONCESION 7241

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO MINERO CERCANO A LA UNIDAD HABITACIONAL.

Nombre: Loma redonda Samacá Boyacá  
Proyecto minero cercano: Mina Carbodiamante

2. Conformación poblacional

UNIDADES HABITACIONALES

Nombre del encuestado: DADIA RODRIGUEZ  
Edad: 65 Grado de escolaridad: 2° PRIMARIA  
Actividad productiva: AMA DE CASA  
Coordenadas de la vivienda: N: 5° 27' 2.2" W: 73° 35' 23.07"  
Distancia respecto al proyecto minero: 100 metros.

Características de la unidad habitacional

Propia:  Arriendo: \_\_\_\_\_ Empaño: \_\_\_\_\_ Familiar: \_\_\_\_\_  
Aspecto visual de la unidad: (piso en tierra, cemento, baldosa, paredes, terminados)  
Piso cemento, Paredes Pañete.

Venida: Loma redonda Municipio: Samacá

Servicios públicos

Con que servicios públicos cuenta la unidad habitacional  
Acueducto  Alcantarillado \_\_\_\_\_ Energía  Telecomunicaciones \_\_\_\_\_  
Manejo de residuos:  
Recolección \_\_\_\_\_ tratamiento \_\_\_\_\_ disposición \_\_\_\_\_

Servicios sociales

Salud:  Educación: \_\_\_\_\_ Restauración: \_\_\_\_\_

Medios de comunicación:

Radio:  Prensa: \_\_\_\_\_

Transporte  
Público:  Colectivo: \_\_\_\_\_ Particular: \_\_\_\_\_

Características de la población

Cuantos son los miembros de su familia: 5

Miembro	Nombre	edad	Sexo	Grado de escolaridad	Actividad productiva	Lugar de origen	Lugar de residencia.
Mamá	MARIA RODRIGUEZ	88	F	2°	Amate	Paipa	Samacá
Hija	WENDY BUKAGO	30	F	5°	minero		
Hijo	JULIO CEBAS	20	M	11°	estudiante		
Hijo	ESTEBAN PAREDES	4	M	Jardin	—		
PAPA	CARLOS BUKAGO	80	M	2°	minero		

Pertenece a un grupo poblacional:  
SI \_\_\_\_\_ No  Cual: CAMPESINOS

Fuente: La Autora, 2016