

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*



UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

**IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE  
MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES,  
DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA  
MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA  
(BOYACÁ)**

**Gerardo Cárdenas Rincón**

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
Manizales, Colombia  
2015



UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

# **Inventario de impactos ambiental y propuesta de medidas de mitigación, del área de influencia directa de la mina a cielo abierto “San José” localizada en el municipio de Paipa (Boyacá)**

**Gerardo Cárdenas Rincón**

Tesis presentada como requisito para optar al Título de:

**Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

Director

*Dr. Carlos Humberto González*

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
Manizales, Colombia  
2015

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

## ***Dedicatoria***

***Con mucho amor y cariño dedico el esfuerzo y trabajo puesto para la realización de este proyecto a los Pilares en el transcurrir de mi vida. Mis padres, Araminta y Carlos julio (Q.E.P.D), a mis hermanos Marina, Carlos, Héctor, Sandra, Elizabeth, José, Alexander, a mi pareja Yasmin y a mis hijos Juan Fernando y Anamaría.***

## ***Agradecimientos***

***Este proyecto es el resultado de la dedicación y esfuerzo personal y de todos los que de alguna forma contribuyeron con sus conocimientos para la realización de este proyecto. Por esto agradezco a mi director de tesis Dr. Carlos Humberto González, a mi tutor de maestría Msc. Oscar Fernando González, Asesores Msc. Wilman Cucaita, Msc. Jaime Trujillo, Ing. Blanca López, Ing. Cesar Barrera, Ing. Carlos Alberto Pérez, y a todos aquellos que influyeron en mi preparación académica para alcanzar un futuro laboral competitivo y ser una persona de bien.***

## **Resumen**

La minería es una actividad que genera impactos en la naturaleza, sin embargo es una fuente de obtención de riquezas que contribuye al desarrollo de la comunidad. Este proyecto pretende evidenciar como la mina "SAN JOSE" localizada en el municipio de Paipa (Boyacá) hace énfasis en la rehabilitación ambiental de manera eficiente del terreno donde se ha extraído minerales no renovables de forma no técnica y como mediante la ejecución de actividades de mitigación ambiental se puede tener un equilibrio con el ambiente durante el tiempo de explotación.

Las actividades de extracción de materiales a cielo abierto en la mayor parte de las minas de esta región generan fuertes impactos ambientales, con lo cual se puede pensar que es debido a la falta de control por parte de las autoridades ambientales, es por ello que mediante este proyecto se generó un estudio de impacto ambiental por medio de la aplicación de la Matriz de Leopold, identificando las afectaciones positivas y negativas del proyecto de explotación a cielo abierto de materiales de construcción en la mina San José.

Para este proyecto, se hizo un seguimiento constante de la mina San José, desde la etapa de preparación, pasando por la explotación, hasta la recuperación ambiental y cierre de la mina, donde se evidencia además la ejecución de obras de mitigación con el fin de ocasionar el menor impacto ambiental.

La ejecución del estudio evidencia la recuperación y mejoramiento de las condiciones del medio susceptibles de alteración. Mediante la implementación de las fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación de impactos ambientales de la mina San José.

**Palabras clave:** Explotación a cielo abierto, Calificación ecológica, Estudio de impacto ambiental, Clasificación de impactos, Impacto ambiental, Índice de impacto ecológico, Magnitud del efecto, Valoración de impactos.

## **Abstract**

Mining is an activity that generates impacts on nature, however it is a source of obtaining wealth that contributes to the sustainability of the community. This project aims to show as the " SAN JOSE " mine located in the town of Paipa (Boyacá) emphasizes environmental restoration efficiently terrain where you extracted non-renewable mineral and non-technical way as through the implementation of activities environmental mitigation can have a balance with the environment during the time of operation.

The extraction of materials in the open in most of the mines in this region generate strong environmental impacts, which can be thought to be due to lack of control by environmental authorities, which is why using this project, an environmental impact study was generated through the implementation of the Leopold Matrix, identifying positive and negative repercussions of the opencast project of building materials in the San Jose mine sky.

For this project, a constant monitoring of the San Jose mine was made, from the preparation stage, through operation, to environmental reclamation and closure of the mine, which is further evidence of the implementation of mitigation works in order to cause the least environmental impact.

The study shows the implementation of the recovery and improvement of environmental conditions amenable to alteration. By implementing monitoring cards to mitigation of environmental impacts of the San Jose mine.

**Keywords:** Ecological rated, Ranking impacts, Environmental impact study, Environmental impact, Environmental impact index, Magnitude of effect, Impact rating.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

## **Contenido**

<b><i>Resumen</i></b> .....	<b>5</b>
<b><i>Abstract</i></b> .....	<b>6</b>
<b><i>Lista de figuras y fotografías</i></b> .....	<b>9</b>
<b><i>Lista de tablas</i></b> .....	<b>10</b>
<b><i>Lista de Graficas</i></b> .....	<b>11</b>
<b><i>Introducción</i></b> .....	<b>12</b>
<b><i>Justificación</i></b> .....	<b>14</b>
<b><i>Antecedentes</i></b> .....	<b>16</b>
<b><i>Descripción del problema</i></b> .....	<b>19</b>
<b><i>Pregunta de investigación</i></b> .....	<b>21</b>
<b><i>1. Objetivos</i></b> .....	<b>22</b>
1.1 Objetivo general.....	22
1.2 Objetivos específicos .....	22
<b><i>2. Metodología</i></b> .....	<b>23</b>
2.1 Tipo de estudio.....	23
2.2 Desarrollo metodológico.....	24
2.2.1 Fase 1. Recolección de información preliminar. ....	24
2.2.2 Fase 2. Definición de Técnicas de Recolección de Información. ....	25
2.2.3 Fase 3. Análisis de Información .....	25
<b><i>3 Generalidades</i></b> .....	<b>27</b>
3.1 Situación Jurídica .....	27
3.2 Ubicación y localización .....	27
<b><i>4 Descripción geológica y ambiental</i></b> .....	<b>29</b>
4.1 Aspectos bióticos .....	29
4.1.1 Geología del yacimiento.....	29
4.1.2 Geomorfología.....	31
4.1.3 Tipo de suelo. ....	31
4.1.4 Uso actual del suelo área de influencia mina San José.....	32
4.1.5 Uso recomendado del suelo. ....	32
4.1.6 Clima y meteorología. ....	35
4.1.7 Precipitación. ....	35
4.1.8 Temperatura.....	35
4.1.9 Hidrología.....	35

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

4.2 Aspectos bióticos .....	38
4.2.1 Ecosistemas terrestres .....	38
4.2.1.1 Flora y vegetación. ....	38
4.2.1.2. Fauna. ....	38
4.3 Aspectos sociales .....	39
4.3.1 Procesos demográficos. ....	39
4.3.2 Estructuras de servicios e infraestructura .....	40
4.3.3 Servicios sociales.....	40
4.3.4 Procesos económicos.....	41
<b>5. Inventario de impactos ambientales generados por la mina San José.....</b>	<b>44</b>
5.1 Evaluación de impactos ambientales de la mina San José .....	44
5.1.1 Identificación de impactos ambientales.....	47
5.1.2 Características físico - químicas .....	47
5.1.3 Condiciones biológicas.....	49
5.1.4 Factores culturales .....	50
5.2 Calificación de impactos método matriz de Leopold.....	51
5.2.1 Valoración de impactos ambientales con la Matriz de Leopold .....	53
5.2.2 Tipo de Impacto.....	53
5.2.3 Magnitud. ....	53
5.2.4 Importancia.....	53
5.2.5 Análisis de impactos matriz de Leopold.....	55
5.2.5.1 Análisis etapa del proyecto mina San José. ....	55
5.2.5.2 Análisis de la sumatoria de impactos.....	57
5.2.5.3 Análisis agregación de impactos. ....	58
5.3 Calificación ecológica.....	60
5.3.1 Presencia (Pr).....	60
5.3.2 Desarrollo (De).....	60
5.3.3 Duración (Du).....	61
5.3.4 Magnitud del efecto. ....	61
5.3.5 Índice de impacto ecológico .....	62
5.4 Análisis evaluación ecológica.....	63
<b>6. Medidas de mitigación de impacto ambiental.....</b>	<b>64</b>
6.1 Avances medidas de control y mitigación en el área de influencia de la mina San José ..	79
<b>7 Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>85</b>
7.1 conclusiones.....	85
7.2 Recomendaciones .....	86
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>87</b>

## Lista de figuras y fotografías

Figura 1. Ubicación general del municipio de Paipa.....	24
Figura 2. Plano Uso Recomendado del Suelo área de influencia.....	37
Figura 3. Plano Hidrológico área de influencia.....	37
Foto 1 Panorámica de la mina.....	28
Foto 2 Frente de explotación de la mina año 2009. ....	28
Foto 4. Desembocadura quebrada el Campanario en las piscinas de enfriamiento termoeléctrica GENSA.....	33
Foto 5. Protección contra el material particulado.....	85
Foto 6. Etapa preliminar en la construcción de sedimentadores.....	86
Foto 7. Sedimentador.....	86
Foto 8-9. Obras de recuperación ambiental.....	87
Foto 10-11. Recuperación del cauce de la quebrada El Campanario.....	87
Foto 12. Construcción de pontón para transporte de carga.....	88
Foto 13-14. Etapas progresivas en la recuperación.....	88
Foto 15-16. Recuperación ambiental.....	89
Foto 17-18. Instalación de señalización informativa y preventiva.....	89

## Lista de tablas

Tabla 1. Coordenadas del contrato de concesión 1118-15 para la mina "San José" .....	27
Tabla 2. Columna estratigráfica local de la zona de estudio .....	30
Tabla 3. Vegetación .....	38
Tabla 4. Fauna.....	39
Tabla 5. Clasificación Actividad económica en Paipa.....	42
Tabla 6. Listado de posibles impactos de la minería a cielo abierto .....	46
Tabla 7. Impactos componente tierra.....	47
Tabla 8. Impactos componente hídrico .....	48
Tabla 9. Impactos componente atmosfera.....	48
Tabla 10. Impactos componente flora.....	49
Tabla 11. Impactos componente fauna .....	49
Tabla 12. Impactos en factor del uso del territorio .....	50
Tabla 13. Impactos en el factor estético y de interés humano .....	50
Tabla 14. Impactos en el factor del nivel cultural.....	51
Tabla 15. Impactos componente servicios e infraestructura .....	51
Tabla 16. Valoración de la magnitud .....	53
Tabla 17. Valoración área de la importancia .....	53
Tabla 18. Matriz de identificación de impactos.....	54
Tabla 19. Cálculos y resultados matriz Leopold.....	57
Tabla 20. Análisis de agregación de impactos.....	59
Tabla 21. Valoración de presencia.....	60
Tabla 22. Valoración del desarrollo.....	61
Tabla 23. Valoración de la duración .....	61
Tabla 24. Valoración magnitud efecto.....	61
Tabla 25. Clasificación de impactos.....	62
Tabla 26. Valoración y cuantificación de impactos con base al índice de impacto ecológico.....	63

## **Lista de Graficas**

<b>Grafica 1.</b> Análisis de la sumatoria de impactos mina San José.....	58
<b>Grafica 2.</b> Análisis de agregación de impactos mina San José.....	59

## **Introducción**

Boyacá es un departamento rico en minerales de origen sedimentario que cumplen con las normas exigidas como materiales para la construcción de obras civiles, por lo cual explotación minera a cielo abierto ha venido creciendo con el transcurrir de los años, por esta razón se realizó el proyecto inventario de impactos ambientales y propuesta de medidas de mitigación en la mina San José del municipio de Paipa Boyacá.

Para la elaboración de este proyecto se realizó trabajo de oficina en la cual se compila y estudia la información bibliográfica existente de la zona de estudio, utilizando metodologías conocidas que identifican rasgos tectónicos, litológicos y geomorfológicos que posteriormente son corroborados en campo y plasmados en el informe. Se aclara que el trabajo de geología de yacimiento se hace con base a la geología local y con estricta visita de campo, tomando puntos de control con G.P.S. (Global position system) y brújula de geólogo. Esta información es plasmada en planchas topográficas y utilizando métodos de estratimetría y correlación estratigráfica, se identifican los estratos existentes, además de establecer los diferentes factores o parámetros que influyen en las operaciones o procesos en el transcurso de las labores mineras, que pueden repercutir sobre el medio ambiente y conocer la calidad de nuestro entorno y factores que puedan trascender sobre éste, para generar estrategias de conciliación entre la actividad minera y el medio ambiente.

En el siguiente capítulo se definió el inventario de posibles impactos ambientales ocasionados por la extracción a cielo abierto de materiales de construcción en la mina San José. Implementando la Matriz de Leopold luego de efectuar el trabajo de campo y de oficina se identificó, evaluó y realizó el análisis de los principales impactos ambientales derivados de las diferentes etapas de la mina (Preparación, explotación, transporte de material, cierre y abandono). Posteriormente se llevó a cabo la valoración y cuantificación a los impactos de mayor relevancia identificados en la Matriz de Leopold tomando como base al índice de impacto ecológico.

Con el fin de disminuir y mitigar el impacto ambiental ocasionado por la explotación de la mina San José, se planteara medidas de mitigación a corto y mediano plazo, implementando el método de las fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Estas fichas definen acciones a desarrollar en un tiempo y lugar determinado, en base a un seguimiento y monitoreo continuo, es la única garantía de sostenibilidad del proyecto, tanto del punto de vista ambiental como de su productividad óptima.

La implementación oportuna de las fichas en el proyecto conllevará a disminuir de forma significativa a corto plazo las afectaciones derivadas de la explotación a cielo abierto de la mina San José.

La principal limitación del proyecto radica en la recuperación del pasivo ambiental ya existente.

El bajo precio del material producto de la explotación minera en la región, hace que este tipo de minería sea poco rentable cuando se manejan bajos volúmenes de explotación, por lo tanto hace que los dueños de las minas no destinen el presupuesto proyectado para la recuperación ambiental propuesta en los estudios ambientales radicados en la corporación autónoma y regional, correspondiente a la zona donde se localiza la explotación.

La concientización de los operadores mineros en la conservación y/o recuperación de los recursos naturales alterados durante los procesos de explotación, es la única forma de iniciar una cultura de responsabilidad social y ambiental para el desarrollo de una minería sostenible.

## **Justificación**

La minería en Colombia se viene realizando de una manera inconsciente con su entorno, ocasionando daños al ecosistema en el área de influencia directa, una de las falencias, es que las autoridades ambientales no hacen cumplir las leyes y normas ambientales.

Debido al aumento de la minería legal e ilegal y al poco control por parte de las autoridades ambientales en la región, ha ocasionado un aumento en el deterioro de los recursos ambientales.

La actividad minera, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las que representan claros impactos sobre el medio en que se desarrollan (Roberto Oyarzun et al, 2008).

“La minería a cielo abierto produce impactos ambientales mucho más perceptibles para el ojo humano, debido a que las áreas de explotación ocupan espacios de cierta magnitud y utilizan zonas generalmente aptas para desarrollar actividades de tipo agropecuario o silvo-pastoril, y a más de causar contaminación química y mecánica, pueden afectar el sentido y la dirección de las corrientes debido a las explotaciones, generan polución del aire, lo que sumado a la dirección de las emisiones puede producir efectos negativos sobre extensas zonas geográficas” (Estudios realizados por la Universidad Sergio Arboleda).

Para delimitar el área de trabajo se realiza este estudio en el municipio de Paipa- Boyacá, cuyo principal problema que adolece es la proliferación de la minería y el no cumplimiento por parte de los titulares mineros al plan de manejo ambiental, presentado para adquirir la licencia ambiental para explotación minera, y debe ser aprobado por CORPOBOYACA.

“Ninguna actividad industrial es tan devastadora como la minería a cielo abierto, debido a que provoca el colapso de las economías agrícolas locales y produce impactos sociales tales como: desplazamiento de las poblaciones y pérdidas de los derechos colectivos, territoriales y ambientales, por otro lado, después de la explotación, la minería a cielo abierto genera millones de toneladas de desechos, material venenoso que es abandonado sobre el terreno” (Artículo minería a cielo abierto: Irreparable impacto ambiental para el planeta y sus habitantes).

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Al realizar un recorrido al área perimetral del municipio de Paipa, el cual se caracteriza por ser un parador turístico, se observa el aumento en la contaminación visual generado por la minería a cielo abierto de materiales de construcción, el cual es fomentado por el aumento en la demanda de dichos materiales para la construcción de la doble calzada Bogotá-Sogamoso y el plan de recuperación de la red vial secundaria del departamento. Lo anterior conlleva a la disminución de la calidad de vida de los habitantes asentados en el área rural del municipio de Paipa.

La concientización de los operadores mineros en la conservación y/o recuperación de los recursos naturales alterados durante los procesos de explotación, es la única forma de iniciar una cultura minera amigable con el ambiente, por eso se desarrolló en este trabajo un inventario de impactos ambientales y una propuesta de medidas de mitigación de estos impactos ambientales.

## **Antecedentes**

En Boyacá la minería ha ocupado un importante renglón de la economía, dentro de este segmento el departamento ha permitido la explotación a cielo abierto la cual es una forma de aumentar la vida útil del proyecto minero, de acuerdo con lo expuesto por Franco & Branco, 2010 quienes describen el proceso de planeamiento minero desde un punto de vista clásico y su relación con los actuales procesos y tienen como base la optimización en sus diferentes etapas.

En el primer trimestre del año 2012 el comportamiento del PIB registra un aumento de 12,4% en explotación de minas y canteras, el cual obedeció a un incremento en el valor agregado de carbón mineral en 14,1%, minerales metálicos en 31,4% y de los minerales no metálicos en 3,1%; (DANE, 2012).

“Los depósitos minerales, están localizados en áreas que tienen ubicaciones fijas, por lo tanto la minería, en relación con otros recursos naturales renovables (pesca, agricultura e industria maderera), no están sujetos a una selección racional o planeamiento de explotación previo” (Et al Peña. 2003)

De acuerdo con el Artículo minería a cielo abierto: Irreparable impacto ambiental para el planeta y sus habitantes <sup>1</sup>, “Ninguna actividad industrial es tan devastadora como la minería a cielo abierto, debido a que provoca el colapso de las economías agrícolas locales y produce impactos sociales tales como: desplazamiento de las poblaciones y pérdidas de los derechos colectivos, territoriales y ambientales, por otro lado, después de la explotación, la minería a cielo abierto genera millones de toneladas de desechos, material venenoso que es abandonado sobre el terreno”.

Según el informe “minería de hecho en Colombia”, realizado por la defensoría del pueblo en Julio de 2011, el 69% de la minería que se realiza en Boyacá es ilegal y genera muerte, contaminación y deterioro del medio ambiente, tal es el caso del municipio de Pisba, donde se han entregado 88 títulos mineros en un área de 13.508 hectáreas que están localizadas en zona de paramo.

---

<sup>1</sup> <https://es-la.facebook.com/notes/%C3%BAnetealplaneta-jointheplanet/miner%C3%ADa-a-cielo-abierto-irreparable-impacto-ambiental-para-el-planeta-y-sus-habi/321391421246853>

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Si el futuro de la humanidad depende, en mucho, de un racional uso y usufructo de los recursos actualmente disponibles, se debe entonces, encauzar el desarrollo de los proyectos mineros hacia el uso de prácticas ambientalmente amigables y tecnologías no contaminantes, a fin de prevenir mayores efectos sobre el medio ambiente, buscando la conservación especialmente de los recursos agua y suelo, vitales para la producción de biodiversidad y claves para la supervivencia de las generaciones que tras la nuestra necesitan asegurar los recursos necesarios que garanticen su desarrollo.

En muchos países las operaciones mineras han sido calificadas por los ambientalistas y ecologistas como las causas principales del grave deterioro que afecta a muchas regiones del globo y dejan enormes extensiones de terreno abandonadas, en algunos casos en estados de completa aridez.

En el Congreso de las Naciones Unidas, celebrado en Estocolmo-Suecia en 1972, se aprobó una declaración que reconoció internacionalmente los derechos ambientales y marcó la consolidación de los principios rectores que son "Todo hombre tiene derecho a un medio ambiente sano. Que los derechos a la salud y a la vida no sean puestos en peligro como consecuencia de la contaminación y el deterioro ambiental. El derecho a un razonable nivel de calidad ambiental. En este punto se hizo énfasis en las actividades contaminadoras que se identifican a largo plazo cuando han producido efectos desastrosos, como el caso de ciertos agentes cancerígenos que permanecen latentes por muchos años. El derecho a gozar del patrimonio ambiental. Nadie puede ser privado de gozar de este bien propiedad de toda la humanidad".

Indudablemente, las explotaciones mineras subterráneas y a cielo abierto y las operaciones de los productores de metales, materiales de construcción y carbón han causado grandes variables de deterioro ambiental en las áreas mineras sin importar el sitio de ubicación, aún si se establecen en regiones remotas, y se han encontrado impactos negativos por estas actividades a miles de kilómetros de distancia del centro de actividad.

Es de resaltar que GONZALEZ M. Menciona que "el contenido del derecho ambiental no puede ser otro que establecer normas tendientes a la prevención de afectaciones dañosas al ambiente así como normas destinadas a lograr la reparación cuando el daño ambiental se ha producido. De tal manera que el derecho ambiental tiene un doble objeto: la prevención y la reparación del bien jurídico tutelado por el mismo"<sup>2</sup>

En el área donde se desarrolló el proyecto no existen estudios técnicos previos por parte de los entes reguladores referentes a las autoridades ambientales del departamento, se limita la información a estudios elaborados por los propietarios de los títulos mineros existentes en el sector de la vereda Sativa del municipio de Paipa - Boyacá. Evidencia la falta de estadísticas, planes y documentación que permitan establecer modelos de explotación más amigable con el medio ambiente.

---

<sup>2</sup> GONZÁLEZ M. José Juan. Origen, concepto y contenido del derecho ambiental. UAM- Azcapotzalco, Méjico. 2002.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Por este motivo se realizó el inventario de impacto ambiental en la mina San José, el cual comprende de una serie de actividades que involucran toma de datos, análisis y consolidación de información que facilita elaborar la mejor propuesta para establecer un programa de trabajo y obras de explotación del recurso mineral que minimice la afectación de los impactos ambientales resultantes de la actividad minera.

## **Descripción del problema**

En su desarrollo y evolución, la minería ha alcanzado increíbles avances tecnológicos, lo cual implica mayor demanda de los recursos minero energéticos a nivel global y significa que estos frentes de explotación se seguirán abriendo en diferentes zonas del planeta, con lo cual los impactos ambientales y sociales generados en las zonas con vocación minera continuarán afectando a las comunidades y el entorno ambiental sobre el que se ejecuten estas actividades.

El desarrollo de los individuos se ha matizado a lo largo del siglo XX y el inicio del siglo XXI, por la búsqueda constante de mejores niveles de vida y de desarrollo, sin embargo de dichos niveles de vida y de desarrollo, se han visto los deterioros y perjuicios que éstos causan contra el medio ambiente. La agresión hacia su medio ambiental es tan vieja como la propia humanidad, lo que ocurre es que la actual tecnología ha contribuido de forma considerable para acelerar en esta tendencia<sup>3</sup>. (Et al Jordano. 1995).

La intensa explotación sin control técnico y ambiental, ha generado grandes excavaciones con taludes muy inclinados, que junto con el alto grado de fracturamiento de las formaciones arenosas las han convertido en áreas de riesgo susceptibles a impacto ambiental.

Según un anticipo del “V Informe Nacional de Biodiversidad” elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y el Programa de la ONU para el Desarrollo (PNUD), el cual busca aumentar la conciencia social sobre el cuidado de la biodiversidad y su importancia en los sectores productivos y el bienestar humano, donde explica que “El daño ambiental en el país se debe a cinco "motores": los cambios en el uso del suelo; la disminución, pérdida o degradación de elementos de los ecosistemas nativos y agrosistemas, y las invasiones de especies no nativas. Un cuarto factor es la contaminación y toxificación del agua por la

---

<sup>3</sup> JORDANO, F. Jesús. La protección del derecho a un medio ambiente adecuado. Barcelona. 1995, Pag. 534.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

actividad minera, la agricultura industrial y la ganadería y finalmente el cambio climático<sup>4</sup>”.

Sin embargo hay una luz de esperanza cuando las comunidades y los entes gubernamentales se concienticen y unan fuerzas para controlar la indiscriminada explotación del suelo y desarrollen propuestas que mitiguen los impactos generados por la explotación minera a pequeña o gran escala, que hará que las generaciones futuras tengan un ambiente sano.

---

<sup>4</sup> Hay deterioro ambiental en Colombia. <http://www.dinero.com/pais/articulo/dano-medio-ambiente-colombia/196017>

## **Pregunta de investigación.**

¿Qué impactos ambientales genera la mina San José durante las diferentes etapas de explotación a cielo abierto de material de construcción en el municipio de Paipa Boyacá? y a su vez ¿es posible implementar medidas de mitigación ambiental a corto y mediano plazo durante las diferentes etapas del proyecto?

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Identificar, evaluar y analizar los niveles de impacto ambiental generados durante la vida útil del proyecto en el área de influencia de la explotación de la mina "San José" en el municipio de Paipa – Boyacá, para la implementación de medidas de mitigación.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Seleccionar un marco metodológico para identificar impactos ambientales en la explotación de materiales de construcción a cielo abierto en la mina San José.
- Evaluación y análisis de impactos ambientales en el área de influencia de la mina San José con proyección a la vida útil del proyecto.
- Implementación de medidas de mitigación de impacto ambiental mediante el desarrollo de fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación.

## **2. Metodología**

El objetivo de este trabajo ha sido proponer una metodología de mitigación de impactos ambientales en el área de influencia directa de la Mina San José. Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se planeó la realización de una serie de actividades con las cuales se pretende cumplir con los requerimientos propuestos en el trabajo y así acercarnos al desarrollo de una minería sostenible.

La definición más citada de desarrollo sostenible es de la Comisión Brudtland (WCED, 1987) “progreso que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

### **2.1 Tipo de estudio**

Para el desarrollo de este proyecto es importante determinar las interacciones entre la minera a cielo abierto y los impactos ambientales que se producen durante sus diferentes etapas de explotación, basándose en información recolectada y el avance de la explotación, con base en evidencias fotográficas y estudios de campo, nos permite visualizar el impacto ambiental generado y permite enfocarnos en la recuperación de impactos conforme avanza la explotación.

Para el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta la investigación descriptiva, cualitativa y cuantitativa.

**Descriptiva:** Según Martha Patricia Sierra Guzmán “En ella se destacan las características o rasgos de la situación, fenómeno u objeto de estudio<sup>5</sup>”.

En este sentido, este trabajo busca especificar, en forma ordenada las características ambientales del área de estudio, haciendo referencia a los impactos ambientales generados por la explotación a cielo abierto en sus diferentes etapas durante la vida útil del proyecto,

---

<sup>5</sup> MARTHA P, SIERRA. En Tipos más usuales de Investigación, Universidad autónoma de hidalgo, Enero-Junio 2012.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

haciendo referencia a la investigación y la importancia de este estudio se basa en la descripción en el sitio de interés (Mina San José) y en la mitigación del impacto ambiental.

**Cuantitativa:** Según Briones “El análisis multivariado, cumple el importante papel de encontrar una explicación del fenómeno que se estudia, al tomar en cuenta un mayor número de variables<sup>6</sup>”.

Por otro lado, la medición en cantidad y magnitud del impacto ambiental generado con el método de explotación a cielo abierto de la Mina San José, y de acuerdo con los valores utilizados se define como discreta (sólo asumen valores enteros) aplicando estos resultados en la matriz de Leopold.

**Cualitativa:** Según Ampieri, Baptita y otros (2010, p.364) “la investigación cualitativa se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorados desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto”.

Es así que las características del enfoque cualitativo, busca comprender de una manera más subjetiva el significado del impacto al medio ambiente en el conflicto social, minero, y ambiental, en las diferentes etapas de la explotación a cielo abierto de la Mina San José.

## **2.2 Desarrollo metodológico**

La metodología implementada para esta investigación se desarrolló en tres etapas, descritas a continuación.

### **2.2.1 Fase 1. Recolección de información preliminar.**

Para la recolección de datos para esta investigación se tomaron en cuenta varias fuentes como primarias de campo, secundarias bibliográficas y secundarias de campo.

Fuente de información primaria de campo: se aplicó la matriz de Leopold y encuestas, visita de campo donde se identificó impactos ambientales en el área de influencia y avance de labores de la Mina San José.

Fuentes secundarias bibliográficas: se acudió a documentos como el Programa de Trabajo y Obras del título 1118-15, registro minero del título contrato único de concesión minero con número de placa (1118-15) otorgado por la agencia nacional de minería (ANM),

---

<sup>6</sup> BRIONES, G. En: Metodología de la Investigación Cuantitativa en las ciencias sociales. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES, Bogotá, 1996.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

archivos fotográficos, Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Paipa – Boyacá, Solicitud de información del área de influencia del proyecto ante la autoridad ambiental (CORPOBOYACA).

Como fuente secundaria de campo se realizaron charlas no estructuradas con personas de la región, trabajadores de la mina y el dueño o titular de la Mina San José.

La finalidad en la recolección de información del área de influencia del proyecto, es que sea verídica, ya que es relevante para presentar una propuesta de mitigación de impactos ambientales como el objetivo principal de esta investigación.

### **2.2.2 Fase 2. Definición de Técnicas de Recolección de Información.**

En coherencia con la etapa anterior, se implementó como instrumentos de recolección de información: para fuentes primarias de campo; la encuesta, la matriz de Leopold, la entrevista no estructurada. Para las fuentes secundarias de campo; la observación, diarios de campo y fichas técnicas. Para fuentes primarias y secundarias documentales; técnicas, la matriz de Leopold y reseñas bibliográficas.

### **2.2.3 Fase 3. Análisis de Información**

La metodología aplicada para la identificación y valoración de los impactos ambientales en el área de estudio consta de las siguientes etapas:

Identificación de impactos ambientales mediante encuestas: resultante de la visita de campo al área de influencia de la mina San José.

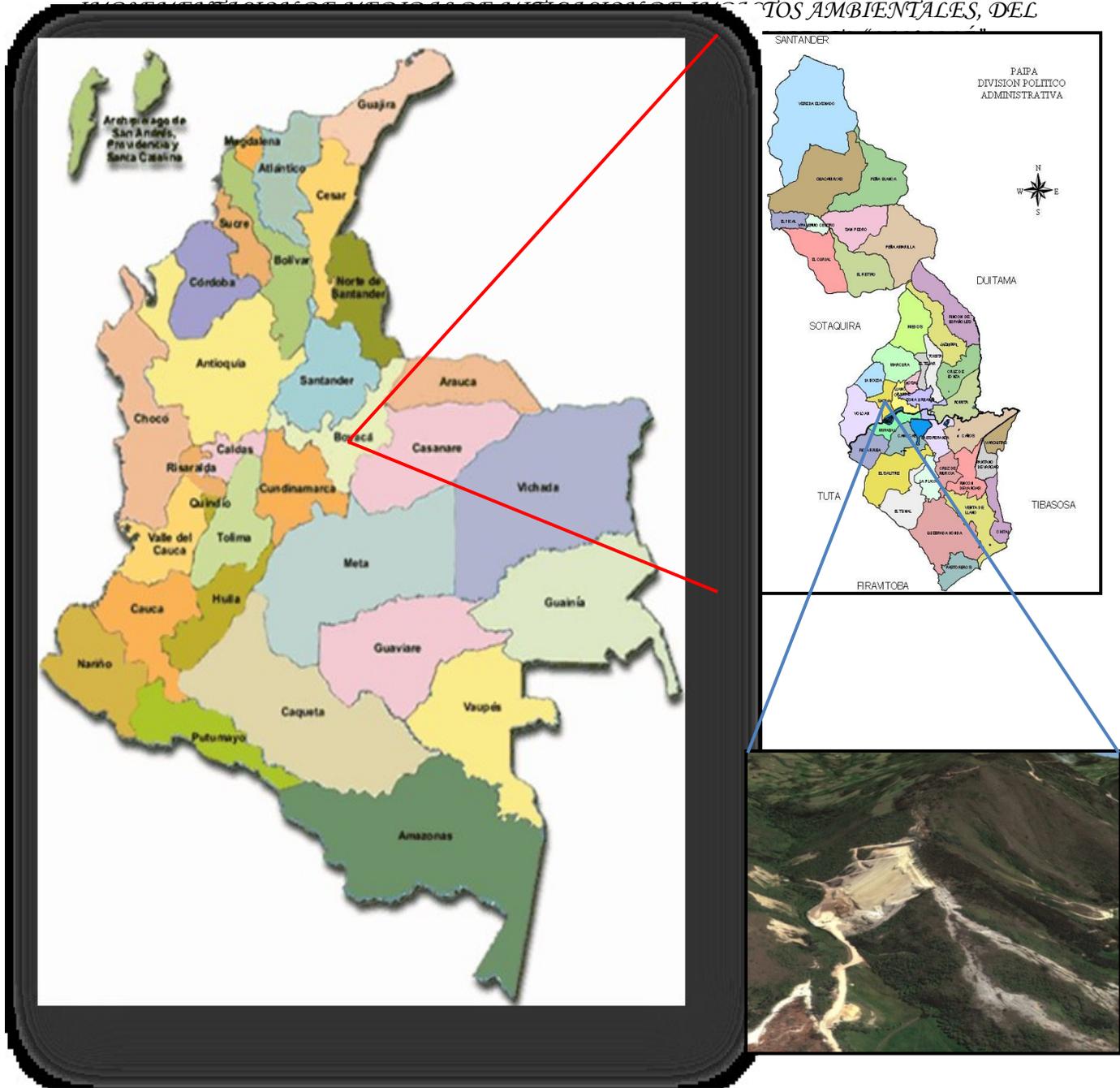
Identificación y evaluación de impactos ambientales por medio de la matriz de Leopold modificada.

Identificación de las diferentes etapas de explotación de minería a cielo abierto utilizando la matriz de Leopold modificada.

Análisis de los resultados obtenidos aplicando la matriz de Leopold modificada, tomada como base fundamental para clasificar, identificar y evaluar los impactos ambientales de mayor relevancia.

Evaluación de impactos ambientales utilizando el método del índice de impacto ecológico.

Implementación de herramientas útiles para la mitigación de impactos ambientales por medio de las fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación de impactos ambientales a corto mediano y largo plazo.



**Figura 1.** Ubicación general del municipio de Paipa  
Fuente: Paipa-boyaca.gov.co/ modificado por el autor.

## 3 Generalidades

### 3.1 Situación Jurídica

Mediante la ley 685 del 2001 (código de minas), En el capítulo XVII (Exploración y explotación ilícita de minas) en su artículo 165, la Mina San José está dentro del Plan Social de Legalización de Minería de Hecho, en base a la solicitud radicada el día 31 de diciembre de 2004 ante la Secretaría de Minas de Boyacá, a la cual corresponde el expediente 1118-15. Mediante visita Técnica realizada el día 12 de agosto de 2005 y concepto emitido el día 11 de enero de 2006, se da como viable técnica, económica, social y ambientalmente para continuar con las actividades de explotación en esta mina.<sup>7</sup>

En la actualidad el área de estudio fue inscrita en el registro minero nacional el día diecisiete (17) de junio de dos mil catorce (2014) como contrato de concesión 1118-15.

### 3.2 Ubicación y localización

La zona de estudio se localiza en el departamento de Boyacá, al Oeste (W) del municipio de Paipa, en la vereda sativa, cuya área es de 15 Ha y 6417 m<sup>2</sup>.

**Tabla 1. Coordenadas del contrato de concesión 1118-15 para la mina “San José”**

PUNTO	NORTE	ESTE
1	1.103.322	1.132.316
2	1.103.420	1.131.695
3	1.103.177	1.131.657
4	1.103.132	1.131.979
5	1.103.054	1.132.273

Fuente: Registro minero título 1118-15. (ANM).

<sup>7</sup> **Ley 685 del 2001**, Artículo 165. *Legalización*. Los explotadores de minas de propiedad estatal sin título inscrito en el Registro Minero Nacional, deberán solicitar, en el término improrrogable, de tres (3) años contados a partir del primero (1°) de enero de 2002, que la mina o minas correspondientes les sean otorgadas en concesión llenando para el efecto todos los requisitos de fondo y de forma y siempre que el área solicitada se hallare libre para contratar. Formulada la solicitud y mientras ésta no sea resuelta por la autoridad minera, no habrá lugar a proceder, respecto de los interesados, mediante las medidas previstas en los artículos 161 y 306, ni a proseguirles las acciones penales señaladas en los artículos 159 y 160 de este Código.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*



**Foto 1. Panorámica de la mina.**

Fuente: Datos de estudio.



**Foto 2 Frente de explotación de la mina año 2009.**

Fuente: Datos de estudio

## **4 Descripción geológica y ambiental**

### **4.1 Aspectos bióticos**

#### **4.1.1 Geología del yacimiento.**

En la zona de estudio se encuentran estratos de arenisca cuarzosa de espesor considerable.

En el frente de explotación (cantera), se observa un talud de 45 metros de altura aproximadamente, con presencia de un patio de 35 x 40 metros, el recebo fractura con 3 a 4 golpes de martillo de geólogo en sus propiedades de resistencia esto derivado a la presencia de óxidos de hierro en la arenisca cuarzosa de grano fino.

Se encuentra una capa de material cuaternario de color negro con presencia de materia orgánica, seguida de una capa limo arcillosa de color amarillo claro de baja consistencia, que presenta embebidos bloques de arenisca de diversos diámetros (0.5- 0.25)cm, continuando con estrato de arenisca cuarzosa dura amarillo rojizo debido a la presencia de óxidos de hierro en su matriz (recebo) estratificada con espesores de 1.2 y 0.8 m. generando un talud de 40 m. de espesor con intercalaciones de arcilla de 2 a 5 cm.

Los estratos presentan Rumbo N 30 W y Buzamiento 37 SE

**Formación Arcabuco (Jar).** Taborda (1952) asigno el nombre Formación Arcabuco a la unidad estratigráfica de ambiente de depositación continental, edad jurásico superior. La cual está constituida por areniscas cuarzosas blancas e intercalaciones de lutita rojo claro. Su espesor en la zona de estudio se estima en aproximadamente 520 metros. Se presentan buenos afloramientos en la carretera Paipa- Palermo. Su edad estimada es del Jurásico Superior.

**Formación Los Medios ((Kimi), (Kims)).** Renzoni G. (1967) ha llamado Formación Los Medios a la secuencia estratigráfica conformada por dos miembros cartografiables que se denominan miembro conglomerático inferior (Kimi) y miembro limolítico superior (Kims). Edad Cretáceo inferior, datadas en el Valanginiano Superior. El miembro conglomerático inferior está constituido por conglomerados, arenisca conglomerática y limolitas. Su espesor es de aproximadamente 120 metros. El miembro limolítico superior está

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

compuesto esencialmente de limolita, con algunas intercalaciones de areniscas y su espesor en el área es de aproximadamente 150 metros.

**Tabla 2. Columna estratigráfica local de la zona de estudio.**

Material	Espesor (m)	Descripción estratigráfica (macro)
Capa Orgánica	0.5 - 0.25	Presencia de materia orgánica, mezclada con limos y arena.
Arenisca	6	Arenisca cuarzosa amarilla de grano fino a medio, masiva, resistente, presenta estratificación plana continua paralela, con intercalaciones de arcillolita de color amarillo claro y marrón rojizo claro.
Arenisca	12	Arenisca cuarzosa de color amarillo oscuro de tamaño de grano fino, moderadamente duras, con estratificación plana continua, no paralela.
Arenisca	22	Cuarzoarenita de grano medio con niveles de gránulos y guijas de cuarzo hacia su base. Su coloración indica la presencia de óxidos de hierro con estratificación gradada

Fuente: Datos de estudio.

Compuesta por arenisca cuarzosa de grano fino a medio de color amarillo, a veces conglomerática con gránulo y guijarro de cuarzo hacia su base; es común encontrar estratificación cruzada y gradada bien diferenciada. Espesor del afloramiento 40 m, Rumbo promedio N 30 E. (Ver foto 5).



**Foto 5. Afloramiento de Cuarzoarenita.**

Fuente: Datos de estudio.

#### **4.1.2 Geomorfología.**

Presenta un paisaje de origen estructural-erosional, formado por plegamiento de areniscas cuarzosas de edad Cretáceo y Terciario, seguido por denudación parcial determinada por los procesos morfodinámicos antiguos y recientes. Comprende tres unidades alargadas que se extienden con rumbo aproximado norte-sur, una por el sector occidental, arrancando desde la orilla oeste del lago Sochagota hasta el límite con el municipio de Tuta.

En el área de estudio presenta zonas de escarpes con afloramientos de arenisca cuarzosa pertenecientes a la Formación Arcabuco, los cuales son muy pobres de capa orgánica y por ende de capa vegetal, presentando movimiento localizado del material superficial y desprendimiento de roca debido a sus altas pendientes con erosión por acción de las aguas de escorrentía debido a la falta de capa vegetal.

El relieve apenas alcanza unos 300 m de desnivel y se caracteriza por su topografía de lomas amplias, con laderas regulares moderadamente a fuertemente escarpadas y moderadamente escarpadas, afectadas por erosión moderada; además de unas cimas extensas y redondeadas, con variada pendiente.

#### **4.1.3 Tipo de suelo.**

De acuerdo a la clasificación realizada por el IGAC en 1.980 la mayor parte de los suelos del municipio de Paipa están ubicados en el paisaje de montaña, entre los 2.600 y los 3.800 msnm. El relieve es variado, aunque predominan las laderas muy quebradas y escarpadas con pendientes dominantes 25 – 50% y mayores.

Para efectos del presente estudio se consideran solamente los tipos de suelos que predominan en los sectores de interés, los cuales se describen a continuación:

**Misceláneo Rocoso, (MR).** En los escarpes y crestas de la cordillera hay afloramientos rocosos los cuales alternan con pequeñas áreas con poca vegetación.

**Suelos de montaña de clima frío seco.** Corresponde al paisaje de montaña en el que las condiciones climáticas son frías y secas. Una característica común en la zona es la erosión la cual es, en general, moderada, pero hay sectores en los cuales el fenómeno se ha tornado severo. El relieve oscila desde ondulado y quebrado hasta escarpado y los materiales parentales de los suelos son, en alta proporción areniscas.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Los suelos son muy superficiales, tienen rocas sobre la superficie y muestran evidencias de erosión moderada a severa. Desde el punto de vista químico son ácidos. La fertilidad es moderada a baja.

#### **4.1.4 Uso actual del suelo área de influencia mina San José.**

En el estudio se pudo observar diferentes zonas las cuales se describen a continuación.

**Bosque primario o natural.** Son bosques que no han presentado la intervención del hombre, se caracteriza por la heterogeneidad de especies y la vida silvestre en fauna y flora. Esta vegetación estabiliza bien las laderas y minimiza los riesgos de deslizamiento.

**Bosque de galería.** Son plantaciones naturales mayores de un metro, principalmente en las estribaciones de la quebrada El Campanario, incluyendo las cercas vivas.

**Rastrojo bajo.** Zonas con características similares a la anterior, pero la vegetación es más pequeña, son de gran importancia ya que ayudan al sostenimiento de los suelos. Son plantaciones permanentes y semipermanentes de helecho, chusque, encenillo, paja, guayacán, chilca y dormidera entre otras, que siempre van a caracterizar la región, estas se encuentran localizadas al occidente del área de explotación y en la zona de encañonamiento de la quebrada El Campanario en la margen izquierda.

**Cultivos densos.** Son cultivos de pastos utilizados para laboreo de ganadería, localizado en los sectores de pendientes medias a bajas en donde hay mayor estabilidad en los suelos y se encuentra localizada fuera del área de explotación minera.

**Zona minera.** La minería muestra un papel importante tanto a nivel social como económico, esta minería se desarrolla a cielo abierto. Este material es utilizado para la elaboración de materiales de construcción, uso doméstico e industrial.

#### **4.1.5 Uso recomendado del suelo.**

Para el efecto de la determinación de usos de las diversas áreas en la jurisdicción de municipio de Paipa, la corporación autónoma y regional de Boyacá determina el uso recomendado del suelo en el área de influencia de la mina San José, municipio de Paipa. (Ver figura 2).

##### **Áreas de manejo y administración (AASM).**

Uso principal: Agropecuario tradicional semi- mecanizado y forestal, se debe dedicar como mínimo el 15% del predio para uso forestal protector-productor.

Uso específico: Áreas Agropecuarias semi- mecanizadas, semi- intensivas.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Grupo: Áreas Agropecuarias Semi- mecanizadas, Semi-intensivas.

**Áreas de Manejo y Administración (AAT).**

Uso principal: Agropecuario tradicional, y forestal. Se debe dedicar como mínimo el 20% del predio para uso forestal protector-productor, para promover la formación de bosques productores-protectores.

Uso específico: Áreas agropecuarias tradicionales.

Grupo: Áreas Agropecuarias Semi- mecanizadas, Semi-intensivas.

**Áreas para la conservación y protección del medio ambiente de los ecosistemas estratégicos y los recursos naturales (AFP).**

Uso principal: Recuperación y conservación forestal y recursos conexos, investigación controlada, conservación de bosques naturales, recursos florísticos y faunísticos.

Uso específico: Zona forestal protección y conservación.

Grupo: Áreas para la conservación y protección del medio ambiente de los ecosistemas estratégicos y los recursos naturales.

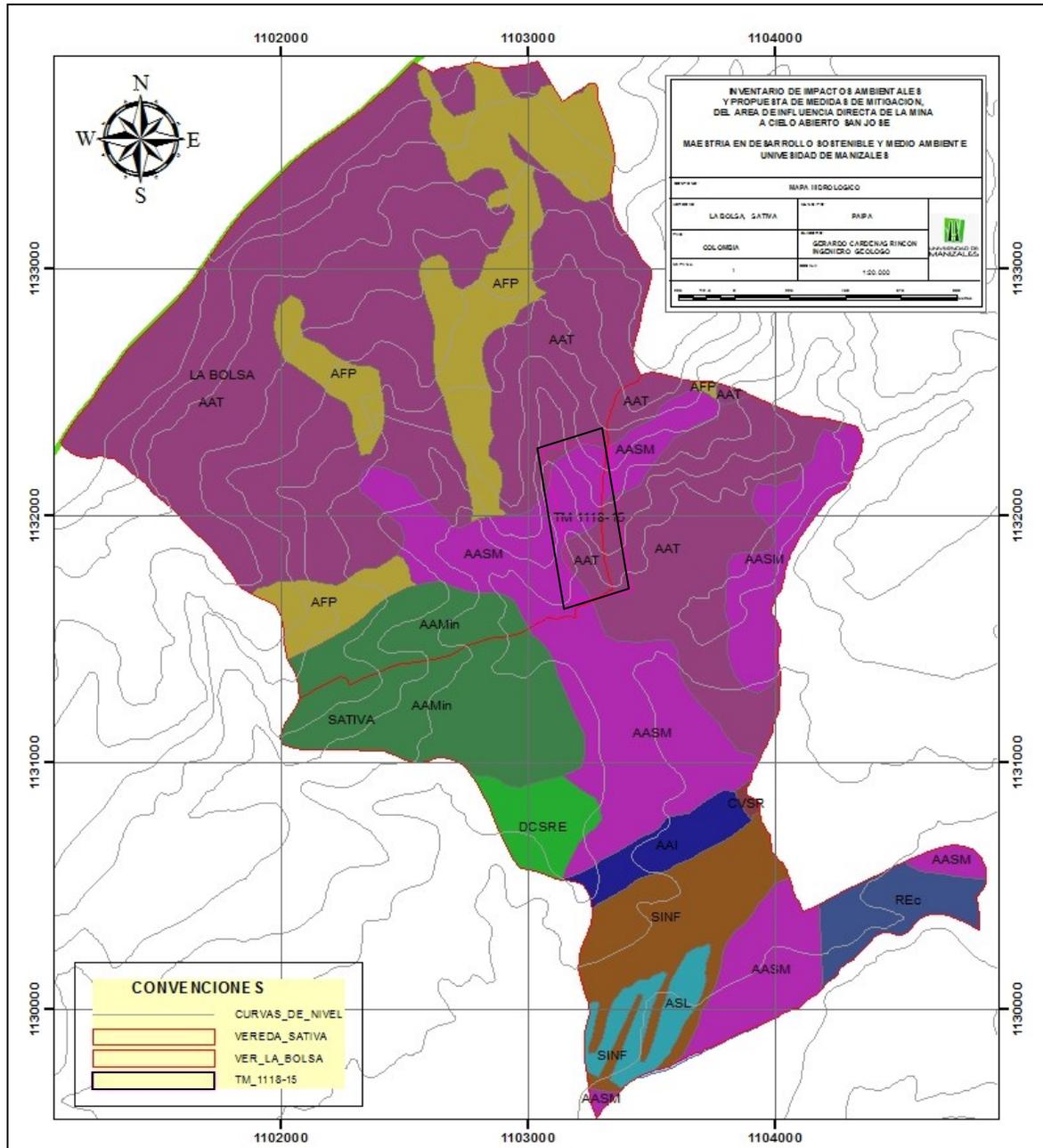
**Áreas de manejo y administración (AAMin).**

Uso principal: Determinado por la factibilidad en cuanto al grado de impacto ambiental, condiciones de exploración tanto técnicas como económicas que faciliten y permitan el desarrollo de la actividad minera sostenible, que no gene fenómenos de inestabilidad.

Uso específico: Zona minera restringida.

Grupo: Áreas para desarrollo económico.

IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
 AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
 LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)



**Figura 2.** Plano Uso Recomendado del suelo, Área de influencia mina San José.

Fuente: Corporación autónoma y regional de Boyacá. Modificado por el autor.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

#### **4.1.6 Clima y meteorología.**

La posición latitudinal y la presencia de altiplanicies andinas en cañones un poco abrigados dentro de la Cordillera Oriental, ubican a esta zona hidrográfica dentro de la Provincia de Humedad Subhúmedo o piso bioclimático de páramo. Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial de Paipa (EOT).

El piso térmico frío comprende desde los 2.100 hasta los 3.100 m.s.n.m., las temperaturas varían entre 12° y 18°C. Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial de Paipa (EOT).

#### **4.1.7 Precipitación.**

El régimen pluviométrico presente en el Municipio de Paipa es de carácter bimodal, La distribución de las precipitaciones es a nivel multianual. Se presentan dos épocas de verano de Diciembre a Marzo y de Junio a Septiembre y dos de invierno que corresponden a los periodos de Abril a Mayo con valores que oscilan entre 126.5-127.1 mm mensuales y Octubre a Noviembre con valores de 89.3-134.0 mm mensuales. Fuente: Estación Tinguavita<sup>8</sup>.

#### **4.1.8 Temperatura.**

La temperatura fluctúa alrededor de 12,9 °C y 14,9 °C en el día y varían entre 2,4°C y 4,6°C en la noche, siendo siestas temperaturas constante durante la mayor parte del año. Fuente: Estación Tinguavita<sup>9</sup>.

#### **4.1.9 Hidrología.**

La red hidrográfica del área de influencia del proyecto está conformada por el Río Chicamocha y las quebradas La Gloria, El Totumo Chuscal y El Campanario, presentes en la vereda La Bolsa y Sativa. (Ver figura 3).

La quebrada el Campanario es la única fuente hídrica que pasa por el área de estudio donde se preserva la ronda hídrica de 30 metros, sus aguas son utilizadas principalmente en el

---

<sup>8</sup> Estación (CP): Tinguavita, Latitud: 0545 N - Longitud: 7308W. Entidad 01 IDEAM regional 06 Boyacá. Elevación 2470 msnm.

<sup>9</sup> Estación (CP): Tinguavita, Latitud: 0545 N - Longitud: 7308W. Entidad 01 IDEAM regional 06 Boyacá. Elevación 2470 msnm.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

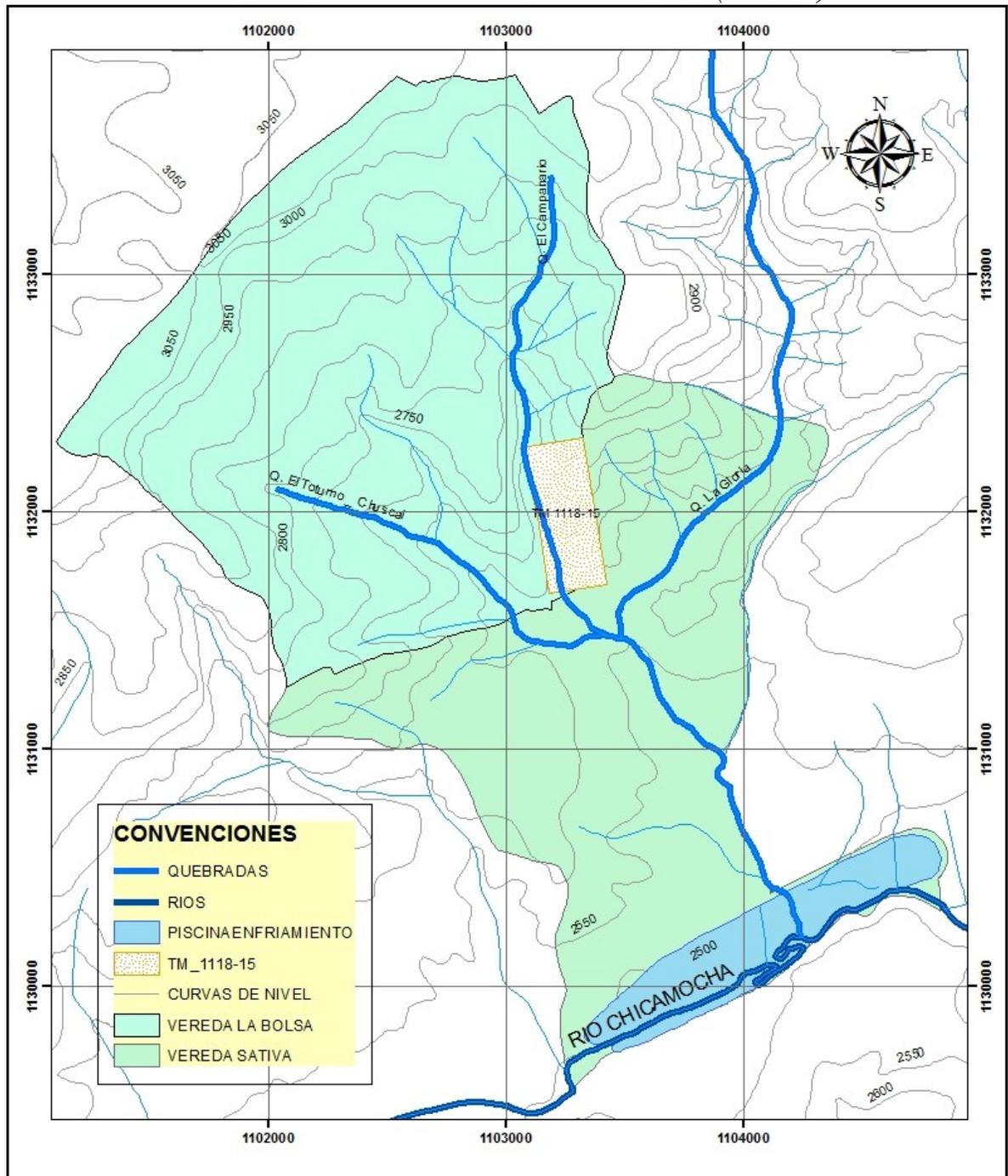
regadío de pastos y como uno de los afluentes principales de las piscinas de enfriamiento de la termoeléctrica GENSA. (Ver foto 4).



**Foto 4. Desembocadura quebrada el Campanario en las piscinas de enfriamiento termoeléctrica GENSA.**

Fuente: Datos de estudio.

IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
 AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
 LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)



**Figura 3.** Plano Hidrológico Local. Se identifica la red hidrográfica del área de influencia del proyecto con su red de drenajes.

Fuente: Corporación autónoma y regional de Boyacá. Modificado por el autor.

## 4.2 Aspectos bióticos

### 4.2.1 Ecosistemas terrestres

#### 4.2.1.1 Flora y vegetación.

Sobre el área de estudio se encuentran comunidades de flora típicas de la zona andina, estas se acentúan principalmente sobre la zona oriental de la mina San José. Hacia la parte alta encontramos pastizales y rastrojo bajo. También existen especies introducidas como el eucalipto, la acacia y el sauce. (Ver tabla 3).

**Tabla 3. Vegetación**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Aliso	<i>Alnusacuminata</i>
Tuno	<i>Miconiasquamulosa</i>
Ciro	<i>Baccharisbogotense</i>
Chilco	<i>Baccharis latifolia</i>
Trompeto	<i>Bocconiafrutescens</i>
Espino coronado	<i>Rhamuscathartica</i>
Hayuelo	<i>Dodonea viscosa</i>

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial de Paipa (EOT).

Los pastos ocupan gran parte del sector y son terrenos utilizados para ganadería bovina, ovina, porcino y especies menores.

Sobre la vegetación no se presentará una disminución o pérdida de cobertura, puesto que no es necesario remover la existente en la zona de ampliación del frente minero, a medida que este avance. El efecto se catalogó de magnitud baja.

#### 4.2.1.2. Fauna.

La fauna existente en la zona corresponde principalmente a especies de aves de la zona del altiplano; en cuanto a fauna terrestre existen algunas especies representativas y pequeños insectos. (Ver tabla 4).

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

**Tabla 4. Fauna**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Lagarto Común	Anolis Andinus
Lagartija	Anadiabogotensis
Paloma sabanera	Zenaida auriculata
Azulejo	Diglossacyanea
Mirla blanca	Mimusgilvus
Jilguero	Oporornis Philadelphia
Copetón	Zonotrichiacapenciscostaricensis
Toche	Icteruschrysatergiraudi

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial de Paipa (EOT).

### 4.3 Aspectos sociales

#### 4.3.1 Procesos demográficos.

El municipio de Paipa está conformado por área urbana y rural. El área rural ocupa el mayor porcentaje del municipio, el 98,9%, del cual el 42,5% le corresponde al corregimiento de Palermo y el área urbana ocupa el 1,1% restantes, acorde con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

La población total del municipio de Paipa cuenta con un total de 29.890 habitantes. El promedio de personas por familia para el municipio de Paipa en el año 2012 es de 3,28 personas, las cuales se ubican en 6159 familias distribuidas en 5697 viviendas<sup>10</sup>.

La población de la vereda la Bolsa y la vereda Sativa está identificada como campesina pertenece a la Provincia del Tundama, la población presenta procesos de emigración especialmente en la zona rural.

Vereda Sativa en 1991 contaba con 576 habitantes y en 1998 506 habitantes.  
Vereda la Bolsa en 1991 contaba con 420 habitantes y en 1998 184 habitantes.

Con esta la información censal (DANE) se puede estimar que la población ha disminuido en la zona rural en un 32.8% en menos de una década<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> Fuente: Base de datos del sistema de información de base comunitaria para atención primaria en salud (SICAPS) 2012.

<sup>11</sup> Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial de Paipa (EOT).

### **4.3.2 Estructuras de servicios e infraestructura**

Servicios Domiciliarios:

**Acueducto:** La vereda Sativa y la bolsa cuentan con un acueducto apropiado, en cuanto a calidad del agua según el reporte del IRCA el agua que se consume en el municipio no presenta riesgo para el consumo. Fuente: Empresa de Servicios Públicos Red Vital del municipio de Paipa 2012.

**Alcantarillado:** El sector de la vereda sativa y la bolsa no cuenta con ningún tipo de alcantarillado, cuenta con conexiones a pozo séptico. Fuente: Base de datos del Sistema de Información de Base Comunitaria para Atención Primaria en Salud (SICAPS) 2012.

**Aseo:** En la zona Urbana el principal mecanismo de disposición final de residuos es la recolección de basuras que realiza la Empresa de Servicios Públicos Red Vital del municipio de Paipa, mientras que este servicio no se presta a nivel rural por eso en esta zona la principal forma de disposición es quemándolos, lo cual genera un riesgo a nivel de salud y al medio ambiente.

**Energía Eléctrica:** El servicio es prestado por la Empresa de Energía de Boyacá cubriendo una demanda del 95% en su área, cuenta con energía eléctrica monofásica y bifásica<sup>12</sup>.

**Infraestructura Vial:** La mina cuenta con acceso apropiado.

### **4.3.3 Servicios sociales**

**Salud:** En el municipio de Paipa el servicio de salud en el primer nivel de atención médica (hospitalizaciones) está coordinado por el Hospital San Vicente de Paul, y también es llevado a cabo en puesto de salud municipal. Las veredas distantes solo tienen servicio de consulta y prevención a través de unidad medico odontológica<sup>13</sup>.

**Educación:** Uno de los sectores más significativos para la evaluación de la calidad de vida de la comunidad en general, es el educativo; en la zona rural del municipio de Paipa, existen centros educativos en el 89% de las veredas, existen 40 establecimientos educativos que atienden a una población de 2.876 estudiantes con edades entre los 5 y 18 años, iniciando en jardín infantil hasta el grado once.

---

<sup>12</sup> Fuente: Empresa de Energía de Boyacá.

<sup>13</sup> Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Paipa.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

En la zona urbana hay 8 establecimientos educativos oficiales y 5 de carácter privado, los cuales prestan el servicio de educación a 4.272 estudiantes entre el grado cero y el grado once. Paralelamente se adelanta el proyecto Cedeboy, que es un programa educativo especial para adultos<sup>14</sup>.

#### **4.3.4 Procesos económicos.**

Dentro de la clasificación socioeconómica de la población se estudiaron varios aspectos, relacionados primero con la oferta de empresa o fuentes de empleo, inventario realizado con la administración municipal con base en el listado de industria y comercio y segundo con la cantidad y clasificación del empleo utilizado en estas empresas. A continuación se presenta la clasificación de la población del municipio de Paipa de acuerdo a su ocupación. Es importante aclarar que se presenta la información registrada en el SISBEN y que esta corresponde a un consolidado aproximado del 90%.

Población total: 23147 habitantes.

Población menor de 14 años 7189.

Población discapacitada 729.

Población económicamente activa 15229.

Población ocupada 5220.

Población desocupada 10009.

Se puede observar un alto nivel de desempleo (65%).

La tenencia de la tierra en la zona rural está dividida en 11.118 predios que están repartidos en 15.778 propietarios y ocupan 51.171 hectáreas, ratificando una situación común en todo el país, la tierra está en manos de pocas personas, dejando al campesino promedio con parcelas de menos de una hectárea, siendo estos dueños de tan solo el 5.98% de la superficie total del municipio<sup>15</sup>.

La principal actividad económica del sector es el turismo, la agricultura, la ganadería y la minería. La dificultad para el desarrollo agrícola es la ausencia de suelos aptos para la misma. La ganadería ocupa un área extensa de pastos, con predominio de la raza normando (vacuno), enfocada en la producción de leche y carne.

---

<sup>14</sup> Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial de Paipa (EOT).

<sup>15</sup> Fuente: subsistemas sociales, Aspectos socioculturales, Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Paipa (POT).

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

**Tabla 5. Clasificación Actividad económica en Paipa**

Sector de la Economía	Actividades	Productos	Lugares de consumo
<b>Primario</b>	<p>Actividad de producción agropecuaria sin niveles de industrialización o valor agregado alguno.</p> <p>Sus productos son generados por la actividad agropecuaria rural.</p>	<p>Avena, cebada, trigo, maíz, papa, legumbres a nivel de huertas mínimas, leche y carne.</p> <p>Frutales: Manzana, tomate de árbol, morón, curubo, durazno.</p> <p>Explotación Minera a nivel artesanal de carbón, arena y materiales de construcción, puzolana y riolita entre otros.</p>	<p>80% en la plaza de mercado de Paipa. 20% en plazas de otros municipios como Duitama y Tunja. 100% para el consumo local. 100% para el abastecimiento local En todos los anteriores, una mínima parte se destina para el autoconsumo. Carbón: Empresa de Energía de Boyacá. (Paipa) Arena: Mercado Local Recebo: Mercado local Puzolana y Riolita: Mercado departamental</p>
<b>Secundario</b>	<p>Dentro de este sector se ubica la pequeña, mediana y gran industria que desde luego involucra la transformación de bienes primarios en productos mejorados, terminados o transformados.</p>	<p>Fábricas de concentrados: 1 Fábrica de productos alimenticios: Panaderías: 23 Procesadoras de lácteos: 11 Procesadora de alimentos varios: 6 Bebidas: 1 Procesamiento de textiles: 10 Fabricación de productos en madera: 16</p> <p>Pequeñas empresas: Cosméticos, pirotécnica, envases, colchones, cerámicas y ornamentación: 37</p> <p>Fabricantes de materiales para la construcción: 4</p> <p>Empresa de Energía de Boyacá: Planta de producción de energía: 1</p>	<p>La producción de estas pequeñas empresas manufactureras abastece mercados locales y en algunos productos mercados regionales, como es el caso de los productos alimenticios relacionados derivados de la leche (Yogurt y quesos abastecen mercados en Bogotá).</p> <p>En el caso de los textiles (fuera de la confección de ropa deportiva y de calle 8 en total que abastecen el mercado local) llevan su producción a Bogotá.</p> <p>Los materiales para la construcción son localizados a nivel regional como el caso de ladrillos y tubos de cementos para alcantarillados; los demás son para el mercado local.</p> <p>La energía que se produce en la Electricidadora abastece el consumo del oriente colombiano (Boyacá, Santander y Casanare) hace parte del sistema eléctrico nacional.</p>

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

<b>Terciario</b>	<p>Dentro de este sector la economía se ubica la prestación de servicios y la actividad comercial.</p> <p>A nivel comercial, Paipa tiene gran diversidad en la comercialización de productos que satisfacen las necesidades prioritarias de los lugareños y los turistas.</p> <p>Aquí también se involucran los servicios complementarios a la actividad turística, comidas, servicios automotrices, agencias de viajes, etc.</p> <p>Existen también servicios institucionales sociales, discriminados ya en el componente social, escuelas, colegios, puesto de salud, etc.</p>	<p>Actividad comercial de Viveres y abarrotes: 390.</p> <p>Servicios varios: Empresas de transporte, salud, asesorías, seguros, bancarios, discotecas, salas de belleza, funerarias, etc. Un total de: 161</p> <p>Servicio de hospedaje: 32</p> <p>Servicio de alimentación: Restaurantes y fuentes de soda: 109</p> <p>Servicios de telecomunicaciones: 14</p> <p>Agencias de viajes, seguros, etc. : 7</p> <p>Servicios profesionales relacionados con el sector de la construcción: 40</p> <p>Servicios técnicos para el sistema automotor: 13</p> <p>En cuanto a los servicios sociales prestados por el estado y por particulares, se han relacionado en el subsistema social, tanto en salud , educación, recreación, servicios institucionales, etc.</p>	<p>Toda la infraestructura para la prestación de servicios y la actividad comercial, se localiza principalmente en el centro urbano y la zona turística y satisface en gran parte la demanda local y desde luego la población flotante provocada por la actividad turística.</p> <p>Algunos de las empresas prestadoras de servicios tienen cobertura nacional, pero en el ámbito local cubren la demanda existente dentro del municipio como el caso de TELECOM, EBSA, ISA.</p>
------------------	--	---	--

Fuente: Subsistemas sociales, Aspectos socioculturales, Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Paipa (POT).

## **5. Inventario de impactos ambientales generados por la mina San José**

A continuación se presenta los principales impactos ambientales generados en el proceso de explotación a cielo abierto de material de construcción en la mina san José, se empleó como base la Matriz de Leopold para la identificación de impactos ambientales.

### **5.1 Evaluación de impactos ambientales de la mina San José**

El método matricial es un instrumento utilizado en el estudio de los impactos ambientales de carácter cualitativo y cuantitativo, cuya finalidad correlacionar o establecer relaciones causa – efecto mediante la iteración de los factores ambientales involucrados en el contexto social de las actividades productivas (Leopold et al., 1971). Las matrices pueden considerarse como listas de control bidimensionales (líneas y columnas); en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (Actividades propuestas, elementos de impacto, etc.), mientras en la otra dimensión se identifican las categorías ambientales que puedan ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos potenciales son individualizados controlando las dos listas de control<sup>16</sup>.

La evaluación de Impactos Ambientales, es la identificación de las actividades del proyecto que conllevan un impacto, así como los elementos del ambiente que potencialmente puedan ser afectados (Canter, 1977), en este caso se aplicará la Matriz de Leopold<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> APOLINAR, Yáñez. y VARGAS. Impacto Ambiental y metodologías de análisis. Estado de México, México. BIOCYT, 2008.

<sup>17</sup> La matriz de Leopold: es un método cuantitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971 Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto y en las filas se representan varios factores ambientales.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Ventajas:

Permite presentar los impactos de manera sistemática y resumir de manera concisa los efectos provocados, dándoles una puntuación empírica según su importancia.

Permite la utilización de simbología diferente a la tradicional, elaborando una matriz modificada.

Se pueden seleccionar sólo las celdas más importantes, elaborando una matriz reducida.

Desventajas:

Es un método que demanda mucho tiempo para su elaboración, siendo difícil de evaluar los resultados clave finales.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

**Tabla 6. Listado de posibles impactos de la minería a cielo abierto**

COMPONENTE		IMPACTO
Características físicas y químicas	Tierra	Remoción de suelo (Capa orgánica)
		Remoción de material rocoso
		Cambio en las características físico-químicas del suelo
		Cambio del uso del suelo
		Movimiento del macizo rocoso
		Cambios en la geomorfología
	Agua	Calidad
		Cambio en la turbidez
		Afectación en la dinámica superficial
	Atmósfera	Calidad: Emisión de gases y partículas
		Generación de ruido
	Procesos	Erosión
		Sedimentación
Estabilidad		
Condiciones biológicas	Flora	Árboles: Tala
		Arbustos: Tala
		Hierbas: Tala
	Fauna	Aves: Dispersión o fuga de especies
		Animales terrestres incluso reptiles (Dispersión o fuga de especies)
Factores culturales	Usos del territorio	Espacios abiertos: Contrastes visuales
		Pastoreo: Aumento de material particulado
		Agricultura: Pérdida de áreas de cultivos, Aumento de material particulado
		Residencial: Incremento del uso de bienes y servicios, Valorización de tierras y predios
	Estéticos y de interés humano	Paisaje: Contaminación visual
		Contrastes visuales: Cambios morfológicos
		Espacios abiertos: Pérdida de corredores turísticos
		Reservas forestales: Disminución de cobertura vegetal, Tala
	Nivel socio cultural	Estados de vida: Incremento del uso de bienes y servicios, Valorización de tierras y predios
		Salud y seguridad: Aumento de riesgos contra la salud
		Empleo: Generación de falsas expectativas
	Servicios e infraestructuras	Campamento: Contaminación visual, Incremento del uso de bienes y servicios
		Red de transportes: Aumento de riesgos contra la salud
		Red de servicios: Incremento del uso de bienes y servicios
		Vertederos de material estéril: Contaminación paisajística
		Barreras: Contaminación visual

Fuente: Datos de estudio, adaptada de matriz de Leopold.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

### 5.1.1 Identificación de impactos ambientales.

A la hora de identificar y predecir los posibles impactos ambientales es necesario reconocer y analizar previamente los factores ambientales susceptibles de recibir impactos por causa de la mina San José.

Con base al trabajo realizado en campo al área de influencia del proyecto, he podido identificar los diferentes impactos ocasionado por la explotación de la mina san José, los cuales son de carácter físico, del cambio en sus condiciones biológicas y el factor cultural, que al ser combinadas son la base principal del impacto ambiental del proyecto minero y la principal prioridad para implementar obras de manejo y mitigación a dichos impactos.

A continuación desglosaremos los diferentes impactos encontrados en el área de influencia de la mina san José.

### 5.1.2 Características físico - químicas

**a) Impacto en las características de la tierra.** La explotación a cielo abierto de materiales de construcción genera movimientos de suelo orgánico y subsuelo (materia prima y estéril), debido a pendiente del talud es necesario la construcción de ramplas para el acceso al frente de explotación.

El uso inadecuado del suelo trae consecuencias nefastas al ecosistema, encontrándose problemas de erosión que conllevan a desestabilizar el macizo rocoso. (Ver tabla 7).

**Tabla 7. Impactos componente tierra**

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Apertura de vías de acceso	Perdida de la capa orgánica
Construcción de campamentos	Cambio del uso del suelo
Construcción de ramplas de acceso	Activación de procesos erosivos
Arranque y transporte del mineral	Movimientos del macizo rocoso
Disposición de estériles	Partículas en suspensión

Fuente: Datos de estudio.

**b) Impacto en las características del agua.** Los principales impactos generados se reflejan en la contaminación de las aguas por el incremento en la turbidez, generado por el paso de las volquetas por el cauce de la quebrada san Antonio lo cual aporta sólidos que se desplazan en suspensión y disueltos.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Otro factor que influye en menor proporción es el polvo generado por el arranque del macizo rocoso y la movilización por arrastre del material explotado para transportarlo al patio de acopio. (Ver tabla 8).

La clasificación de tamaño del material en una malla metálica.

En el cargue de las volquetas para transportar el material explotado.

**Tabla 8. Impactos componente hídrico**

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Apertura de vías de acceso Arranque del material Adecuación de terrazas de explotación Movimientos del remoción en masa	Sedimentación en los cuerpos de agua Obstrucción de cauce natural Cambios en la calidad del agua en color y turbidez

Fuente: Datos de estudio.

**c) Impacto en las características de la atmósfera.** En la explotación de la mina a cielo abierto las principales fuentes de contaminación a la atmósfera son de carácter puntual y móvil (volqueta, retroexcavadora y bulldozer.). (Ver tabla 9).

**Tabla 9. Impactos componente atmosfera**

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Material suelto en el área de explotación (generado por el viento). El movimiento del material por arrastre hasta el sitio de cargue. Construcción de vías y ramplas. Arranque del material. Cargue del material Transporte del material. Adecuación de frente de explotación Adecuación de patios de acopio	Erosión eólica  Aumento del material particulado  Generación de gases  Generación de ruido

Fuente: Datos de estudio.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

### 5.1.3 Condiciones biológicas.

**Impacto en las condiciones de la Flora.** El impacto generado sobre la vegetación es la intervención directa con la apertura de vías de acceso, terrazas y adecuación del frente de explotación de la mina. (Ver tabla 10).

**Tabla 10. Impactos componente flora**

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Apertura de vías de acceso Adecuación del frente de explotación Construcción de rampas Arranque y transporte de material Tala de árboles, arbustos y rastrojo bajo	Pérdida de la cobertura vegetal. Afectación de los relictos boscosos Reducción del ecosistema boscoso. Alteración de zona de recarga Alteración y disminución de hábitats

Fuente: Datos de estudio.

**Impacto en las condiciones de la Fauna.** La fauna terrestre y las aves son afectadas directa e indirectamente al ser desplazadas por la pérdida de su habitat y el ruido generado por la maquinaria empleada en la mina. (Ver tabla 11).

**Tabla 11. Impactos componente fauna**

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Apertura de vías de acceso Construcción de rampas Adecuación frente de explotación Arranque del material rocoso Movilización de la maquinaria Cargue del material Tala de árboles, arbustos y rastrojo bajo	Dispersión o fuga de especies  Alteración y disminución de hábitats por perdida de corredores

Fuente: Datos de estudio.

### 5.1.4 Factores culturales

**a) Impacto en factor del uso del territorio.** La intervención en el territorio es generada por la pérdida de movilidad en la apertura de vías, mientras se genera la adecuación para el tráfico pesado. (Ver tabla 12).

**Tabla 12. Impactos en factor del uso del territorio**

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Apertura de vías	Contrastes visuales, adquisición de tierras

Fuente: Datos de estudio.

**b) Impacto en el factor estético y de interés humano.** Este impacto es una modificación de la dinámica y armonía del paisaje, tanto natural como cultural, ocasionada por la infraestructura general del proyecto y su operación. (Ver tabla 13).

**Tabla 13. Impactos en el factor estético y de interés humano**

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Apertura de rampas Extracción de material rocoso Método de explotación (terrazas) Disposición de estériles	Contrastes visuales Modificación del paisaje Cambios geomorfológicos

Fuente: Datos de estudio.

**c) Impacto en el factor del nivel cultural.** Se pueden presentar impactos positivos y negativos a nivel cultural teniendo en cuenta las expectativas que genera el proyecto como expectativas de empleo, curiosidad, interés, conciencia ambiental, infraestructura, apoyo social o rechazo. (Ver tabla 14).

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

**Tabla 14. Impactos en el factor del nivel cultural.**

<b>ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO</b>	<b>IMPACTOS</b>
Construcción y montaje Extracción del material Transporte del material Adecuación de patios de acopio Disposición de residuos Sólidos Mantenimiento área del proyecto Recuperación ambiental	Generación de falsas expectativas Procesos de migración Calidad de vida Deterioro de estructuras (vías y viviendas) Cambios de actividad económica Cambios de costumbres Cambio de sistemas productivos

Fuente: Datos de estudio.

**d)** Impacto en el factor de servicios e infraestructura. Aquí se pueden presentar posibles variaciones en el área de influencia del proyecto, cambios en la cultura como son cambios de hábitos y costumbres, se tiene en cuenta el cambio de actividades del sector en bienes y servicios, aumento en el valor de las tierras y predios cercanos al proyecto. (Ver tabla 15).

**Tabla 15. Impactos componente servicios e infraestructura**

<b>ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO</b>	<b>IMPACTOS</b>
Construcción y montaje Transporte del material Adecuación de patios de acopio Desarrollo minero del proyecto	Generación de empleo Aumento de riesgos contra la salud Aumento en el costo de vida Valorización de tierras y predios Infraestructura vial Incremento del uso de bienes y servicios

Fuente: Datos de estudio.

## **5.2 Calificación de impactos método matriz de Leopold.**

Al utilizar la matriz de iteración proyecto ambiente, obedece principalmente a la facilidad que se tiene para manejar un número elevado de acciones del método de explotación a cielo abierto, con respecto a los diferentes componentes del medio ambiente en el área de influencia de la mina San José.

Para evaluar los diferentes impactos ambientales mencionados anteriormente se utilizó la Matriz de Leopold y la matriz Leopold modificada para implementar el Índice de Evaluación Ecológica, son métodos cuantitativos y cualitativos, que ayudan a determinar las diferentes alternativas posibles, impactos ambientales presentes en la mina San José.

## **Matriz De Leopold**

La matriz de Leopold consiste en la relación de acciones del proyecto que pueden causar impactos o alteraciones a los distintos componentes del medio biofísico, social, económico e institucional.

La matriz de Leopold es un método que consiste en un cuadro de doble entrada 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 serán causa de posibles impactos.

Esta matriz es uno de los métodos más utilizados en la evaluación de impacto ambiental, para casi todo tipo de proyecto. Está limitada a un listado de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente representadas por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas, lo que significa un total de 8800 posibles interacciones, aunque en la práctica no todas son consideradas.

La matriz consta de los siguientes componentes:

Identificar todas las acciones a realizar durante las diferentes etapas en la explotación a cielo abierto (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en la mina San José.

Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto

Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrado con barra, calificar de 1 a 10.

**La Magnitud** del posible impacto donde 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el valor de cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadro calificar de 1 a 10.

**La Importancia** del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local), donde 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El valor de cero no es válido).

El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadros suscritos con números superiores.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

### 5.2.1 Valoración de impactos ambientales con la Matriz de Leopold

Está definida por los cambios ambientales generados por la mina san José. La clase de impacto lo definimos como positivo (+) o negativo (-) dependiendo si el proyecto mejora o degrada el entorno.

### 5.2.2 Tipo de Impacto.

Hace referencia a la manera como el impacto es recibido por el elemento o alguna propiedad o característica del mismo; puede ser directo o indirecto.

### 5.2.3 Magnitud.

Es la dimensión del cambio producido por alguna acción del proyecto sobre el componente ambiental, entre su estado antes del proyecto y su estado con el desarrollo del proyecto. El patrón de calificación varía entre uno (1) y diez (10), dando como resultado afectaciones positivas o negativas. (Ver tabla 16).

**Tabla 16.** Valoración de la magnitud.

CODIGO	VALOR
Muy Alta	9.1 -10
Alta	6.1 - 9
Media	3.1 – 6
Baja	1 – 3

Fuente: Datos de estudio.

### 5.2.4 Importancia

Se especifica directamente por la influencia impacto en el área del proyecto y sus alrededores, (Ver Tabla 17).

**Tabla 17.** Valoración área de la importancia

CÓDIGO	VALOR
Regional	7.1 - 10
Local	4.1 - 7
Puntual	1 - 4

Fuente: Datos de estudio.

A continuación se presenta la matriz Leopoldo con la identificación y valoración de los impactos generados por el proyecto mina San José.

IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)

Tabla 18. Matriz de identificación de impactos

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES		A. PREPARACIÓN						B. EXPLOTACIÓN						C. TRANSPORTE DE MATERIAL			D. RECUPERACION, CIERRE Y ABANDONO											
		A. Desmonte (Tala)	B. Descapote	C. Vías de acceso a la mina	D. Vías internas de la mina	E. Adecuación de terrazas	F. Cunetas perimetrales en tierra	G. Zanjas de coronación en tierra	A. Plataformas de acceso	B. Bormas	C. Voladuras	D. Operaciones de arranque de material	E. Movimiento de material con bulldozer por rodamiento	F. Clasificación del material por tamaño por medio de rejillas	G. Trituración del mineral manual (ambesaya)	A. Cargue	B. Transporte	C. Pato de acopio	D. Bordenos de estierres	A. Perfilado taludes del botadero	B. Revegetalización	C. Recuperación hidrográfica	D. Estabilización física de taludes de explotación	F. Remoción de materiales y limpieza del sitio				
CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE	A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	A. Remoción de suelo Capa orgánica	-5 -2	-1 -1	-4 -1	-5 -1	-1 -1	-1 -1	-5 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1		
		B. Remoción de material rocoso	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-2 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	
		C. Cambio de carácter físico-químicas del suelo	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1
		D. Cambio del uso del suelo	-4 -1	-4 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1
		E. Movimiento del macizo rocoso	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-2 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1
		F. Cambios en la geomorfología	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-2 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-1 -1
	2. AGUA	A. Calidad	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	
		B. Cambio en la turbidez	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	
		C. Afectación en la dinámica superficial	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-2 -3
	3. ATMOSFERA	A. Calidad (Emisión de gases y partículas)	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	
		B. Generación de ruido	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	
	4. PROCESOS	A. Erosión	-6 -4	-6 -4	-3 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	-2 -2	
		B. Sedimentación	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	
		C. Estabilidad	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	
	B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. FLORA	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	-4 -3	
		2. FAUNA	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	-3 -3	
		USOS DEL TERRITORIO	-6 -4	-6 -4	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	-5 -3	
	C. FACTORES CULTURALES	2. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	-4 -4	
		3. NIVEL CULTURAL	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	
		4. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	
		E. Barreras	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	-5 -5	

IMPORTANCIA	Puntual	(1 - 4)	Local	(4,1 - 7)	Regional	(7,1 - 10)
-------------	---------	---------	-------	-----------	----------	------------

	5	4	5	9	4	19	17	11	11	4	4	4	5	5	4	5	4	2	22	104	110	50	21
Afectación (+)	36	47	41	22	21	4	4	28	5	66	56	16	10	1	6	51	2	7	0	0	0	0	0
Afectación (-)	32	36	43	19	15	18	17	22	7	49	36	15	8	6	6	71	4	7	12	76	73	34	13

Agregación de Impactos (AI).	Impactos Benéficos (+)	25	12	25	14	12	67	65	103	22	8	8	8	10	25	8	25	8	2	59	449	408	220	57	
	Valor (%)	18,38	8,759	12,69	28	21,82	87,01	90,28	66,88	81,48	3,376	5	12,5	32,26	96,15	40	8,681	66,67	12,5	100	100	100	100	100	100
	Impactos Adversos (-)	111	125	172	36	43	10	7	51	5	229	152	56	21	1	12	263	4	14	0	0	0	0	0	
	Valor (%)	81,62	91,24	87,31	72	78,18	12,99	9,7	33,1	18,5	96,6	95,0	87,5	67,7	3,8	60	91,32	33,33	87,5	0	0	0	0	0	0

Fuente: Autor, adaptada de la matriz de Leopold.

### **5.2.5 Análisis de impactos matriz de Leopold.**

Los principales impactos ambientales identificados en la mina San José con el método de la matriz de Leopold son:

La matriz Leopold se diseñó con un total de 23 filas por 35 columnas, para un total de 805 celdas de evaluación de impactos (805 = 100%).

El número de impactos significativos encontrados por este método se registraron en 210 celdas, permitiendo determinar de forma porcentual el impacto generado por la mina San José es de 26.1 % respecto al número total de celdas.

#### **5.2.5.1 Análisis por etapas del proyecto mina San José.**

Análisis con respecto a las condiciones del medio susceptibles de alterarse. Teniendo en cuenta las magnitudes se referenciarán los impactos más representativos mostrados por la matriz de Leopold.

##### **Características físicas y químicas.**

La etapa de preparación genera afectaciones negativas al componente **tierra** con la remoción de suelo y capa orgánica, con una magnitud del impacto (-18), en el componente **agua** presenta afectación negativa en el cambio de turbidez, magnitud del impacto (-18), en el componente **atmosfera** presenta afectación negativa en la generación de ruido, magnitud del impacto (-10), en el componente **procesos** presenta afectación negativa en la erosión, magnitud del impacto (-17).

La etapa de explotación genera afectaciones negativas al componente **tierra** en la remoción de material rocoso, magnitud del impacto (-11), movimiento del macizo rocoso, magnitud del impacto (-12) y cambios en la geomorfología, magnitud del impacto (-11), en el componente **agua** presenta afectación negativa en el cambio de turbidez, magnitud del impacto (-13), en el componente **atmosfera** presenta afectación negativa en la generación de ruido, magnitud del impacto (-13) y calidad y emisión de gases y partículas, magnitud del impacto (-16), en el componente **procesos** presenta afectación negativa en estabilidad, magnitud del impacto (-11).

La etapa de transporte genera afectaciones negativas al componente **atmosfera** presenta afectación negativa en la calidad, emisión de gases y partículas, magnitud del impacto (-8) y generación de ruido, magnitud del impacto (-6), en el componente **procesos** presenta afectación negativa en estabilidad, magnitud del impacto (-11).

La etapa de recuperación, cierre y abandono genera afectaciones positivas al componente **tierra** en la remoción de suelo, con una magnitud del impacto (16), cambio de carácter

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

físico químico del suelo, con una magnitud del impacto (13) y cambios en la geomorfología, magnitud del impacto (12), en el componente **agua** presenta afectación negativa en el cambio de turbidez, magnitud del impacto (11) y en la afectación en la dinámica superficial, magnitud del impacto (13), en el componente **procesos** presenta afectación positiva en erosión, magnitud del impacto (12) y en estabilidad, magnitud del impacto (14).

### **Condiciones biológicas.**

La etapa de preparación genera afectaciones negativas al componente **flora** con la tala de arbustos, magnitud del impacto (-8), en el componente **fauna** presenta afectación negativa en migración de aves, magnitud del impacto (-6).

La etapa de explotación genera afectaciones negativas al componente **flora** con la tala de arbustos, magnitud del impacto (-4), en el componente **fauna** presenta afectación negativa en migración de aves, magnitud del impacto (-11), animales terrestres y reptiles, magnitud del impacto (-11).

La etapa de recuperación, cierre y abandono genera afectaciones positivas al componente **flora** con la tala de arbustos, con una magnitud del impacto (16) y en hierbas, magnitud del impacto (15), en el componente **fauna** presenta afectación positiva en migración de aves, magnitud del impacto (13), animales terrestres y reptiles, magnitud del impacto (12).

Factores culturales.

La etapa de preparación genera afectaciones negativas al componente **estético y de interés humano** con la modificación del paisaje, magnitud del impacto (-16). Afectaciones positiva al **nivel cultural** en el componente empleo, magnitud del impacto (15).

La etapa de explotación genera afectaciones negativas al componente **estético y de interés humano** con la modificación del paisaje, con una magnitud del impacto (-9) y contrastes visuales, magnitud del impacto (-13). Afectaciones positiva al **nivel cultural** en el componente empleo, magnitud del impacto (22).

La etapa de transporte genera afectaciones negativas al componente **servicios e infraestructuras** con afectación en la red de servicios y de transporte, magnitud del impacto (-6). Afectaciones positiva al **nivel cultural** en el componente empleo, magnitud del impacto (13).

La etapa de recuperación, cierre y abandono genera afectaciones positiva al componente **uso del territorio** con afectación positiva en pastos, magnitud del impacto (17), en el componente **estético y de interés humano** presenta afectación positiva en la modificación del paisaje, magnitud del impacto (27), en contrastes visuales, magnitud del impacto (31), en el componente **nivel cultural** presenta afectación positiva en empleo, magnitud del

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

impacto (10), en el componente **servicios e infraestructura** presenta afectación positiva en vertederos de material estéril, magnitud del impacto (18).

### 5.2.5.2 Análisis de la sumatoria de impactos.

El análisis de la sumatoria de impactos por etapas del proyecto mina San José proporcionó los siguientes resultados (ver tabla 18).

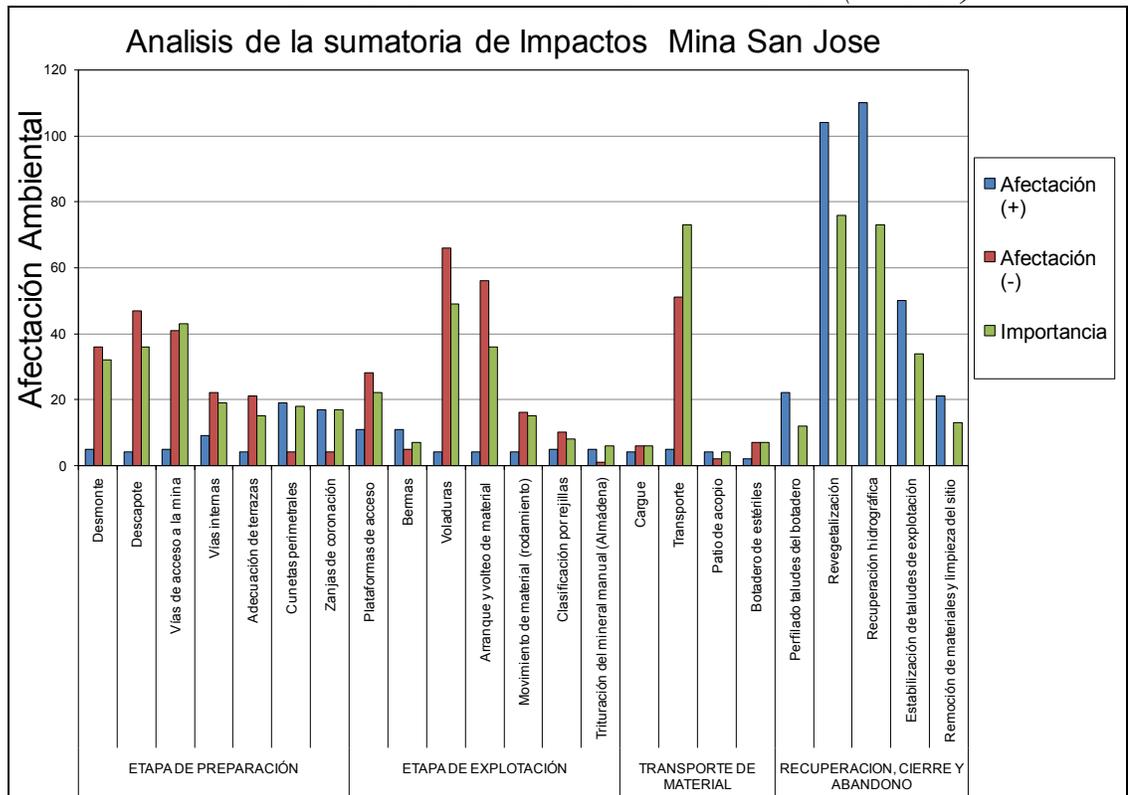
Se observa que los mayores impactos negativos se manifiestan desde el la etapa de preparación hasta la etapa de explotación, donde las afectaciones son de carácter local, los impactos positivos predominan totalmente en la etapa de recuperación, cierre y abandono. (Ver tabla 19).

**Tabla 19. Cálculos y resultados matriz Leopold.**

<b>PROYECTO MINA SAN JOSE</b>	<b>AFECTACIÓN</b>	<b>VALOR IMPACTO <math>\Sigma</math></b>	<b>IMPACTO (%)</b>
Etapa de preparación	(+)	63	26.5
	(-)	175	73.5
Etapa de explotación	(+)	44	19.5
	(-)	182	80.5
Etapa de transporte	(+)	15	18.5
	(-)	66	81.5
Etapa de recuperación, cierre y abandono	(+)	307	100
	(-)	0	0

Fuente: Datos de estudio.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*



**Gráfica 1. Análisis de la sumatoria de impactos mina San José.**

Fuente: Datos de estudio.

En la gráfica del análisis de la sumatoria de impacto se muestra un comparativo de cada etapa del proyecto calificado con base a la magnitud de la afectación y la importancia con su entorno contra las condiciones del medio susceptibles a alterarse con este proyecto.

La interpretación de la sumatoria de impactos permite obtener una visión más clara y puntual de la afectación del medio en cada etapa respecto a la vida útil del proyecto.

### 5.2.5.3 Análisis agregación de impactos.

Se obtiene del producto de la magnitud de la afectación por la importancia. La agregación de impactos facilita la interpretación de datos ya que la importancia del impacto no es directamente proporcional al valor de la magnitud de la afectación.

La importancia presente en la ejecución del proyecto se localizó entre los rangos de puntual a local.

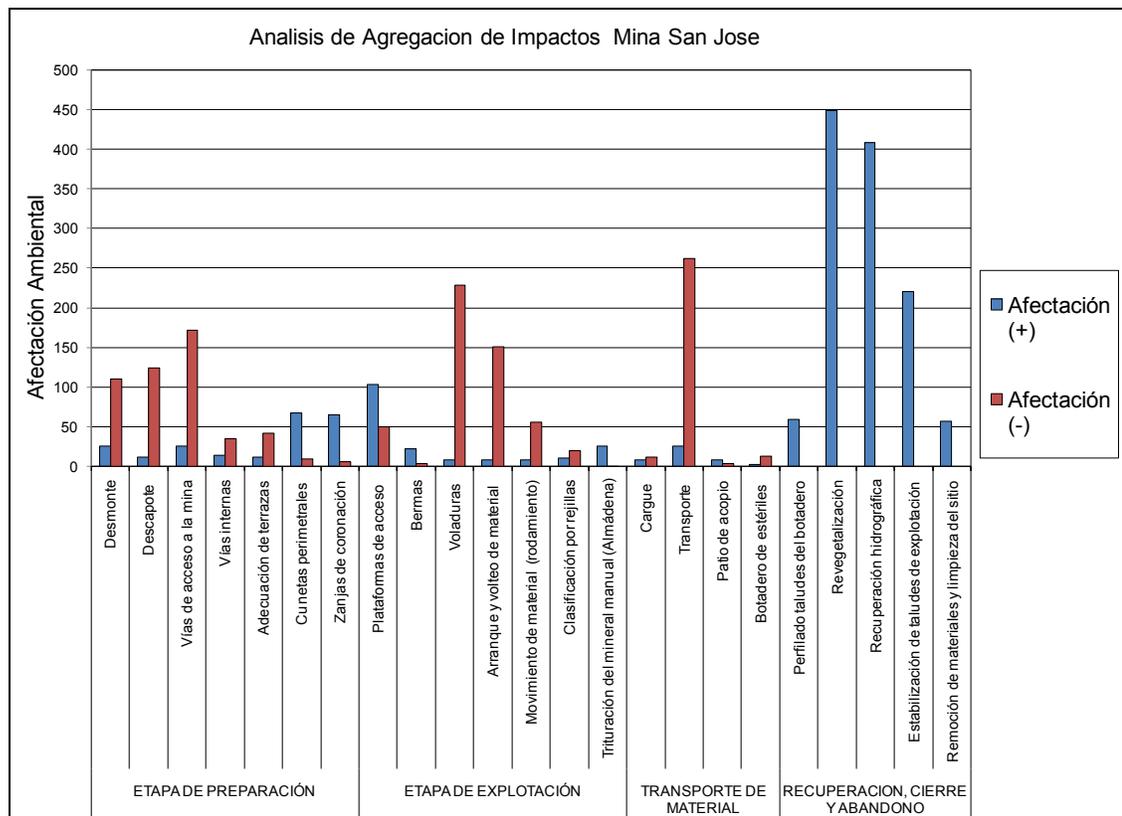
*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

La agregación de impactos indica la afectación total, benéfica o adversa de los impactos generados en las diferentes etapas del proyecto. Taba 19 Análisis de agregación de impactos. (Ver tabla 20).

**Tabla 20. Análisis de agregación de impactos**

ETAPAS DE EXPLOTACIÓN MINERÍA A CIELO ABIERTO	AFECTACION	AGREGACIÓN DE IMPACTOS (AI)	IMPACTO (%)
Etapa de preparación	(+)	220	30.4
	(-)	504	69.6
Etapa de explotación	(+)	184	26.3
	(-)	515	73.7
Etapa de transporte	(+)	43	12.8
	(-)	293	87.2
Etapa de cierre y abandono	(+)	1193	100.0
	(+)	0	0.0

Fuente: Datos de estudio.



**Grafica 2. Análisis de agregación de impactos mina San José.**

Fuente: Datos de estudio.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

La generación de la gráfica análisis de agregación de impactos mina San José, identifica las etapas del proyecto donde presenta mayor afectación positiva o negativa a las condiciones del medio, susceptibles de alterarse. En este caso se puede observar que las afectaciones negativas de mayor impacto están presentes en la etapa de:

Preparación: Desmonte (tala), descapote.

Explotación: Voladura, arranque y volteo de material.

Transporte: Transporte de material al destino final.

### 5.3 Calificación ecológica

Para efectuar la calificación ecológica utilizamos “El índice de calificación ecológica” el cual considera los siguientes factores: Presencia, desarrollo, duración y magnitud.

#### 5.3.1 Presencia (Pr).

La presencia califica la probabilidad de ocurrencia es el grado de certeza de que un efecto pueda darse. Se codifica según (Ver Tabla 21).

**Tabla 21.** Valoración de presencia

CÓDIGO	VALOR
Cierta	0.91 – 1.0
Muy Probable	0.61 – 0.9
Probable	0.31 – 0.6
Poco probable	0.1 -.0.3

Fuente: Datos de estudio.

#### 5.3.2 Desarrollo (De).

El desarrollo es cuantificado con la variabilidad del tiempo empleado en desarrollar las labores de explotación del proyecto y es directamente proporcional a la demanda. (Ver Tabla 22).

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

**Tabla 22.** Valoración del desarrollo

<b>CODIGO</b>	<b>VALOR</b>
Muy rápido	0.81 – 1.0
Rápido	0.61 – 0.8
Moderado	0.41 – 0.6
Lento	0.21 – 0.4
Muy lento	0.1 - 0.2

Fuente: Datos de estudio.

### 5.3.3 Duración (Du).

Tiempo que puede durar el efecto de las acciones del proyecto sobre algún componente ambiental. El patrón de calificación varía entre uno (1) y diez (10) (Ver Tabla 23).

**Tabla 23.** Valoración de la duración

<b>CODIGO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>VALOR</b>
Permanente	> 20 año	9.1 – 10
Larga	10 – 20 años	7.1 – 9.0
Mediana	5 - 10 años	4.1 – 7.0
Corta	1 – 5 años	1.1 – 4.0
Muy corta	< 1 años	1.0

Fuente: Datos de estudio.

### 5.3.4 Magnitud del efecto.

Es la dimensión del cambio producido por alguna acción del proyecto sobre el componente ambiental, entre su estado antes del proyecto y su estado con el proyecto en marcha. (Ver tabla 24).

**Tabla 24.** Valoración magnitud efecto

<b>CODIGO</b>	<b>VALOR</b>
Muy Alta	8.1 -10
Alta	6.1 - 8
Media	4.1 – 6
Baja	2.1 – 4
Muy baja	0 – 2

Fuente: Datos de estudio.

### 5.3.5 Índice de impacto ecológico

Dónde:  $Ce = Pr [a (De \times M) + b (Du)]$

Ce = Calificación del índice de impacto ecológico  
Pr = Presencia  
De = Desarrollo  
M = Magnitud del efecto  
Du = Duración.

Dónde: (a, b) son factores de ponderación.

a = 0.7  
b = 0.3

De acuerdo a la clasificación del índice de impacto ecológico se indica el grado de alteración de un medio, con base al índice ecológico se clasifican los impactos así: (Ver cuadro 25).

**Tabla 25. Clasificación de impactos.**

IMPACTO	SIMBOLO	CALIFICACION
Significativo no mitigable	SNM	5 - 10
Significativo mitigable	SM	2 a 5
No Significativo	NS	<2

Fuente: Datos de estudio.

IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)

Tabla 26. Valoración y cuantificación de impactos con base al índice de impacto ecológico

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA DE LA MINA SAN JOSE		MAGNITUD DEL EFECTO		DURACION				PRESENCIA			DESARROLLO				EVALUACIÓN DE IMPACTO ECOLÓGICO	CALIFICACIÓN ECOLÓGICA															
				Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy baja	Permanente	Larga	Mediana	Corta	Muy corta	Cierta		Muy Probable	Probable	Poco probable	Muy lento	Lento	Moderado	Rápido	Muy rápido	Significativo no mitigable (5,1-10)	Significativo mitigable (2,1-5)	No Significativo (0-2)					
CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE	A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	A. Remoción de suelo orgánica (Capa orgánica)				3				9							0,5				0,5			1,9			X			
			B. Remoción de material rocoso				5						9							0,8				0,6			3,8		X		
			C. Cambio de carácter físico-químicas del suelo							1			9										0,1	0,1				0,3		X	
			D. Cambio del uso del suelo							1			9								0,3			0,1				0,8		X	
			E. Movimiento del macizo rocoso							6			9								0,9				0,6			4,7		X	
			F. Cambios en la geomorfología							6			9,2								1				0,4			4,4		X	
		2. AGUA	A. Calidad						3			9									0,6			0,4			2,1		X		
			B. Cambio en la turbidez								2		8								0,6				0,5			1,9		X	
			C. Afectación en la dinámica superficial								2	9,1											0,2	0,1				0,6		X	
			3. ATMÓSFERA	A. Calidad de gases y partículas (Emisión)						6			8								0,9				0,5			4,1		X	
				B. Generación de ruido						6			7,1								0,9				0,5			3,8		X	
				4. PROCESOS	A. Erosión						4			7,1								0,9				0,4			2,9		X
	B. Sedimentación							4			7,1								0,8				0,3			2,4		X			
	C. Estabilidad							3			9,1								0,7				0,5			2,6		X			
	B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	1. FLORA	A. Árboles					2			9,1								0,4				0,3			1,3			X		
			B. Arbustos						6			8							0,9				0,6			4,4		X			
			C. Hierbas						6			8							0,9				0,6			4,4		X			
		2. FAUNA	A. Pájaros (Aves)						4			9								0,7				0,5			2,9		X		
			B. Animales terrestres incluso reptiles						4			8								0,5				0,5			1,9			X	
			1. USOS DEL TERRITORIO	A. Espacios abiertos								2	9,1								0,6			0,3				1,9			X
	B. Pastos									4	9,1								0,9				0,5			3,7		X			
	C. Agricultura										1	9,1									0,2	0,2				0,6			X		
	D. Residencial									5		8							0,5				0,4			1,9			X		
	2. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	A. Modificación del paisaje						8			8								0,9				0,5			4,7		X			
B. Contrastes visuales							7			8								0,9				0,6			4,8		X				
C. Espacios abiertos									4	9,1								0,6			0,4				2,3		X				
D. Reservas forestales									2	9,1								0,2	0,2						0,6			X			
3. NIVEL CULTURAL	A. Estados de vida						4			8								0,6				0,5			2,3		X				
	B. Salud y seguridad						4			8								0,5				0,5			1,9			X			
	C. Empleo						5			9								0,8				0,6			3,8		X				
4. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS	A. Campamento						5			9								0,8				0,8			4,4		X				
	B. Red de transportes						6			9								0,9				0,6			4,7		X				
	C. Red de servicios								4	9								0,9				0,6			3,9		X				
	D. Vertederos de material estéril						5			8								0,9				0,5			3,7		X				
	E. Barreras						5			8								0,9				0,6			4,1		X				

Fuente: Datos de estudio.

### 5.4 Análisis evaluación ecológica

El análisis de la evaluación ecológica en base a la clasificación de impactos arrojo los siguientes resultados. (Ver tabla 26. Valoración y cuantificación de impactos con base al índice de impacto ecológico)

- Significativo no mitigable: 0
- Significativo mitigable: 23, equivalente al 65.7%
- No significativo: 12, equivalente al 34.3%

## **6. Medidas de mitigación de impacto ambiental**

El impacto ambiental se presenta cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el medio ambiente o en algunos de sus componentes, es decir, el impacto ambiental de un proyecto sobre el medio ambiente puede definirse como la diferencia entre la situación natural del ambiente presente y la situación evolutiva normal del ambiente futuro, sin tal impacto. Ahora bien, los impactos pueden producirse a corto o largo plazo, ser de corta o larga duración; bioacumulativo, irreversible e irreversible (Aguilar, 1994)

La implementación de La Matriz de Leopold y el índice de evaluación ecológica durante las diferentes etapas de explotación empleadas en la minería a cielo abierto San José, permiten enfocar la mitigación en los procesos de explotación que más afectan el medio ambiente circundante al área de la mina.

Estos resultados fueron tomados como base para el planteamiento del método de mitigación a corto, mediano y largo plazo, implementando las fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

FICHA NO. 1	COMUNICACIÓN Y PARTICIPACION COMUNITARIA MINA SAN JOSE							
Objetivo	El desarrollo de los principios constitucionales y normativas que permitan que los ciudadanos y la comunidad ejerzan el derecho a ser informados y participar en las decisiones que los afectan.							
Descripción de la medida	<p><b>Información:</b> Se realizara dos reuniones con la administración municipal para de informar sobre pormenores del proyecto y buscar una armonía con el Esquema de Ordenamiento y los Planes de Desarrollo Veredal.</p> <p><b>Participación:</b> El propósito es comunicar a la comunidad el inicio del proyecto, y las características del mismo, cronograma de desarrollo y la legislación aplicable.</p> <p><b>Concertación:</b> Tiene como objeto constituir acuerdos de los temas o actividades a desarrollar y las medidas de manejo a aplicar como medidas de prevención y control del medio, y además acordar los mecanismos de participación con la comunidad sobre el seguimiento y control del estudio. .</p>							
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	<b>X</b>	Residual		Irreversible		
	<b>Causa</b>	Generación de expectativas.						
	<b>Afectación</b>	Se afecta el proyecto de forma positivamente por la aceptación de la comunidad.						
Tipo de medida	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	<b>X</b>
Acciones a desarrollar	<p>Identificación de aspectos ambientales, laborales y culturales de los habitantes del sector, presentación de los procesos operativos del proyecto, reuniones y charlas con el dueño de la mina San José y la comunidad. Manejo adecuado de los recursos naturales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizarán dos talleres de concientización para explicar alcances del proyecto, Adquisición de permisos para uso de terrenos, formas de pago e indemnización de posibles afectaciones por desarrollo del proyecto en general.</li> <li>• Se informara a la entidad municipal sobre el inicio del proyecto una vez cuenten con los permisos respectivos.</li> <li>• Se identificará la comunidad como objeto de consulta y participación, se estima principalmente la comunidad del área de influencia puntual.</li> <li>• Si la comunidad estima conveniente se nombrará encargados para el seguimiento de las medidas a desarrollar.</li> <li>• Se creará un conducto regular entre el titular de la mina y las entidades de control con el fin de realizar visitas conjuntas y poder explicar el desarrollo del proyecto.</li> </ul>							
Tecnologías utilizadas	Talleres de capacitación sobre el programas de manejo ambiental, impactos ambientales ocasionados por el proyecto, las medidas de mitigación ambiental y la participación de la comunidad en su implementación.							
Lugar de aplicación	Área de influencia del proyecto							
Periodo ejecución	Duración del proyecto							
Personal requerido	Técnicos en comunicación social, directivos del proyecto							
Responsable de la ejecución	Titular del contrato							
Seguimiento y monitoreo	Realización de reuniones en las que se identifique el grado de aceptación o rechazo del proyecto y hacia el cumplimiento de sus objetivos, en la aplicación de las medidas de manejo y de manera espacial sobre la gestión social aplicando tecnologías de comunicación y participación comunitaria implementadas.							

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

FICHA No. 2		EDUCACION AMBIENTAL MINA SAN JOSE				
<b>OBJETIVO</b>	Concientizar al personal que trabajará en el proyecto sobre las diferentes etapas y actividades a desarrollar en el proyecto.					
Descripción de la medida	La educación ambiental es base fundamental para el desarrollo del proyecto minero, a partir de la educación ambiental de la comunidad del área de influencia puntual y de los trabajadores que participen en el proyecto se disminuyen los efectos negativos que ocasione la inserción del proyecto minero, la educación ambiental se debe realizar a los trabajadores que se logren vincular al proyecto, principalmente que sean del área de influencia puntual.					
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo		Residual	X	Irreversible
	<b>Causa</b>	Falta de educación ambiental				
	<b>Afectación</b>	Deterioro del entorno ambiental de forma visual.				
Tipo de medida	Prevención	X	Mitigación		Corrección	Compensación
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impartir talleres de educación y manejo ambiental, no formal de carácter participativo, con ayudas audiovisuales en lenguaje entendible, informar todo lo relacionado con el proyecto que sea de incumbencia de la comunidad.</li> <li>• Capacitación en las diferentes áreas del proceso minero en temas relacionados con el manejo de los recursos naturales.</li> <li>• Dar a conocer los aspectos de seguridad e higiene minera, capacitar al personal en técnicas de reforestación y recuperación ambiental.</li> <li>• Se dictara charla de concientización ambiental al grupo de obreros que se incorporen al proyecto, estas charlas se realizarán a todo lo largo de la vida útil de proyecto a medida que ingrese personal.</li> <li>• Se dará a conocer la importancia del cumplimiento de la gestión ambiental, el buen cumplimiento de las diferentes actividades a realizar en cumplimiento de las normas y reglas de la mina.</li> <li>• Se promoverá la protección del entorno natural y cultural de la región.</li> <li>• De acuerdo a lo dispuesto por el decreto 1335 en la cual se le informará a todo el personal de las actividades del proyecto minero y los sistemas de control y prevención que se dispondrán para cada acción.</li> </ul> <p>Se divulgaran e implementaran los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación ambiental mina San José.</li> <li>• Plan de manejo Ambiental</li> <li>• Manejo y disposición de residuos</li> <li>• Protección a la vegetación, la fauna y en general al entorno ambiental en la mina San José.</li> <li>• Relaciones Humanas, charlas de seguridad.</li> <li>• Salud Ocupacional y normas de seguridad Industrial.</li> </ul>					
Tecnologías utilizadas	Verificar el cumplimiento de las acciones a realizar, tecnologías de aplicadas en la adecuación y mitigación ambiental, capacitación ambiental a desarrollar, y el alcance del proceso de capacitación realizado.					
Lugar de aplicación	Área de influencia del proyecto					
Periodo de ejecución	En todas las etapas del proyecto					
Personal requerido	Ingeniero para la capacitación ambiental, minería y comunicadores sociales y técnicos,					
Responsable de ejecutar	Titular del contrato					
Seguimiento y monitoreo	Verificación de cumplimiento de las acciones , tecnologías de educación y capacitación ambiental desarrolladas					

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

<b>FICHA No. 3</b>		<b>CONTRATACION DE MANO DE OBRA MINA SAN JOSE</b>						
<b>Objetivo</b>	Incentivar a la comunidad del lugar en la participación del proyecto, difundir los beneficios del proyecto, vinculación al desarrollo de actividades en el proyecto laboralmente.							
Descripción de la medida	En las etapas de construcción, montaje de infraestructura, desarrollo, cierre y abandono del proyecto minero, contratación de personal calificado y no calificado, beneficios indirectos y directos a las personas de la región.							
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo		Residual	<b>X</b>	Irreversible		
	<b>Causa</b>	Vinculación efectiva de personal y establecimientos de mecanismos de selección.						
	<b>Afectación</b>	Relaciones del proyecto con la comunidad						
Tipo de medida	Prevención	<b>X</b>	Mitigación	<b>X</b>	Corrección		Compensación	<b>X</b>
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de los procesos operativos del proyecto mina San José a la comunidad, establecer un campamento adecuado, promover el mejoramiento de las condiciones de vida de los trabajadores, recepción de hojas de vida de aspirantes, elaboración de entrevistas, elaboración de examen médico y de conocimientos, elección de personal, afiliación en salud, pensiones y riesgos, presentación de reglamento interno de trabajo.</li> <li>• Determinar el número de trabajadores requeridos. El Titular establecerá el número y clase de trabajadores que requerirán para las obras previstas, informándoles la fecha en la que deben presentarse ante él para el respectivo proceso de selección.</li> <li>• Recibir las hojas de vida y conformar las listas de candidatos. Esta actividad la realizará el titular del proyecto. Dichas listas deberán ser entregadas al ingeniero encargado para que se realice la selección y contratación de mano de obra no calificada.</li> <li>• El Ingeniero debe informar al titular sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo total generado</li> <li>• Empleo de mano de obra no calificada</li> <li>• Empleo de mano de obra calificada</li> <li>• Lugar de origen de la mano de obra contratada</li> <li>• Empleo generado según oficios contratados (topógrafos, obreros, conductores por ejemplo).</li> </ul> </li> </ul>							
Tecnologías utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información a la comunidad sobre los requisitos de la mano de obra a contratar</li> <li>• Utilización de mecanismos transparentes de contratación dando prelación al personal local de la región</li> </ul>							
Lugar de aplicación	Área de influencia del proyecto							
Periodo de ejecución	A todo lo largo del proyecto							
Personal requerido	Personal profesional, técnicos, obreros y demás personal necesario en el proyecto de carácter mixto.							
Responsable ejecución	Titular del contrato							
Seguimiento y monitoreo	Verificación de todas las acciones en el manejo de la contratación de mano de obra							

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

<b>FICHA No. 4</b>	<b>MANEJO Y CONTROL DE GASES MINA SAN JOSE</b>					
<b>Objetivo</b>	Evaluar prevenir y controlar las emisiones de gases generadas en las actividades de construcción y operación.					
Actividades que ocasionan el impacto	En las etapas de construcción, explotación, transporte de material, recuperación, cierre y abandono de la mina.					
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	<b>X</b>	Residual	<b>X</b>	Irreversible
	<b>Causa</b>	Gases generados por la operación de maquinaria pesada y vehículos de carga, estas actividades ocasionan emisiones transitorias.				
	<b>Afectación</b>	En la salud del personal de la mina y las comunidad del área de influencia.				
Tipo de medida	Prevención	<b>X</b>	Mitigación	<b>X</b>	Corrección	Compensación
Acciones a desarrollar	Es necesario llevar un registro de las mediciones realizadas en área de influencia de la mina san José donde se especifique la fecha, la medición y el parámetro realizado. Control a los vehículos que trabajen en la mina con la solicitud del certificado de gases y su vigencia.					
Tecnologías utilizadas	Realizar mantenimiento de equipo que pueda generar gases y que sea utilizado en el proyecto					
Lugar de aplicación	Todas la labores y corredores de transporte					
Periodo de ejecución	En época prospectiva, operativa y de desmantelamiento.					
Personal requerido	Ingeniero					
Responsable ejecución	Titular del contrato					
Seguimiento y monitoreo	Control y mantenimiento de maquinaria.					

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

FICHA No. 5	MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO MINA SAN JOSE						
<b>Objetivo</b>	Evaluar, prevenir y mitigar las emisiones de material particulado generado en las diferentes actividades de la mina San José.						
Actividades que ocasionan el impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>El material particulado se generará en la etapa de explotación y constructiva por el movimiento de tierras.</li> <li>Durante el cargue y descargue de los vehículos de transporte.</li> </ul>						
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	X	Residual	X	Irreversible	
	<b>Causa</b>	Polvos generados en los procesos constructivos y de operación de los proyectos					
Tipo de medida	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de rociadores de agua en las vías, área de carga y frente de explotación, para evitar la generación de polvo.</li> <li>Educación y capacitación de todo el personal sobre los efectos que puede causar el polvo generado en las diferentes labores. Como medida de prevención y control para evitar la inhalación de gases y polvo</li> <li>Control de velocidad a la maquinaria dentro de la mina y en las vías perimetrales.</li> <li>Externamente se presenta recirculación de polvo y partículas por el descargué del material a la volqueta y durante el transporte en la misma, este se considera bajo.</li> <li>El equipo de transporte de materiales (volquetas) será cubierto con lonas por la parte externa, medida con el fin de evitar el arrastre de partículas y polvos por acción de los vientos y agua.</li> </ul>						
Tecnologías utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño y construcción de instalaciones de acuerdo a la acción del viento. Instalación de polisombra y construcción de jarillón.</li> <li>Dotación de elementos de seguridad industrial.</li> <li>Control de la velocidad de los vehículos.</li> <li>Trabajador encargado del control vehicular.</li> </ul>						
Lugar de aplicación	Vías internas, vías perimetrales al área de explotación minera.						
Periodo de ejecución	En etapa constructiva, operativa y desmantelamiento.						
Personal requerido	Ingeniero en manejo y prevención de emisiones de material particulado y técnicos,						
Responsable de la ejecución	Titular del contrato						
Seguimiento y monitoreo	Señalización, cubrimiento de la carga, revisión técnico – mecánica y control de velocidad de los vehículos que tengan algún vínculo con la mina.						

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

FICHA No. 6	MANEJO Y CONTROL DE RUIDO MINA SAN JOSE						
<b>Objetivo</b>	Evaluar y reducir el nivel de ruido generados en la operación minera, control a equipos utilizados para la explotación y transporte.						
Descripción de la medida	Control en las etapas constructivas y operación de la minera, a todos los vehículos vinculados con el proyecto. No se empleara explosivos en la explotación.						
Actividades que ocasionan el impacto	Cargue y descargue de vehículos, de transporte de la materia prima, desarrollo de operaciones de explotación minera (Retroexcavadora, volqueta y martillo neumático).						
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo		Residual	X	Irreversible	
	<b>Causa</b>	Operación de equipos y maquinaria pesada y vehículos utilizados para el transporte de material.					
	<b>Afectación</b>	Incremento en niveles de ruido en el área de explotación, sectores aledaños y corredores viales.					
Tipo de medida	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación
Acciones a desarrollar	Capacitación de personal, verificación mecánica de medios de transporte, encerramiento y aislamiento de fuentes fijas generadores de ruido, dotación de artículos de protección personal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de los niveles de ruido que puede ocasionar el proyecto.</li> <li>• Utilización de elementos acústicos para evitar la propagación como barreras vegetales para la amortiguación de ruido, esta medida se desarrollara a lo largo de la vía o donde lo amerite.</li> </ul>						
Tecnologías utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de los puntos donde se generen altos niveles de ruido.</li> <li>• Utilización del equipo acústico apropiado</li> <li>• Dotación al personal de la mina con equipo apropiado y elementos de protección personal.</li> <li>• Educación y capacitación en control de ruidos</li> </ul>						
Lugar de aplicación	Zonas de explotación corredores de transporte						
Periodo de ejecución	Etapa constructiva , operativa y desmantelamiento						
Personal requerido	Ingeniero para el control y monitoreo de emisiones, técnicos,						
Responsable de la ejecución	Titular del contrato						
Seguimiento y monitoreo	Verificación de las medidas, dotación de personal, control y estado del equipo de transporte						

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

FICHA No, 7	MANEJO DEL DE AGUA POTABLE MINA SAN JOSE						
<b>Objetivo</b>	Dotar al proyecto de un sistema de abastecimiento de agua potable en las cantidades y calidades requeridas						
Actividades que ocasionan el impacto	Es necesaria la obtención puntos de agua para el consumo y aseo del personal permanente y transitorio durante la vida del proyecto.						
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo		Residual	X	Irreversible	
	<b>Causa</b>	Deficiencia de agua para las necesidades de consumo humano					
	<b>Afectación</b>	Salud de las personas que consuma el aguas suministrada, por deficiencias en las medidas de manejo					
Tipo de medida	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación
Acciones a desarrollar	<p>Las siguientes medidas se aplicaran como mejoramiento de la infraestructura (campamento).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de personal en uso del recurso, diseñar los elementos para hacer habitable el área de campamento.</li> <li>• Diseñar las obras de drenaje perimetrales del campamento, verificar mediante análisis físico-químico de la potabilización del agua.</li> <li>• Instalación de tanque de almacenamiento plástico para campamentos, limpieza, tratamiento periódico del tanque (1/mes), análisis químico del agua a consumir.</li> <li>• Determinar las cantidades de agua necesaria para satisfacer el personal.</li> </ul>						
Tecnologías utilizadas	<p>El sistema de abastecimiento de agua se realizara en base a los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo de diseño</li> <li>• Volúmenes de diseño</li> <li>• Flujo de diseño</li> <li>• Calidad del agua requerida</li> <li>• Manual de operación del sistema</li> <li>• Programa de control de calidad del agua.</li> </ul>						
Lugar de aplicación	Fuentes de abastecimiento de agua campamento						
Periodo de ejecución	En las etapas de construcción y operación.						
Personal requerido	Especialistas en el manejo, diseño y control de aguas						
Responsable de la ejecución	Titular del contrato						
Seguimiento y monitoreo	En la realización del monitoreo de la calidad del agua se deben tener en cuenta: sitio, parámetro, método, periodicidad, verificación y cumplimiento, esto se realizará anualmente						

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

FICHA No. 8	MANEJO DE AGUAS DE ESCORRENTIA MINA SAN JOSE						
Objetivo	Prevenir la contaminación de afluentes cercanos por el escurrimiento de las aguas lluvias en el frente de explotación y vías internas de la mina, construyendo obras de arte.						
Actividades que ocasionan el impacto	La construcción de vías internas y de acceso al frente de explotación, arranque de materia prima, adecuación del patio de acopio, almacenamiento de material, altas pendientes presente en la mina.						
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	X	Residual	X	Irreversible	
	<b>Causa</b>	Las aguas lluvias, la velocidad de flujo, su recorrido y entrega a cuerpos de agua naturales cercanos.					
	<b>Afectación</b>	Contaminación de cuerpos de aguas y alteración de drenajes naturales					
Tipo de medida	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación
Acciones a desarrollar	<p>En esta ficha se explicaran medidas generales de manejo y al final de la misma se discriminan las obras necesarias para el manejo de aguas. Ubicación de instalaciones estratégicas con el fin de evitar la alteración de drenajes naturales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de jarillón para protección del cauce da la quebrada El Campanario a una distancia mínima de 30 metros establecidos Por El Plan De Ordenamiento Territorial.</li> <li>• Ubicación de polisombra en la parte superior de jarillón.</li> <li>• Construir a lo largo de la vía de acceso las obras de arte necesarias para el manejo de las aguas de escorrentía, principalmente en los cauces o intersecciones de los mismos.</li> <li>• Construcción de sedimentadores en tierra.</li> <li>• Se realizaran labores de manejo de aguas independientes de las aguas de la mina.</li> <li>• Se construirán zanjas de coronación para evitar que las aguas de escorrentía lleguen a los patios.</li> <li>• Se minimizara la remoción de suelo y de cobertura vegetal innecesaria.</li> <li>• Mantenimiento y limpieza periódica de cunetas, zanjas de coronación, sedimentadores jarillón y polisombra..</li> <li>• Recuperar las áreas intervenidas para evitar la contaminación de las aguas con sedimentos y partículas.</li> </ul>						
Tecnologías utilizadas	Manejo las aguas de escorrentía con sedimentadores y filtros naturales. Construcción de las obras de arte bajo normas técnicas.						
Lugar de aplicación	Área de infraestructura de explotación						
Periodo de ejecución	Vida útil del proyecto.						
Personal requerido	Ingeniero ambiental, ingeniero geólogo, ingeniero en minas y técnicos en construcción en obras de arte						
Responsable de la ejecución	Titular del contrato						
Seguimiento y monitoreo	Verificación y cumplimiento de las medidas, acciones, observaciones periódicas de las obras de drenaje y acciones para el control de su funcionamiento eficiente.						

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

<b>FICHA No.9</b>	<b>MANEJO DE CUERPOS DE AGUA MINA SAN JOSE</b>						
Objetivo	Manejo integral de cuerpos de agua, mitigación de los factores de degradación en cantidad y calidad del recurso.						
Actividades que ocasionan el impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de vía de acceso</li> <li>• Disposición de materia prima y estériles.</li> <li>• Construcción de infraestructura</li> </ul>						
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	<b>X</b>	Residual	<b>X</b>	Irreversible	
	<b>Causa</b>	Las diferentes actividades de operación de la mineras					
	<b>Afectación</b>	Cuerpos de agua					
Tipo de medida	Prevención	<b>X</b>	Mitigación	<b>X</b>	Corrección	<b>X</b>	Compensación
Acciones a desarrollar	<p>De acuerdo a la zonificación ambiental se protegerá el drenaje natural quebrada el Campanario que pasa cerca al área del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrición de un pontón para evitar que la maquinaria pase por el cauce de la quebrada.</li> <li>• Recuperación del cauce en lugares donde se vea afectado por movimientos de tierra naturales.</li> <li>• Protección de la ronda hídrica de la quebrada el campanario.</li> <li>• Reforestación en el área perimetral de la quebrada el Campanario.</li> <li>• No se talaran especies presentes laterales a los drenajes naturales.</li> <li>• Construcción de las diferentes obras de arte programadas y el mantenimiento de las mismas.</li> <li>• Se evitara la disposición de estériles y otros desechos para evitar el arrastre y posterior contaminación</li> </ul>						
Tecnologías utilizadas	Tratamiento de aguas residuales domésticas pozo séptico y construcción de sedimentadores en tierra.						
Lugar de aplicación	Áreas de influencia del proyecto y vías de acceso.						
Periodo de ejecución	En las etapas de construcción, explotación, transporte de material, recuperación, cierre y abandono.						
Personal requerido	Ingeniero geólogo, ingeniero en minas, especialista ambientales y técnicos en planeación y manejo.						
Responsable de la ejecución	Titular del contrato						
Seguimiento y monitoreo	Es necesaria la verificación de las medidas y acciones planteadas en relación con la protección de cuerpos de agua, vertimientos de aguas residuales y manejo de residuos.						

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

FICHA No.10		MANEJO DE SUELOS MINA SAN JOSE						
<b>Objetivo</b>	Realizar una adecuada remoción de cobertura vegetal y suelo, almacenamiento y disposición adecuada con el fin de mantener sus propiedades para readecuar las áreas intervenidas y así mitigar el impacto ocasionado.							
Actividades que ocasionan el impacto	Construcción de la vía de acceso y etapa de preparación minera, construcción del campamento, infraestructura de explotación como patio de acopio y botadero.							
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	<b>X</b>	Residual	<b>X</b>	Irreversible		
	<b>Causa</b>	Remoción de suelos en la etapa de desarrollo superficial y construcción de infraestructura superficial						
	<b>Afectación</b>	Descubrimiento del subsuelo generando erosión superficial.						
Tipo de medida	Prevención	<b>X</b>	Mitigación	<b>X</b>	Corrección	<b>X</b>	Compensación	<b>X</b>
Acciones a desarrollar	<p><b>Caracterización del suelo para inicio de las labores.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar técnicas para remoción de la capa vegetal, manejo y disposición para recuperación.</li> <li>• La capa orgánica en el sitio proyectado para el centro de acopio es muy reducida.</li> </ul> <p>En el evento que se presente la remoción de suelo en algún área del proyecto se realizarán las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El descapote se debe realizar solo en aquellas áreas que vayan a ser utilizadas, con el fin de preservar por mayor tiempo la capa vegetal que no se vaya a remover.</li> <li>• El área donde se depositará debe estar libre de grasas y materiales extraños, evitando así su contaminación.</li> <li>• En el evento de ser necesario el almacenamiento temporal de suelo, este se debe cubrir con material vegetal (kikuyo), con el fin de conservar su humedad y protegerlo del arrastre por erosión eólica e hídrica.</li> <li>• En el momento de su recuperación, se debe tratar en lo posible de remover tan solo la capa vegetal y no la capa de estériles consecuente.</li> <li>• Es necesario remover el sustrato vegetal y suelo de las futuras áreas de desarrollo, explotación y sitios de disposición de estériles.</li> <li>• Es necesario disminuir el tiempo entre la recuperación y utilización de suelo con el fin de evitar la pérdida y alteración de sus propiedades físicas, con el fin de aprovechar su riqueza orgánica y fácil desarrollo de las especies, por lo anterior es necesario ir generando áreas a recuperar.</li> <li>• El planchón de los vehículos en los cuales se transporta el suelo, se debe encontrar limpio libre de grasas y materiales extraños, evitando así su contaminación.</li> <li>• El espesor de suelo a depositar en las áreas de recuperación final, la altura no debe ser mayor de (0.2 - 03 )m.</li> </ul>							
Tecnologías utilizadas	Se desarrollaran prácticas de conservación, recuperación de suelos y control de la erosión							
Lugar de aplicación	Sectores laterales a la vía a construir, patio de maniobras para el cargue de material.							
Periodo de ejecución	Durante las etapas de explotación y construcción de vías internas y área de maniobras en el patio principal, en el momento del cierre y abandono.							
Personal requerido	Ingeniero residente							
Responsable de la ejecución	Titular del contrato							
Seguimiento y monitoreo	Observación de campo para aplicar las medidas de manejo puntuales de suelo, control de la erosión y verificación de las obras de manejo de suelos							

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

<b>FICHA No. 11</b>		<b>MANEJO DE ESTERILES MINA SAN JOSE</b>					
Objetivo	Mitigar los impactos que acarrea la disposición de estériles, permitiendo un equilibrio de esta parte del proyecto con el medio.						
Actividades que ocasionan el impacto	En la etapa constructiva de la vía de acceso donde sea necesario realizar los cortes de terreno. En el área de patio acopio, de cargue o tolvas y disposición de estériles.						
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	<b>X</b>	Residual	<b>X</b>	Reversible	<b>X</b>
	<b>Causa</b>	Alteración de las características físico-químicas de las aguas por la incorporación de sedimentos, se causará impacto mientras se coloca el afirmado de la vía por generación material particulado.					
	<b>Afectación</b>	En las áreas de disposición final se genera una serie de impactos entre los cuales se tienen arrastre de sólidos por efectos de erosión hídrica, generación de polvo, alteración del paisaje, remoción de cobertura vegetal, alteración de micro drenajes y geomorfología.					
Tipo de medida	Prevención	<b>X</b>	Mitigación	<b>X</b>	Corrección	<b>X</b>	Compensación
Acciones a desarrollar	Definir y demarcará las áreas destinadas para la disposición de material estéril. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperar el suelo y cobertura vegetal del lugar de depositación, para adecuar el piso de la fundación del material y así aumentar la coherencia.</li> <li>• Se evitará la acumulación en área de difícil compactación o áreas de acumulación de aguas de escorrentía.</li> <li>• Es necesario controlar que no se presenten movimientos de material en el cuerpo del botadero los cuales involucran inestabilidad del mismo.</li> <li>• Con el fin de evitar la filtración de aguas lluvias es necesario la construcción de una zanja perimetral.</li> <li>• El material estéril se dispondrá en su totalidad en los sitios previstos, previa aprobación del titular del contrato.</li> <li>• Aislamiento de presencia de aguas,</li> <li>• Cumplir con el programa y sistema de explotación proyectado, teniendo en cuenta los diseños finales de explotación y disposición final de estériles.</li> <li>• Construcción de alcantarillas que permitan el paso de aguas por debajo de la vía principal con destino a los drenajes naturales.</li> <li>• Readecuar las pendientes transversales de las vías internas y hacia el pie del talud, donde se encuentran las cunetas laterales, con el fin de drenar las aguas y evitar el deterioro de las vías y áreas de depósitos de estériles.</li> <li>• Adecuación de canales perimetrales con el fin de captar las aguas lluvias y drenarlas a las cajas sedimentadoras, una vez se libren de partículas en suspensión alcancen los drenajes más cercanos.</li> <li>• Mantener limpias las cajas o pozos sedimentadores junto con los canales perimetrales.</li> </ul>						
Tecnologías utilizadas	El manejo será puntual y diferente dependiendo de la clase de suelo, el espesor presente, la pendiente del terreno, por lo cual, el ingeniero definirá en el momento, la forma de depositación y manejo de los estériles presentes.						
Lugar de aplicación	A todo lo largo de la vía de acceso, principalmente en las áreas de corte y área de patio de maniobras frente a las bocaminas.						
Periodo de ejecución	En la etapa de explotación y construcción de vías internas y adecuación de patios de maniobras y desmantelamiento final						
Personal requerido	Ingeniero residente.						
Responsable de la ejecución	Titular del contrato						
Seguimiento y monitoreo	Es necesario realizar las acciones tecnológicas de implementación de manejo de este material. Realizar observaciones visuales.						

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

FICHA No. 12	PROTECCION Y REVEGETALIZACION DE LA MINA SAN JOSE							
<b>Objetivo</b>	Limitar y recuperar una franja de cobertura vegetal arbórea sobre el límite de área de la vía de acceso, mediante la siembra de especies nativas como mecanismo de protección y recuperación de la cobertura del suelo, para mitigación del impacto sobre el paisaje.							
Actividades que ocasionan el impacto	Es necesario establecer la zonificación de recuperación y mitigación ambiental de las áreas objeto de protección Establecer programas de recuperación, incentivando a la comunidad de la región							
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	X	Residual	X	Irreversible		
	<b>Causa</b>	Remoción de la capa vegetal en el frente de explotación.						
	<b>Afectación</b>	Alteración de comunidades						
Tipo de medida	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se conformara sobre el sector sur-oriental y sur-occidental de la zona de explotación una masa vegetal que renovara la visual principal de la vía Paipa-Tunja. Todas las especies vegetales a utilizar serán nativas y propias del clima, las condiciones naturales existentes en la zona; se dispondrá de especies de diferente porte o estrato, como arbustivas, arbóreas que se sembraran sobre praderas y pendientes desprovistas de vegetación de la topografía local vecina circundante de la mina.</li> <li>• De esta forma se enfocara la mitigación del impacto ambiental con la perspectiva de restauración y conservación de la zona de explotación, compensando con el paisaje natural existente.</li> <li>• La selección de estas especies se debe al fácil desarrollo de las mismas en este clima y la riqueza que se genera como especies nativas.</li> </ul> <p><b>Pantallas Vegetales (vivas).</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para efectos de limitación e identificación se demarcará el sector de la boca mina, con una franja de plantación de especies vegetales nativas y exóticas propias del clima y las condiciones naturales existentes en la zona, conformando una intercalación de árboles y arbustos; la barrera viva dará la limitación a la explotación, protección a los suelos y a su vez actuará como cortavientos y generará un escenario paisajístico.</li> <li>• Las especies a utilizar serán Coronado (Xilosmaspeculiferum), Muelle (Shinus muelle), Saúco o tilo Sambucus peruviana, Alcaparro (Sennabogotensis), Ayuelo (Dodonea viscosa), Chicla (Tecomastans), Chilco (Baccharis Bogotensis), Cerezo (Prunusserotina), Dividivi (Caesalpineaspinosa), aliso (Alnusacuminata) y Eucalipto (Eucaliptus ficifolia). Este último se plantara distanciado uno del otro y en los intermedios Muelle y Coronado; así se dará identidad al área, ofreciendo mitigación a los cortavientos, estabilidad y oferta a relaciones planta animal. Para la plantación de estas especies se seguirá un diagrama al tres en bolillo. La distancia de plantación varia de (2.5 – 3.0) m. La selección de estas especies se debe al fácil desarrollo de las mismas en este clima y la riqueza que se genera como especies nativas herbáceas básicas de la dinámica de la sucesión y rastreras, que complementaran la revegetalización.</li> </ul> <p><b>Adquisición y requerimientos de material vegetal.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estas plantas se adquirirá en los viveros de la región.</li> <li>• Plantación de especies: Entorno a cada sitio elegido para la siembra se efectuará un plateo que es la limpieza de cada sitio hasta descubrir el suelo en un radio de 50 cm. En el centro del hoyo se excavará un hueco de 50 cm de profundidad y 40 cm de diámetro. Al individuo, en el momento de la siembra se le retira la bolsa plástica y se siembra con el pan de tierra, cubriéndolo con tierra orgánica.</li> <li>• Época de siembra: Se podrá realizar entre los meses de abril, mayo y junio o septiembre y octubre, al inicio de los periodos de lluvia garantizando un adecuado establecimiento de germinación.</li> <li>• Mantenimiento: Con el fin de garantizar el éxito de este programa, se realizará el mantenimiento de la plantación durante un año, tiempo en el cual se desarrollarán labores de desyerbe, plateo, replante, fertilización, control fitosanitario y podas requeridas.</li> <li>• Recolección de desechos: Todos los desechos como bolsas plásticas, lonas y desperdicios en general serán recogidos y retirados de la zona.</li> </ul>							
Tecnologías utilizadas	Conocimiento de las condiciones ambientales, de precipitación, vientos y demás condiciones necesarias a tener en cuenta para el buen desarrollo de las especies a plantar.							

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

Lugar de aplicación	A lo largo de la vía de acceso y lateral al área de patio de maniobras como cortina vegetal y al área limitante a la explotación minera.
Periodo de ejecución	En el ciclo del proyecto de explotación, incluyendo el mantenimiento y reposición de especies.
Personal requerido	Ingeniero agrónomo, ingeniero geólogo, ingeniero ambiental, biólogo.
Responsable de la ejecución	Titular del contrato
Seguimiento y monitoreo	Verificación de la plantación de las plantas. Controles periódicos del estado de las especies por un tiempo de 2 años en el cual se remplazaran las especies muertas.

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

FICHA No.13	MANEJO DEL TRANSPORTE Y SEÑALIZACION MINA SAN JOSE								
<b>OBJETIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y delimitar las diferentes áreas de trabajo con el fin de informar y prevenir al personal del proyecto y a la comunidad sobre algún peligro que pueda comprometer su integridad.</li> <li>Identificar las áreas de infraestructura y el uso de ellas.</li> </ul>								
Actividades que ocasionan el impacto	Desplazamiento de volquetas, bulldozer, retroexcavadora y vehículos particulares.								
Impactos ambientales	<b>Tipo</b>	Acumulativo	X	Residual		Irreversible			
	<b>Causa</b>	Fugas de aceite, polvo generado por alta velocidad de los vehículos de transporte de carga.							
	<b>Afectación</b>	Al personal de la vereda.							
Tipo de medida	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	X	
Acciones a desarrollar	<p><b>Medidas en el transporte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En la vía que conduce del municipio de Paipa a la mina, se limitará la velocidad con el fin de disminuir la probabilidad de accidentes, haciendo énfasis en donde haya presencia de núcleos urbanos. El máximo de velocidad será de 60 km /h.</li> <li>Prohibir el transporte de personal en los platones del equipo de transporte.</li> <li>Todo responsable de un vehículo deberá portar documentos, legalmente establecido para cada tipo de vehículo.</li> <li>Todo vehículo deberá contar con el equipo básico y señalización reglamentaria.</li> <li>Si se contrata con una empresa determinada, esta deberá elaborar un control de mantenimiento de equipos.</li> <li>No se debe permitir personal ajeno en las cabinas, salvo al operador y en especial personal ajeno al proyecto.</li> <li>En el momento de cargue y descargue el equipo se debe encontrar completamente detenido y puesto el freno de emergencia, se aplica también al equipo que se encuentre en espera; acción con el fin de evitar accidentes al personal que labora en las diferentes área.</li> <li>Se exigirá el uso de silenciador en el exosto de todos los vehículos de transporte de carga, maquinaria y equipos de combustión interna que se utilicen en la mina San José. Se deberán seguir las normas vigentes en la resolución 005/1996 y el decreto 948/1995 emitidas por el Ministerio del Medio Ambiente, sobre las emisiones de vehículos.</li> <li>Continuar con el programa de mantenimiento de la vía de acceso internas.</li> <li>Señalización En General</li> <li>El proyecto contará con la señalización reglamentaria en cada una de sus áreas de movimiento y manejo de maquinaria y personal, como medidas preventivas, informativas, y restrictivas según el caso; las áreas objeto de señalización son las vías de acceso internas, áreas de patio y área de explotación.</li> <li>Es necesario realizar labores de inspección periódica de las señales e iniciar labores de mantenimiento (limpieza, pintura, reparación o reemplazo) cuando se requiera.</li> <li>Vías de acceso: El acceso a la mina y vías internas deben contar con la señalización adecuada y necesaria para evitar accidentes del</li> </ul>								

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

	<p>equipo de transporte y peatones. Se debe dar cumplimiento a la ley 769 del 6 de agosto del 2002 (Código nacional de tránsito).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglamentarias: Tiene como objeto indicar las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre el uso. Ej. Límite de velocidad, capacidad permitida al paso de estructuras, direcciones de la vía, pases, prohibidos, áreas de peatones.</li> <li>• Características: Forma rombo o triángulo, fondo amarillo, símbolo y marcos negros.</li> <li>• Preventivas: Tiene por objeto advertir al usuario la existencia de peligro o la naturaleza de este. Ej: clase de curvas, superficie deslizante, descenso peligroso, zona de derrumbes, peatones en la vía, animales en la vía,</li> <li>• Características: Forma rectangular, fondo blanco, símbolo negro y marco azul o verde.</li> <li>• Informativa: Tiene como objeto identificar la vía y guiar al usuario y proporcionar la información que pueda necesitar sobre los diferentes servicios existentes.</li> <li>• Características: Forma rectangular, símbolo y marco rojo.</li> <li>• Áreas de patio: El área de patio de la mina debe contar con la señalización adecuada y necesaria para guiar al personal que labora en el proyecto y evitar accidentes con el equipo de transporte y el entorno.</li> <li>• Preventivas: Tiene como objeto prevenir al trabajador y a los visitantes sobre la existencia de peligros y la naturaleza de este. Usar elementos de seguridad,</li> <li>• Características: Forma rombo o triángulo, fondo amarillo, símbolo y marcos negros. Informativas: Se pretende dar conocimiento a la comunidad sobre el tipo de proyecto que se está realizando y las diferentes áreas existentes. Área de mantenimiento temporal, áreas de circulación, áreas de campamento.</li> <li>• Características: Forma rectangular, fondo blanco, símbolo negro y marco azul o verde.</li> <li>• Restrictivas: El objetivo es restringir, prohibir el paso al uso de áreas en las cuales presenten peligros potenciales al personal del proyecto y personal ajeno al mismo. Ej: Prohibido el paso de particulares, prohibido el ingreso de particulares sin previo permiso, prohibido fumar.</li> <li>• Características: Forma rectangular, símbolo y marco rojo.</li> </ul> <p><b>Señalización en las áreas mineras:</b> En estas áreas se instalaran señales de tipo preventivo, informativo y restrictivo, con el fin de informar el estado y las condiciones de mina. La ubicación de las siguientes señales varía dependiendo del avance de la mina y las condiciones y características que se presenten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informativas: Se pretende dar conocimiento a la comunidad sobre la ubicación, las condiciones atmosféricas de la mina, se utilizará pintura refractiva.</li> <li>• Preventivas: Tiene como objeto de prevenir al trabajador y a la comunidad sobre la existencia de peligros y la naturaleza de este.</li> <li>• Restrictivas: El objetivo es restringir, prohibir el paso al uso de áreas en las cuales presenten peligros potenciales al personal del proyecto y personal ajeno al mismo. Ejemplo: paso restringido.</li> </ul>
Tecnologías utilizadas	Las señales se realizaran en talleres de la región que presenten tecnificación aceptable
Lugar de aplicación	A lo largo de la vía de acceso a la mina San José.
Periodo de ejecución	A lo largo de la vida del proyecto
Personal requerido	Ingeniero residente, personal de manejo de equipo de transporte
Responsable ejecución	Titular del contrato
Seguimiento y monitoreo	Monitoreo del estado de la vía, señalización, obras de arte y cumplimiento de las normas por parte de los conductores

Fuente: Guía minero ambiental de minería subterránea y patios de acopio de carbón 2004.

## **6.1 Avances medidas de control y mitigación en el área de influencia de la mina San José**

A continuación describo los avances y resultados de la implementación de las fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación de impactos ambientales, determinados bajo el análisis de matriz de Leopold y el Índice de evaluación ecológica, generado dentro de un marco metodológico de análisis de impactos ambientales.

### **Manejo de material particulado.**



**Foto 5. Protección contra el material particulado.**

Se construyó un jarillón e instaló polisombra para proteger la Quebrada el Campanario de material particulado generado por el frente de explotación, respetando los 10 metros de restricción de ronda para quebradas, sugeridos en el PTO del municipio de Paipa.

Fuente: Datos de estudio.

### **MANEJO DE AGUAS ESCORRENTIA.**

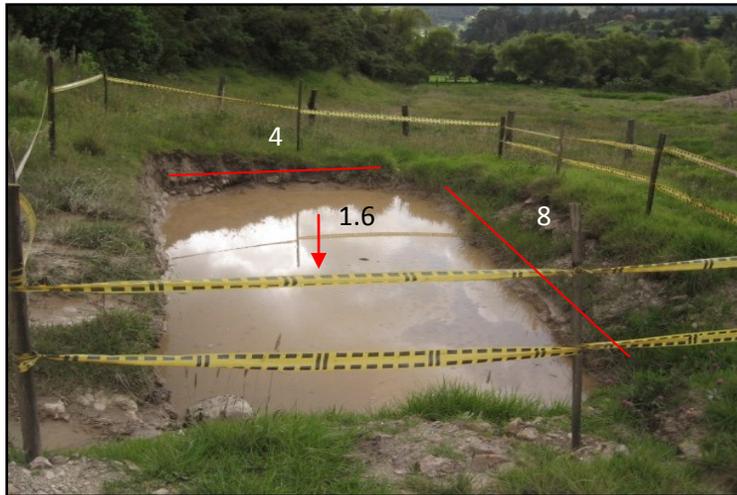
Construcción de obras para el manejo de aguas escorrentía.



**Foto 6. Etapa preliminar en la construcción de sedimentadores en tierra.**

Con un área de (4x8x1.6) metros. Se captan las aguas de escorrentía proveniente del frente de explotación y patio de acopio. Las aguas son recolectadas por las cunetas perimetrales, zanjas de coronación de la cantera y cunetas de las vías de acceso.

Fuente: Datos de estudio.



**Foto 7. Sedimentador.**

Delimitado con cinta de seguridad para prevención de accidentes.

Se encuentran en funcionamiento y se realizara un mantenimiento cada dos meses.

Fuente: Datos de estudio.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

**MANEJO DE CUERPOS DE AGUA.**

Obras de recuperación ambiental.



**Foto 8 y 9. Obras de recuperación ambiental.**

Traslado de la antigua vía, recuperación de la ronda hídrica, del área de influencia de la quebrada y posterior revegetalización.

Fuente: Datos de estudio.

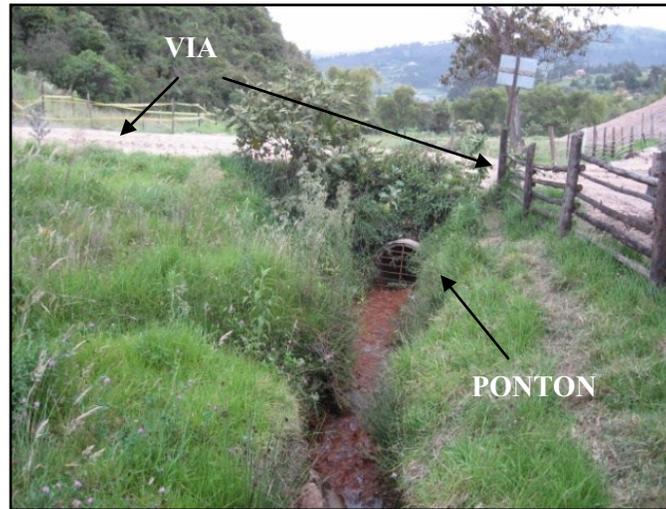


**Foto 10 y 11. Recuperación del cauce de la quebrada El Campanario.**

Debido a la naturaleza de los materiales y a la pendiente del terreno la cual es superior al ángulo de reposo ( $+30^\circ$ ), el material producido principalmente por fragmentación mecánica el material desequilibrado se desprende y cae por su peso bajo el efecto de la gravedad generando una amplia zona susceptible a desprendimientos y desplomes.

Fuente: Datos de estudio.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*



**Foto 12. Construcción de pontón para transporte de carga.**

Evita el paso de las volquetas por el cauce de la quebrada El Campanario, lo que ocasionaba un impacto negativo en las aguas de la quebrada el Campanario. (Color, turbidez, y sedimentación). Fuente: Datos de estudio.

Fuente: Datos de estudio.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

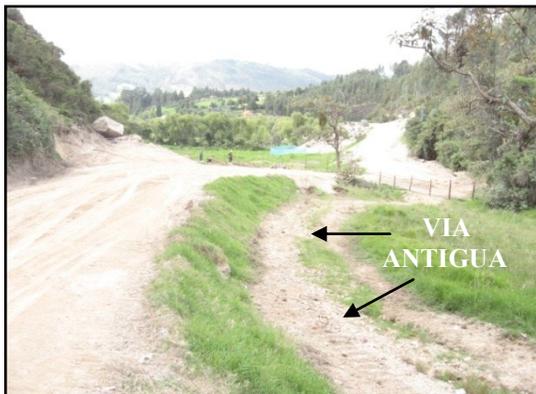
**PROTECCION Y REVEGETALIZACION DE AREAS**

Mitigación de impactos ambientales en la quebrada el campanario.



**Foto 13 y 14. Etapas progresivas en la recuperación.**

Recuperación de la ronda hídrica de la quebrada El Campanario, reubicación de la vía de acceso al frente de explotación evitando el cruce vehicular por el cauce de la quebrada y recuperación de la capa vegetal. Fuente: Datos de estudio.



**Foto 15 y 16. Recuperación ambiental.**

Se llevó a cabo aplicando una capa de suelo orgánico seguido de una cobertura de sustrato vegetal, reduciendo el impacto negativo causado por el tránsito de vehículos de carga pesada por la vía antigua que comunicaba al frente de explotación antiguo, y a su vez afectaba el cauce de la quebrada.

Fuente: Datos de estudio.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

**MANEJO EN EL TRANSPORTE Y SEÑALIZACION**



**Foto 17 y 18. Instalación de señalización informativa y preventiva.**

Ubicadas en toda el área de influencia de la mina San José.

Fuente: Datos de estudio.

## **7 Conclusiones y recomendaciones**

### **7.1 conclusiones**

Al determinar las etapas de explotación del proyecto, por el método de terrazas para minería a cielo abierto, que implementa la mina San José, se identificaron los impactos ambientales en el área de influencia durante la explotación.

Al definir el marco metodológico apropiado para el análisis y evaluación de los impactos ambientales, el método de matrices conlleva a la utilización de herramientas apropiadas como la matriz de Leopold y el índice de impacto ecológico.

Con los resultados de las matrices se identificó acertadamente los impactos ambientales más relevantes ocasionados durante las diferentes etapas explotación por el método de terrazas implementado durante la vida útil el proyecto y en el área de influencia de la mina San José.

Mediante la implementación de las fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación de los impactos ambientales más relevantes, se observó resultados positivos que conllevan a una minería a cielo abierto más amigable con el medio ambiente.

La matriz de Leopold modificada y el índice de evaluación ecológica, permitieron identificar los impactos benéficos que se presentarán en la etapa de recuperación, cierre y abandono; los impactos negativos que se presentarán en la etapa de adecuación, construcción y montaje, con los trabajos de remoción de la capa la orgánica y en la etapa de desarrollo con la extracción del material.

Con la aplicación de la matriz modificada para implementar el Índice de Impacto Ecológico en el proyecto mina San José, se clasificó el impacto como significativo mitigable (remoción y movimiento de material rocoso, cambios en la geomorfología, contrastes visuales, generación de ruido y material particulado), proporcionando la información necesaria para iniciar la mitigación de estos impactos a corto y mediano, largo plazo.

Los mayores impactos ambientales se presentan en la etapa de preparación y explotación, estos aumentan a medida que avanza el proyecto minero, es así que la recuperación

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ"  
LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

ambiental debe realizarse simultáneamente con la explotación, más no al finalizar el proyecto.

La propuesta de mitigación mediante las fichas técnicas de seguimiento, control y mitigación de impactos ambientales, se basaron en los impactos más relevantes descritos en las matrices de Leopold y el índice de evaluación ecológica, enfocándolas en la recuperación y mitigación de los impactos a corto y mediano plazo.

Las afectaciones adversas, identificadas en las etapas de preparación y explotación más representativas, han sido intervenidas con obras de recuperación durante el desarrollo de la actividad minera obteniendo excelentes resultados.

## **7.2 Recomendaciones**

Durante la ejecución de la etapa desmonte, se presentan impactos directos sobre la capa de suelo orgánico y la cobertura vegetal, no obstante, dicha acción puede influir en la supervivencia de especies de plantas y animales, por ejemplo, si en los estudios previos o de seguimiento se identifican especies de plantas exóticas, estas pueden ser trasplantadas antes de la remoción de la vegetación. De igual forma, se pueden tomar medidas para mejorar las posibilidades de supervivencia de la fauna.

Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, tanto del punto de vista ambiental como de su productividad, se recomienda dar ejecución a corto y mediano plazo a las obras de recuperación y mitigación de los impactos ambientales analizados y calificados como significativos mitigables, ya que de no hacerlo con el transcurso del tiempo se convierten en pasivos ambientales y su recuperación genera altos costos de inversión y es causal de cierre la mina por parte de los entes de control.

La implementación de la identificación, valoración y análisis de impactos ambientales en la minería se debe complementar con planes de mitigación a corto y mediano plazo y no esperar a la finalización de la vida útil del proyecto para realizar la recuperación de los impactos generados cuando el factor económico es menor.

## **BIBLIOGRAFIA**

ÁNGEL MARÍN Genny Alexandra y ALVEAR NARVAEZ Diana Carolina, Análisis del impacto ecosistémico en la zona de influencia de la microcuenca de la quebrada cascabel por afectación al recurso hídrico generado en el proceso de explotación aurífera en Marmato, Caldas, Colombia, noviembre de 2013.

BEER, Ferdinand P. y JOHNSTON, Russell. Mecánica vectorial para ingenieros Estática. Cuarta edición. México, 1988.

BERRY, Peter L. y REID, David. Mecánica de suelos. Santafé de Bogotá. McGraw Hill, 1993.

LEOPOLD. A Procedure for Evaluating Environmental Impacts. Geological Survey Circular. Washington. 1971.

BLANK, Leland y TARQUIN, Anthony. Ingeniería Económica. Segunda Edición. México. McGraw Hill, 1986

BOWLES, Joseph. Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil. McGraw Hill, Santafé de Bogotá. p. 48-59.

BUSTILLO REVUELTA, Manuel y LOPEZ Carlos. Recursos Minerales. Tipología, prospección, evaluación, explotación, mineralurgia, impacto ambiental. Madrid, España. 1995. 372 p.

COTAN Santiago y ARROLLO Pinto. Metodologías valoración de impacto ambiental. Sevilla. 2007.

CHAVEZ CUADROS, Tobías. Evaluación de yacimientos. Módulo Evaluación Geológica y económica. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Seccional Sogamoso, 1995. 99 p.

DE LA MAZA. Carmen Luz. Manejo y conservación de recursos forestales. Modulo Evaluación de Impactos Ambientales. Editorial Universitaria p. 579-609. 2007.

*IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES, DEL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA MINA A CIELO ABIERTO "SAN JOSÉ" LOCALIZADA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)*

DÍAZ ÁLVAREZ Johanna, Tratamiento biológico como alternativa para disminuir el impacto ambiental ocasionado por el drenaje ácido, generado por la actividad minera en el municipio de Marmato- caldas, Manizales 2013.

DISEÑO Y TIPOS DE ESTUDIO. [En línea]. Disponible en internet: <http://es.scribd/doc/45941407/1-tipos-de-estudios-de-investigacion-dic10>

GARCIA CORTES, Ángel. Minería y desarrollo sostenible. [En línea]. Disponible en internet [http://161.116.7.34/conferencias/viiiicienciasterra/miner %c3 %8da%20 y % 20 desarrollo % 20sostenible pdf](http://161.116.7.34/conferencias/viiiicienciasterra/miner%20y%20desarrollo%20sostenible.pdf)

GUÍA AMBIENTAL MINERÍA DE CARBÓN A CIELO ABIERTO. [En línea]. Disponible en internet: [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental / carbón / gestión /guías /min\\_cab/ contenid / evaluaci.html](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carb%C3%B3n/gest%C3%ADn/gu%C3%ADas/min_cab/contenid/evaluaci.html)

INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. Manual de ingeniería de taludes. Madrid, España.

IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERIA EN COLOMBIA. [En línea]. disponible en internet: <http://slideshare.net/elturcolopez/impactos-ambientales-de-la-mineria-en-colombia>

MEJÍA NARIÑO Néstor Ricardo, Metodología para medir el impacto ambiental por aprovechamiento de energía geotérmica, Manizales, Marzo de 2013.

MINERIA SOSTENIBLE: PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS. [En línea]. Disponible en internet: [http://www.aulados.net/GEMM/libros\\_manuales/libro\\_mineria\\_sostenible.pdf](http://www.aulados.net/GEMM/libros_manuales/libro_mineria_sostenible.pdf)

RODRÍGUEZ LUNA Sandra del Carmen, Localización de áreas de potencial explotación minera que no afecten la dinámica ambiental y territorial del municipio de Marmato, utilizando sistemas de información geográfica, Manizales 2012.

TEVNI GRAJALES. Tipos de investigación. [En línea]. Disponible en internet <http://www.tgrajales.net/investigacion.pdf>