



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO®

Código: GDC-FR-13
Versión 9



RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO
EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA

JUAN PABLO AGUDELO HERNANDEZ



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO®

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
MAESTRÍA EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS REGIONALES
MEDELLÍN
2020



SC 7134-1



Institución Universitaria - Vigilada Mineducación
PBX (+57 4) 448 0520 / FAX: (+57 4) 493 6363
Calle 73 No. 73A - 226, Vía El Volador
Línea gratuita: 01 8000 510944
www.pascualbravo.edu.co



Alcaldía de Medellín

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO
EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA

JUAN PABLO AGUDELO HERNANDEZ



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO®

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
MAESTRÍA EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS REGIONALES
MEDELLÍN
2021

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Maestría en Diseño y Evaluación de Proyectos Regionales

Juan Pablo Agudelo Hernández

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Magister en Diseño y Evaluación de Proyectos Regionales

Luis Gaviria Ortiz.

Especialista en Gestión de Proyectos
Magister en Educación y Desarrollo Comunitario
Magister en Administración Pública

Jacobo Hernán Echavarría Cuervo
Ingeniero industrial

Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Institución Universitaria Pascual Bravo
Facultad de Producción y Diseño
Maestría en Diseño y Evaluación de Proyectos Regionales
Medellín
2021

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.



ACTA DE EVALUACIÓN FINAL TRABAJO DE GRADO	Código:
	Versión:
	Página: 1 de 1

Nombre del trabajo de grado:

Recuperación de suelos degradados por minería en el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza, Antioquia

Datos de los estudiantes:

Nombres y apellidos	Cédula	Programa	Correo Institucional
JUAN PABLO AGUDELO HERNANDEZ	71.389.720	Maestría en Diseño y Evaluación de Proyectos regionales	jagudelo1519@pascualbravo.edu.co

Modalidad a la que pertenece el Trabajo:

Investigativa Emprendimiento Práctica Formulación proyecto de inversión

CONCEPTO EVALUACIÓN	SI	NO
Aprobado	x	
Aprobado con correcciones		x
No aprobado		x

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS DEL PROCESO:

Fecha de entrega: Diciembre 15 de 2021



Firma:

Nombre del Asesor: LUIS GAVIRIA ORTIZ

Elaboró: Jhobana Herrera Díaz	Revisó: Irma Lucía Franco	Aprobó
Fecha: 2020/11/26	Fecha:	Fecha:

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Resumen

El presente documento contiene la información técnica soporte de formulación del Proyecto de inversión “Recuperación de Suelos degradados por Minería en el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza, Antioquia”, para construcción de la Metodología General Ajustada (MGA) del mismo. También contiene el sustento teórico base de formulación que permitió la estructuración y, en especial, la justificación, desde la experiencia y la teoría probada, de la alternativa de solución propuesta y desarrollada, con análisis y evaluación socio-económica. Consecuentemente, está construido, este documento, acorde al orden de formulación en la Metodología General Ajustada del Departamento Nacional de Planeación.

La problemática planteada es la degradación y afectación de los suelos por actividad minera de aluvión, que se vive actualmente en los municipios mineros de Antioquia y Colombia, aquí se hace un abordaje desde lo ambiental a la misma y se plantea una alternativa a ser aplicada y replicada en diferentes niveles de alcance acorde a las particularidades de los territorios y los recursos económicos con los que se disponga.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Palabras claves.

- Generación de áreas: estos términos hacen referencia básicamente a las áreas que se encuentran degradadas por la minería de aluvión en la zona que se pretende intervenir con el proyecto propuesto en el presente documento, ya que son áreas además de devastadas, altamente contaminadas con los químicos y materiales utilizados en dicha actividad minera.
- Especies vegetales: son consideradas en este término todas aquellas especies de origen vegetal que han sido acabadas y deforestadas por la expansión territorial que se requiere para la actividad minera de aluvión, tanto para explotar la tierra como para generar la madera que requieren para las instalaciones y los procesos productivos propiamente dichos.
- Cambio climático: es un fenómeno de variación del clima del planeta que habitamos (definición dada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio – CMNUCC- y que trae asociadas múltiples formas de manifestarse como el aumento del nivel del mar, fenómenos meteorológicos más extremos cada vez, alteraciones en los patrones del tiempo, entre otras; que se da por la actividad humana directa o indirectamente. Aunque es importante anotar que también puede ser causado por factores ajenos a la actividad humana como la erupción de volcanes, modificaciones en las radiaciones que el sol emite y que llegan a la tierra, y desplazamiento de las placas tectónicas, entre otros.
- Gases de Efecto Invernadero: asociado al cambio climático encontramos muy estrechamente vinculado los gases del efecto de invernadero, que es por definición del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM- gases que “absorben de manera eficaz la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por las nubes y por la propia atmósfera debido a los mismos gases. La atmósfera emite radiación en todas direcciones, incluida la descendente hacia la superficie de la Tierra. De este modo, los gases de efecto invernadero atrapan el calor en el sistema superficie-tropósfera. A esto se le llama efecto de invernadero natural.”. Continuando con la definición del IDEAM haciendo alusión a dichos gases dice que “un aumento en la

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

concentración de los gases de efecto invernadero lleva a una mayor opacidad de la atmósfera y, por lo tanto, a una radiación efectiva hacia el espacio desde una mayor altitud y a una menor temperatura. Esto genera un forzamiento radiactivo, un desequilibrio que sólo puede ser compensado por un aumento en la temperatura del sistema superficie-tropósfera. Este es el efecto de invernadero acusado.”

- **Calentamiento global:** es una consecuencia del efecto invernadero y se refiere a la absorción que hacen los gases de efecto de invernadero de la radiación térmica natural que emite la superficie del planeta y la devuelven a la superficie, este fenómeno hace que se aumente la temperatura de la tierra causando graves dificultades a su vez como el derretimiento de los glaciares y por ende el aumento de los niveles del mar, incrementa las zonas desérticas, modifica las precipitaciones (lluvias), entre otros efectos que afectan significativamente a la humanidad.
- **Sostenibilidad ambiental:** hace referencia al desarrollo de las actividades humanas con respeto y responsabilidad por los daños o afectaciones que puedan tener dichas actividades en el medio ambiente y principalmente sobre los recursos naturales. También hace un énfasis especial en la coordinación que se debe tener entre las actividades sociales y económicas, los programas y proyectos para que sean armónicos en pro de respetar los niveles adecuados de cada recurso sin perjuicio de las demás actividades, además que sea perdurable esta armonía conseguida a través de la coordinación.
- **Deforestación:** es un fenómeno mundial que consiste en acabar con las zonas boscosas quitándoles principalmente sus árboles (tala indiscriminada) y hasta su capa vegetal para diferentes fines, uno de ellos, el principal factor a nivel mundial, es el cambio de uso de la tierra para destinarse a actividades agrícolas, otro de los factores es la extracción de madera con fines comerciales, el uso de la tierra para explotación minera, entre otros.
- **Reforestación:** es una actividad que implica la siembra de especies vegetales nativas o introducidas en zonas que has sido afectadas por fenómenos de deforestación independientemente de su finalidad, esta actividad trae consigo la recuperación del suelo, la protección de fuentes hídricas, el regreso de especies animales desplazadas de su territorio y muchos más beneficios de carácter social como la generación de empleo y la creación de una cultura de cuidado de los recursos naturales, acompañada de una

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

sensibilización general frente al impacto que generamos los seres humanos sobre el medio ambiente.

- Minería de aluvión: es una actividad económica de extracción de un mineral a cielo abierto, que para su desarrollo involucra la remoción de tierra en grandes proporciones, la utilización de químicos y el uso de grandes cantidades de agua. Si bien esta actividad ejercida de manera responsable y amigable no es tan degradante del medio ambiente, como se desarrolla en muchas partes del mundo, especialmente en Colombia, si es nociva para los territorios donde se explota ya que no tienen el mínimo cuidado con el uso de los químicos que son altamente perjudiciales para la salud humana y los vierten directamente sobre los afluentes hídricos que usan en su proceso de extracción, no recuperan las tierras que usan para el mismo proceso llevándolas a la desertificación y no devuelven significativamente parte de sus utilidades en inversión social en las zonas que afectan.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Tabla de Contenido

1. Planteamiento del problema	12
1.1. Descripción del problema.	12
1.2. Justificación	20
1.3 Participantes	23
1.4. Objetivos	27
1.5 Diagrama del árbol de objetivos	28
1.6. Alternativas de la solución	29
2. Marco de Referencia	33
2.1 Marco Contextual	33
2.2. Marco Legal	38
2.3 Antecedentes	39
2.4 Marco Teórico	49
3. Preparación	64
3.1. Estudio de necesidades	64
3.2. Análisis técnico de la alternativa	65
3.3. Localización	67
3.4. Cadena de valor	70
3.5. Análisis de riesgos	72
3.6. Ingresos y beneficios	74
4. Evaluación	77
4.1. Flujo económico	77
4.2. Indicadores de decisión	78
5. Programación	81
5.1 Indicadores de producto	81
5.2 Indicadores de gestión	82
5.3. Fuentes de financiación	83
5.4. Matriz resumen del proyecto	84
6. Plan Director Del Proyecto	87
6.1 Acta de inicio del proyecto (project charter)	87

	11
<i>RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.</i>	
6.2 Alcance	93
6.3. Estructura de Descomposición De Trabajo – EDT -	94
6.4 Cronograma	95
6.5 Recurso humano	96
6.6 Comunicaciones	100
6.7 Plan de Adquisiciones	104
7. Referencias	107

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Listas de Tablas

Tabla 1	Objetivos de desarrollo sostenible donde se enmarca el proyecto de intervención planteado	23
Tabla 2	Presentación Plan Nacional de Desarrollo	24
Tabla 3	Presentación Plan de Desarrollo Departamental	24
Tabla 4	Presentación Plan de Desarrollo Municipal	24
Tabla 5	Matriz de Participantes.....	25
Tabla 6	Evaluación de Participantes.....	26
Tabla 7	Características demográficas de la población objetivo	28
Tabla 8	Indicador de Objetivo General	28
Tabla 9	Criterios de Evaluación de Alternativas	31
Tabla 10	Matriz de Evaluación de Alternativas	31
Tabla 11	Población del Departamento de Antioquia.....	33
Tabla 12	Población del Municipio de Medellín	34
Tabla 13	Distribución de la población en la subregión del Bajo Cauca y el aporte porcentual por municipio al total de la subregión.....	37
Tabla 14	Normatividad vigente en suelos, minería y plantaciones forestales	38
Tabla 15	Presencia Nacional de Evidencia de explotación de oro de Aluvión –EVOA- en tierra 2020.....	45
Tabla 16	Estudio de necesidades.....	67
Tabla 17	Localización de la Alternativa.....	70
Tabla 18	Cadena de valor del proyecto.....	72
Tabla 19	Matriz de Análisis de Riesgos	75
Tabla 20	Cuantificación de Beneficios del proyecto.....	77
Tabla 21	Flujo económico del Proyecto.....	78
Tabla 22	Ejemplos RPC aplicados en modulo Evaluación	79
Tabla 23	Indicadores de rentabilidad para el Proyecto.....	80
Tabla 24	Indicadores de Costo – Eficiencia e Indicadores de Costo Mínimo.....	81
Tabla 25	Indicador de Producto 1	82
Tabla 26	Indicador de Producto 2	82
Tabla 27	Indicador de Gestión 1	83
Tabla 28	Indicador de Gestión 2	84
Tabla 29	Fuente de Financiación del proyecto.....	84
Tabla 30	Matriz resumen del Proyecto.....	85
Tabla 31	Acta de inicio del proyecto.....	87
Tabla 32	Recurso Humano requerido.....	95
Tabla 33	Cargos y Funciones del proyecto	97
Tabla 34	Plan de Comunicaciones	100
Tabla 35	Plan de Adquisiciones del proyecto	104

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Localización del Municipio de Zaragoza	15
Ilustración 2 Áreas afectadas en el Municipio de Zaragoza	16
Ilustración 3 Localización del Corregimiento El Pato	17
Ilustración 4 Coberturas de suelo en el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza.....	19
Ilustración 5 Diagrama de Árbol de Problemas	21
Ilustración 6 Tipos de cobertura de suelo en el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza	22
Ilustración 7 Diagrama de Árbol de Objetivos.....	29
Ilustración 8 Mapa de Antioquia con Subregiones.....	36
Ilustración 9 Top 10 de municipios con mayor presencia de EVOA en tierra, 2019-2020.....	46
Ilustración 10 Principales métodos de extracción y concentración del oro aluvial	57
Ilustración 11 Ubicación y localización específica del Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza.....	70
Ilustración 12 Estructura de desglose de Trabajo.....	93
Ilustración 13 Cronograma de Actividades	94
Ilustración 14 Organigrama del proyecto	96

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema.

El municipio de Zaragoza ha tenido una economía basada en la minería, desde la década de los 20' del siglo pasado, cuando, como dice José Hilario López en su artículo publicado en www.elmundo.com el 24 junio de 2020 llamado “Zaragoza del Nechí en el País del Oro”

“llegaron las dragas hidráulicas de la compañía estadounidense Pato Consolidated Gold Mining, y más tarde la minería con monitores, elevadoras y canalones que en los 70's se transformó en minería de retroexcavadoras y volquetas, con plantas de lavado de las gravas auríferas, así como el uso generalizado del mercurio para la recuperación del oro. Una verdadera tragedia ambiental y sanitaria, que todavía no se ha podido controlar, a lo que se sumó la llegada de bandas criminales, los nuevos dueños del oro del Bajo Cauca y del Nechí”.

Luego, a principios de la década de los 90', se presenta una reducción considerable de la actividad minera con el retiro de las multinacionales como explotadoras del mineral aurífero y quedan los mineros artesanales o de subsistencia extrayendo el oro. En la imagen a continuación se muestra la localización del municipio de Zaragoza dentro del Departamento de Antioquia.

La minería ilegal en Colombia ha ocasionado grandes perjuicios de toda índole, entre ellos se tienen la nutrida contribución que hace al conflicto con la financiación de grupos ilegales que se han apoderado de la economía minera en las zonas de mayor explotación del territorio nacional. de otro lado, se tiene la afectación del medio ambiente por su uso indiscriminado de madera para la actividad minera y de la desaparición de bosque para la realización en sí de dicha actividad.

En Antioquia se percibe un panorama desalentador frente a la deforestación en general ya que, según el mismo artículo citado en el párrafo anterior, este departamento al lado de Caquetá, Guaviare, Putumayo y Meta, registran el 70% de la deforestación en 2020, esto es el quinto lugar en Colombia y el primero de la región Andina. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, afirma que “las causas directas que más contribuyen a la deforestación en Antioquia son la minería ilegal, la expansión de los cultivos de coca y el acaparamiento de tierras para la industria agropecuaria (IDEAM, 2019). De lo anterior la

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

importancia de atacar el fenómeno de la deforestación y es de considerar que el área degradada de bosques a causa de la extracción ilícita de minerales oscila entre las 40.000 y 45.000 hectáreas, la mayor parte en la subregión del Bajo Cauca (Corantioquia, 2019).

Ilustración 1 Localización del Municipio de Zaragoza

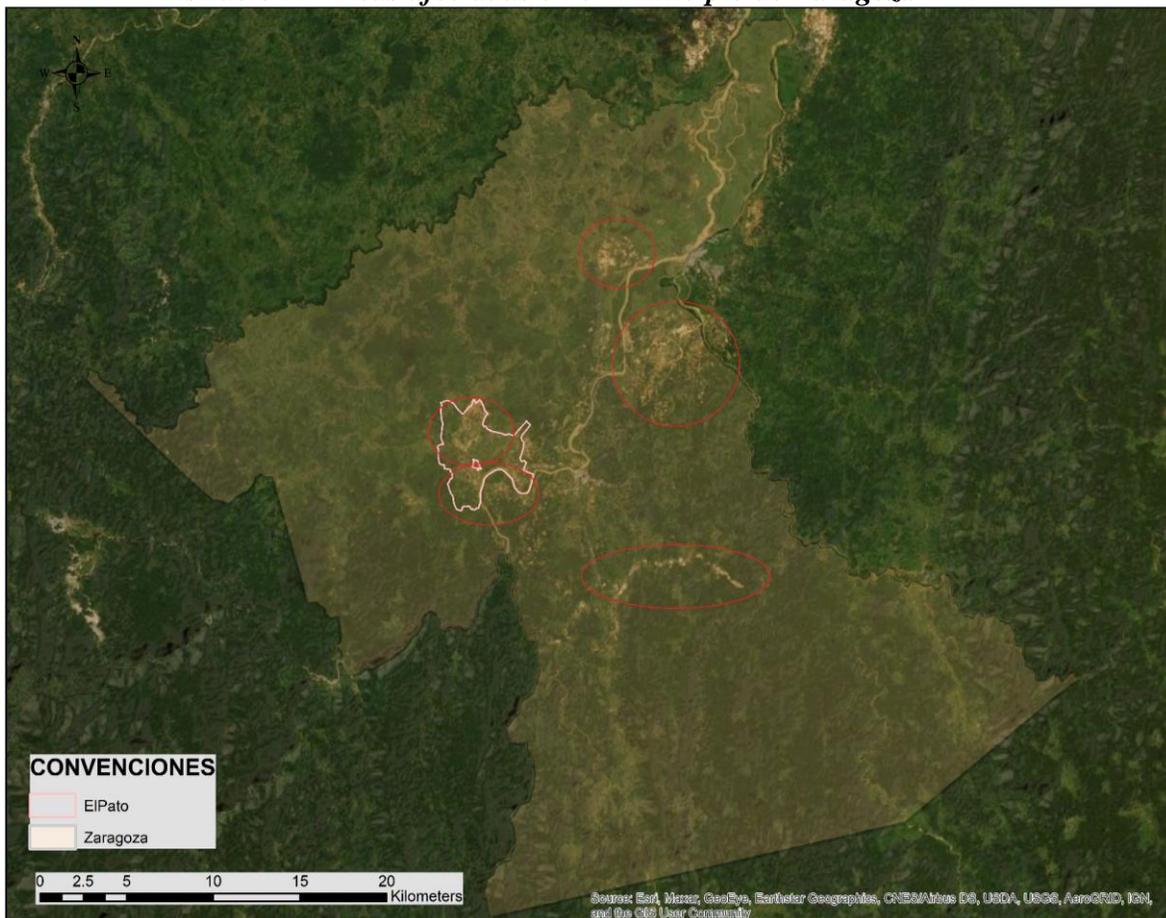


Nota. La figura muestra la ubicación del municipio de Zaragoza dentro del Departamento de Antioquia. Fuente: Google (2021).

En el municipio de Zaragoza, especialmente en el Corregimiento El Pato, se tienen grandes extensiones de suelo afectado y contaminado, aunque la actividad minera ha disminuido en los últimos dos años, los niveles de contaminación persisten y el suelo está desertificado o en proceso de desertificación; además, no se presentan alternativas de solución que permitan vislumbrar una mejoría en el estado actual de los suelos. Esto último, a su vez, provoca que no se tengan fuentes de empleo para la demanda de los habitantes ya que el estado de los suelos no permite ejercer la agricultura ni la ganadería como alternativa para la población, lo que también ha generado un desplazamiento de los pobladores a otras zonas del municipio e inclusive, a otros municipios de la región y del departamento. En la siguiente imagen se muestran las áreas afectadas por minería en el Municipio de Zaragoza.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Ilustración 2 Áreas afectadas en el Municipio de Zaragoza



Nota. La figura muestra las áreas con afectación del suelo o erosionadas en el Municipio de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps.

No se ha encontrado documentada la información de la actividad económica del Corregimiento El Pato en el presente siglo, pero recolectando datos de fuentes primarias se puede determinar que, desde el año 2009, se presentó un auge de la minería nuevamente cuando, de forma ilegal ya que los títulos mineros pertenecen a multinacionales, empiezan pobladores locales, principalmente, a explotar la minería con retroexcavadoras en grandes extensiones de suelo. Ya con esta actividad en masa, empiezan a florecer las grandes problemáticas que trae la explotación minera sin asomo de responsabilidad ni retribución con el suelo, el medio ambiente ni la población.

Una de las problemáticas que se presenta, producto de la actividad minera, es la deforestación de grandes zonas de bosque tanto para abastecer las minas en su demanda de

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

madera para el montaje de las infraestructuras de extracción, como para hacer de estas zonas susceptibles de explotación aurífera, provocando una afectación de suelos por desertificación y erosión ya que no se intervienen luego de la explotación; además, se presenta la contaminación de fuentes hídricas por el uso de mercurio, la alteración del orden público, entre otras problemáticas. A continuación, se presenta la localización del corregimiento El Pato dentro del Municipio de Zaragoza.

Ilustración 3 Localización del Corregimiento El Pato



Nota. La figura ilustra la ubicación del Corregimiento El Pato dentro del municipio de Zaragoza. Fuente: Google (2021).

1.1.1 Identificación y descripción del problema

1.1.1.1 Problema central

Altos niveles de afectación en el suelo del corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza, Antioquia.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

El estado de los suelos se encuentran degradados y afectados en su condición física y química, principalmente, por la actividad minera históricamente desarrollada en el territorio, esta actividad ha dejado consecuencias ambientales de gran repercusión como la deforestación, dado que para el desarrollo de la mencionada actividad minera se requiere del uso de madera en cantidades considerables, también es importante mencionar, por otro lado, que se presenta deforestación para cambio de usos de suelo, es decir, para dedicar la tierra a la ganadería extensiva, la agricultura y la siembra de cultivos ilícitos que también aportan en la problemática de deforestación y afectación al suelo.

1.1.1.2 Descripción de la situación existente con relación al problema.

En el Corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza, entre otras problemáticas, se presenta una fuerte degradación y afectación de los suelos del centro poblado y sus veredas, esto debido, principalmente, a la pérdida de capa vegetal por las actividades humanas comerciales como la minería, la deforestación y para la expansión de la frontera agrícola.

La actividad minera en este territorio ha estado presente desde la fundación del mismo municipio de Zaragoza, esto ha traído consecuencias de diferente índole debido a su explotación descontrolada e inconsciente. Si bien es cierto que este renglón de la economía ha sido la principal fuente de ingresos de los pobladores, también es cierto que ha generado problemáticas importantes para el desarrollo sostenible de la comunidad. Esta actividad ha generado una degradación de los suelos del corregimiento ya que los mineros no realizan intervenciones posteriores que permitan recuperar los suelos explotados.

Consecuentemente con lo anterior, se ha presentado altos niveles de deforestación y desertificación, debido fundamentalmente a la explotación de la minería de aluvión mencionada, que, para su actividad, además de requerir grandes volúmenes de madera que se extraen de la zona, requieren devastar amplias extensiones de suelo para el desarrollo del proceso de extracción aurífera en sí misma. La Figura 2 da cuenta de las coberturas de suelo en el corregimiento.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

1.1.1.3 Magnitud actual del problema e indicadores de referencia

El corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza tiene una extensión de 1.876,54 hectáreas, de las cuales se encuentran con cobertura boscosa 490,84 hectáreas, que equivale al 26.16%. Otra de las coberturas sobresalientes son las extensiones de pastos y arbustos, usados generalmente, para actividades agrícolas y ganaderas, esta aporta el 34.81% con un área de 653,26 hectáreas y, por último, se tiene una extensión de 732,44 hectáreas con cobertura afectada por la explotación minera, lo que denota la mayor extensión de área equivalente al 39.03%. Estos datos son una construcción propia con el Ingeniero Jonathan Franco Gómez, a través de fotografías satelitales y utilizando la herramienta ArcGis para el cálculo de áreas.

1.1.1.4 Causas directas e indirectas que generan el problema

Las causas directas que generan la problemática objeto de análisis en el presente documento son básicamente tres que se relacionan a continuación.

- Reducción de la cobertura boscosa.
- Prácticas mineras inadecuadas.
- Prácticas agropecuarias inadecuadas.

Consecuentemente, como causas indirectas se presentan situaciones de orden comunitario, institucional, entre otros.

- Disminución de propiedades físico químicas del suelo.
- Incremento de la deforestación por minería.
- Bajo conocimiento en minería responsable.
- Insuficiente regulación institucional y control de la Unidad Agrícola Familiar -UAF-.

1.1.1.5 Efectos directos e indirectos generados por el problema

Los efectos directos generados por la problemática planteada son diversos y abarcan varios campos del desarrollo social de la comunidad afectada por la mencionada problemática.

- Aumento de los procesos erosivos.
- Aumento de la contaminación del suelo.
- Reducción de la disponibilidad del recurso hídrico.
- Pérdida de la biodiversidad.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

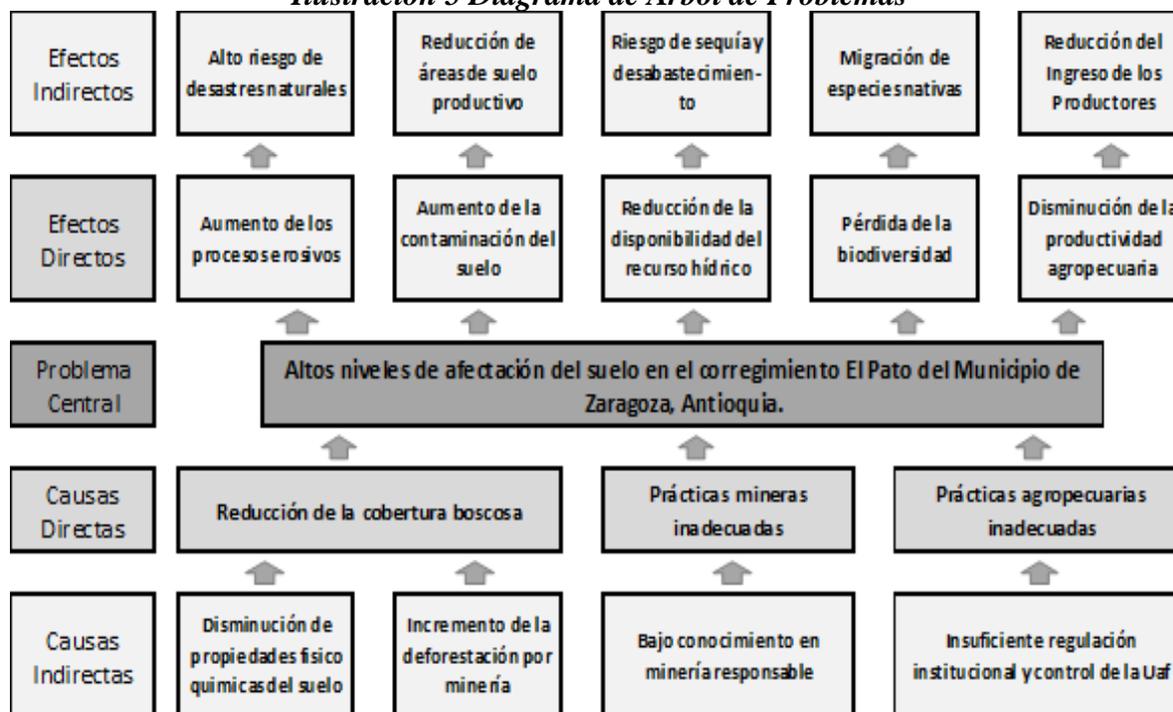
- Disminución de la productividad agropecuaria.

Dentro de los efectos indirectos, que se originan de los efectos directos mencionados, se pueden encontrar diferentes fenómenos de varias áreas de la vida en comunidad y su interrelación con el medio ambiente.

- Alto riesgo de desastres naturales.
- Reducción de áreas de suelo productivo.
- Riesgo de sequía y desabastecimiento.
- Migración de especies nativas.
- Reducción del ingreso de los productores.

1.1.1.6 Diagrama de árbol de problema

Ilustración 5 Diagrama de Árbol de Problemas



Fuente: elaboración propia

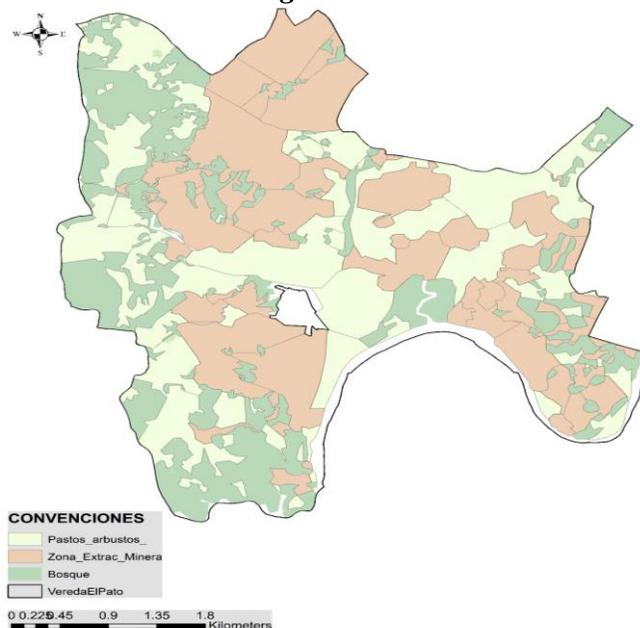
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

1.2. Justificación

Las diferentes actividades económicas o de subsistencia de los habitantes del corregimiento El Pato, como la minería, han traído múltiples problemáticas que deben ser atendidas, principalmente en lo ambiental ya que es este factor el que permitirá desarrollar otros tipos de actividades mejor reguladas desde lo social y compensar, de otro lado, el daño causado a los suelos del territorio, que es uno de los fines más relevantes perseguidos en múltiples escenarios desde lo global a lo territorial.

El impacto ambiental generado por la minería en el corregimiento El Pato es de grandes proporciones y el principal renglón de afectación de los suelos con un 39,03%, esto dado que las zonas con pastos y arbustos son usadas para actividades agrícolas y de ganadería que, aunque descontrolada si se hace con buenos ejercicios no produce efectos tan nocivos como la minería, equivale a 34,81% del suelo. La evidencia de lo mencionado se refleja a continuación.

Ilustración 6 Tipos de cobertura de suelo en el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza



Fuente: Elaboración del Ing. Jonathan Franco utilizando la herramienta ArcGis a partir de Google Maps.

El desarrollo económico del territorio se ha fundamentado, como se ha mencionado, en la extracción del oro de aluvión, hecho este que genera gran afectación en el medio ambiente en

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

general y en especial en los suelos que reciben todos los contaminantes y la explotación directa del mineral. También es importante considerar lo trascendente, para las poblaciones rurales, de tener suelos aptos y recuperados, máxime teniendo en cuenta que la minería de aluvión no es sostenible en el tiempo y tiende a decaer como sustento económico de cualquier zona donde se explote. Lo que sí deja es la afectación en recursos naturales, como el agua y el aire, y el suelo, tan necesarios para el desarrollo económico y una buena calidad de vida.

1.2.1 Contribución a la política pública

Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-, para el tema ambiental y de recursos naturales en general, como una muestra más de la importancia que ha cobrado esta situación a escala general y la relevancia que deben tener dichos objetivos en la política internacional y nacional en cada uno de los países miembros del organismo que agrupa a nivel global la gran mayoría de los países, como es la Organización de las Naciones Unidas. Bajo este contexto es que este proyecto de intervención se enmarca en un objetivo estratégico para su proyección e intención, es decir, en pro de potenciar las acciones que lleven a la resolución de la problemática de deforestación planteada, este es:

Tabla 1 Objetivos de desarrollo sostenible donde se enmarca el proyecto de intervención planteado

N° ODS	Nombre del ODS	Programa
15	Vida de Ecosistemas Terrestres	Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia a partir del documento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. ONU (2017).

1.2.1.1 Contribución al Plan Nacional de Desarrollo

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo, la iniciativa propuesta se enmarca en las siguientes Línea Estratégica, Pacto y Programa:

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Tabla 2 Presentación Plan Nacional de Desarrollo

Plan de Desarrollo Nacional "Pacto por Colombia, pacto por la equidad 2018-2022"		
Línea estratégica	Pacto	Programa
2. Biodiversidad y riqueza natural: activos estratégicos de la Nación	IV. Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo	3202 - Conservación de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

Fuente: Autoría propia a partir de la Ley 1955 de 2019.

1.2.1.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

Tabla 3 Presentación Plan de Desarrollo Departamental

Plan de Desarrollo Departamental "Unidos por la Vida 2020-2023"		
Línea estratégica	Componente	Proyecto
Línea 3. Nuestro planeta	2: Sostenibilidad ambiental y resiliencia al cambio climático	1: Mitigación y adaptación al cambio climático

Fuente: Autoría propia a partir de la Ordenanza 06 de 2020.

1.2.1.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Tabla 4 Presentación Plan de Desarrollo Municipal

Plan de Desarrollo Municipal "Unidos Construimos 2020-2023"		
Línea estratégica	Componente	Proyecto
Línea 3: Zaragoza Territorio Sostenible.	Sector. Desarrollo Territorial, gestión del riesgo y medio ambiente.	1: Unidos por un Modelo de Ocupación ordenado y ambientalmente sostenible para Zaragoza

Fuente: Autoría propia a partir del Acuerdo 03 de 2020.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

1.3 Participantes

1.3.1 Identificación de los participantes

Tabla 5 Matriz de Participantes

Actor	Entidad	Posición	Intereses o Expectativas	Contribución o Gestión
Departamental	Gobernación de Antioquia	Cooperante	Ente territorial que ha acompañado, promovido y ejecutado proyectos de este tipo. Cumplimiento de metas del Plan de Desarrollo Departamental.	Asistencia técnica y acompañamiento al Proyecto.
Nacional	Finagro	Cooperante	Entidad del orden nacional que tiene como uno de sus fines financiar proyectos de este tipo.	Cofinanciador del Proyecto.
Municipal	Alcaldía Municipal	Cooperante	Administración municipal que tiene en su Plan de Desarrollo metas de recuperación de zonas afectadas por minería.	Cofinanciador del Proyecto.
Otro	Población del Corregimiento	Beneficiario	Comunidad que se beneficia de los productos del Proyecto y que espera un mejoramiento en su calidad de vida.	Participación activa en las actividades del Proyecto. Veeduría Ciudadana.
Otro	Junta de Acción Comunal	Beneficiario	Órgano local que vela y gestiona por inversiones destinadas al Corregimiento para el bienestar de la población que representa.	Apoyo a actividades del Proyecto mediante difusión y promoción de las actividades. Veeduría Ciudadana.
Otro	Mineros de la Zona	Oponente	Sector económico responsable, en gran medida, de la problemática actual de deforestación en el Corregimiento.	Pueden verse afectados por la ejecución de los productos del Proyecto y generar oposición al desarrollo del mismo.

Fuente: Autoría propia.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

1.3.2 Análisis de los participantes

Tabla 6 Evaluación de Participantes

Actor	Expectativa	Fuerza	Resultante	Posición Potencial
Gobernación de Antioquia	4	5	20	Favorable
Finagro	4	5	20	Favorable
Alcaldía Municipal	4	4	16	Favorable
Población del Corregimiento	4	5	20	Favorable
Junta de Acción Comunal	5	5	25	Favorable

Fuente: Autoría propia.

La evaluación de participantes se realizó considerando en una escala de 1 a 5 la expectativa y la fuerza como criterios cuantificables. La expectativa se toma como el interés que genera el desarrollo de este tipo de proyectos en el actor analizado, basados en el beneficio directo que les pueda brindar. Y la fuerza se toma como la incidencia directa que puedan tener sobre la ejecución de esta iniciativa fundamentada en el cumplimiento de sus propias metas y factores como el interés político o institucional, el interés social y el comunitario.

En el Corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza existen grupos organizados como la Junta de Acción Comunal, que gestiona diferentes propuestas y proyectos sociales y productivos para beneficio de la comunidad; esta organización local tiene especial interés en proyectos de tipo ambiental y de recuperación del territorio de los estragos ocasionados por la minería de aluvión. La participación de esta organización como eje articulador de las iniciativas en la zona es fundamental para la ejecución de este proyecto y demás que se presenten para este poblado.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

La Alcaldía Municipal contempla dentro de su plan de desarrollo municipal indicadores de reforestación e indicadores de recuperación de áreas degradadas por minería. También, desde el Gobierno Nacional se ha mostrado interés en los últimos años con todo lo relacionado al posconflicto, esta zona ha sido priorizada por su alto número de víctimas y fenómenos asociados al conflicto armado en Colombia.

Por otra parte, desde la Gobernación de Antioquia existen alternativas y oportunidades para invertir en la zona, pero debido a la poca gestión no se han concretado las iniciativas. Y es de considerar que el respaldo de estos tres entes es decisivo ya que de ellos se pretende obtener la financiación del proyecto. En este orden de ideas, la articulación de los diferentes actores involucrados en la problemática ha sido escasa históricamente y prácticamente nula los últimos años.

Sin embargo, el proyecto se socializa y se harán mesas de trabajo previas con los actores involucrados para concertar entre todos, las posibilidades de ejecución dadas las condiciones establecidas en el presente proyecto.

1.3.3 Población

1.3.3.1 Población afectada por el problema

El Municipio de Zaragoza tiene una población aproximada de 30.235 habitantes según la base de datos Sisbén a 2021, de los cuales 16.981 viven en el área rural, su economía se ha fundamentado en la minería, la ganadería y cultivos de pancoger en menor escala.

La población afectada por la problemática de la minería irresponsable es directamente toda la población del Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza que tiene una población aproximada de 1.106 habitantes (Sisbén, 2021).

1.3.3.2 Población objetivo de la intervención

La población objetivo de la intervención propuesta es la perteneciente al Corregimiento El Pato que tiene una población cercana a los 1.106 habitantes (Sisbén, 2021), ya que son todos los pobladores del centro poblado los más beneficiados con los productos de la intervención.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

1.3.3.3 Características demográficas de la población objetivo

Tabla 7 Características demográficas de la población objetivo

Clasificación	Detalle	Número de Personas	Fuente de la Información
Etaria (Edad)	0 a 14 años	336	Sisbén 2021.
Etaria (Edad)	15 a 19 años	103	Sisbén 2021.
Etaria (Edad)	20 a 59 años	552	Sisbén 2021.
Etaria (Edad)	Mayor de 60 años	115	Sisbén 2021.
Género	Femenino	531	Sisbén 2021.
Género	Masculino	575	Sisbén 2021.
Población Vulnerable	Víctimas	124	RUV 2021.

Fuente: Autoría propia a partir de formato MGA.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general e indicadores de seguimiento

Disminuir los niveles de afectación del suelo en el corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza, Antioquia.

Tabla 8 Indicador de Objetivo General

Indicador de Objetivo General	Medido a través de	Meta	Fuente de Verificación
Área reforestadas	Hectáreas	100	Informe final de Interventoría.

Fuente: Autoría propia a partir de formato MGA.

1.4.2 Objetivos específicos

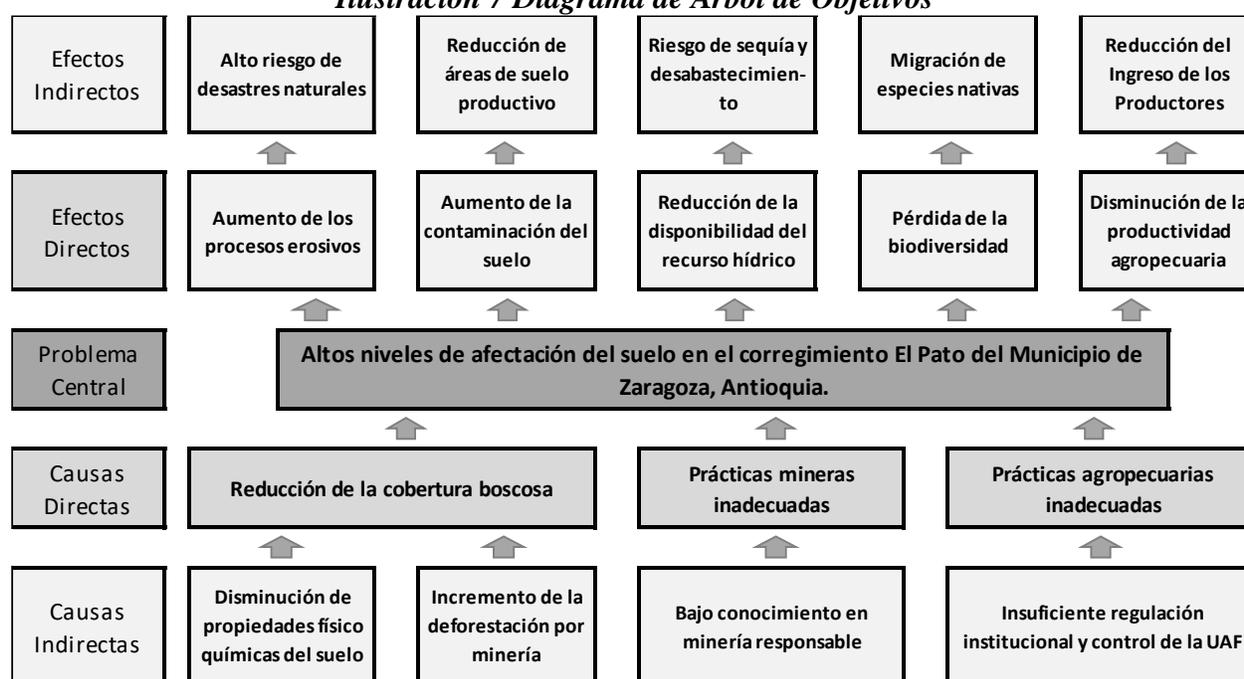
- Incrementar la cobertura boscosa.
- Fomentar prácticas mineras adecuadas.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

- Promover buenas prácticas agropecuarias.
- Restaurar suelos afectados.
- Reforestar áreas afectadas por minería.
- Generar conocimiento en minería sostenible.
- Aplicar regulación institucional y control de la UAF.

1.5 Diagrama del árbol de objetivos

Ilustración 7 Diagrama de Árbol de Objetivos



Fuente: Elaboración propia

1.6. Alternativas de la solución

Para determinar la alternativa de solución más viable frente a la problemática expuesta, realizaremos una descripción de lo que comprende y las acciones que se pretenden implementar con cada una de ellas, luego se definen los criterios de evaluación a aplicar a cada una para determinar la opción u opciones más viables. Posteriormente se hará la evaluación aplicando los criterios previstos y, por último, se define la alternativa de solución a desarrollar en la presente propuesta, a la problemática planteada y con base en la mencionada evaluación.

Las alternativas de solución propuestas son las siguientes:

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

- Recuperar áreas afectadas por minería.
- Realizar capacitaciones y sensibilización en buenas prácticas mineras.
- Realizar controles de predios y Unidad Agrícola Familiar.

1.6.1 Descripción de Alternativas de Solución

Alternativa 1: Recuperar áreas afectadas por minería.

Esta alternativa pretende incrementar la cobertura boscosa en el corregimiento mediante, y como primera medida, la restauración de suelos en sus componentes físicos y químicos acondicionando las áreas para reforestar y generar cobertura vegetal y boscosa en los suelos degradados. También comprende la etapa de sostenimiento de las áreas reforestadas durante los tres primeros años, tiempo estimado de estabilización de las plantaciones.

Alternativa 2: Realizar capacitaciones y sensibilizaciones en buenas prácticas mineras.

Con esta alternativa se busca, en primera instancia, realizar un censo de los mineros que desarrollan su actividad en el territorio del corregimiento, luego diseñar las temáticas y los contenidos de las capacitaciones y talleres a aplicar sobre buenas prácticas mineras y desarrollo responsable de la actividad, para después hacer las convocatorias respectivas y, por último, ejecutar las capacitaciones y talleres a los mineros.

Alternativa 3: Realizar controles de predios y Unidad Agrícola Familiar.

Esta alternativa comprende acciones institucionales, desde la Alcaldía Municipal, de coordinación con las entidades y organizaciones involucradas en el sector agropecuario como son la Gobernación de Antioquia, Inspección Municipal, Junta de Acción Comunal, Corantioquia y Policía Nacional, con el fin de realizar las actividades aunando esfuerzos. Luego, se realiza un inventario de predios deforestados y afectados por actividades agropecuarias en el corregimiento para continuar con la elaboración de una programación de visitas a los predios en acompañamiento con las autoridades para socializar la normatividad y aplicar sanciones.

1.6.2 Criterios de Evaluación de Alternativas

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Los criterios seleccionados para realizar la evaluación de las alternativas y la descripción de cada uno de ellos, son los siguientes:

Tabla 9 Criterios de Evaluación de Alternativas

Criterio	Definición
Impacto frente a la Problemática	Análisis de los cambios y el impacto directo frente a la problemática planteada y su magnitud que la alternativa produce.
Impacto socio-ambiental	Análisis de los cambios en la comunidad y el ambiente producto de los efectos de la ejecución de la alternativa.
Número de Beneficiarios	Cantidad de beneficiarios directos que la alternativa incluye frente al total de la población objetivo.
Tiempo Ejecución	Valoración del tiempo de ejecución de la alternativa con observancia de los estándares de calidad requeridos.
Viabilidad	Análisis ambiental, social, financiero y jurídico en cumplimiento de los requisitos establecidos para acceder a fuentes de financiación.

Fuente: Autoría propia.

1.6.3 Evaluación de Alternativas

La evaluación de alternativas se realiza con los criterios anteriormente descritos y valorando de 1 a 5, fundamentado en el peso de cada criterio sobre cada alternativa evaluada, siendo 1 la calificación con menos influencia y 5 la calificación con mayor influencia.

Tabla 10 Matriz de Evaluación de Alternativas

<i>Equivalencia</i>	30%	20%	15%	20%	15%
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Alternativas	Impacto frente a la Problemática	Impacto socio-ambiental	Número de Beneficiarios	Tiempo Ejecución	Viabilidad	Evaluación Cuantitativa
Alternativa 1 Recuperar áreas afectadas por minería.	5	4	4	2	4	3,9
Alternativa 2 Realizar capacitaciones y sensibilizaciones en buenas prácticas mineras.	3	4	3	3	2	3,05
Alternativa 3 Realizar controles de predios y Unidad Agrícola Familiar.	2	3	3	4	2	2,75

Fuente: Autoría propia.

1.6.4 Elección de una o más alternativas de solución

Teniendo en cuenta la evaluación aplicada a las alternativas estudiadas se determina la alternativa 1 como la más factible para ejecutar y que tiene mayor incidencia y tendencia a solucionar la problemática planteada, esto por haber alcanzado la puntuación más alta, se considera óptima y pasa a la etapa de preparación.

Es importante resaltar que, frente a la problemática planteada, la alternativa seleccionada es la que más impacta directamente, esto considerando que está orientada a recuperar los suelos afectados y degradados por los fenómenos estudiados, principalmente la minería de aluvión.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

2. Marco de Referencia

2.1 Marco Contextual

2.1.1 Departamento de Antioquia

Antioquia es un departamento de la República de Colombia, localizado al noroccidente de este territorio. Tiene una extensión de 63.612 km² y limita al Norte con el mar Caribe y con el departamento de Córdoba; al Occidente con el departamento del Chocó; al Oriente con los departamentos de Bolívar, Santander y Boyacá; y al Sur con los departamentos de Caldas y Risaralda. Ocupa el 6° puesto en extensión de Colombia, y es el más poblado, si se tiene en cuenta que Bogotá es una entidad administrativa especial. Su división política comprende nueve subregiones y la ciudad de Medellín es su capital (Gobernación de Antioquia, 2021).

Según el censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE, 2018), en el territorio Antioqueño habitan actualmente 6'407.102 personas (ver Ilustración 8) en un total de 125 municipios. Más de la mitad de la población que vive en las cabeceras municipales del Departamento, reside en el municipio de Medellín. Su economía genera el 13 % del PIB colombiano, ubicándose en segundo lugar tras Bogotá.

Tabla 11 Población del Departamento de Antioquia

Población censal ajustada por cobertura y porcentajes de omisión nacional y departamental por área							
AÑO 2018							
IDENTIFICACIÓN		POBLACIÓN AJUSTADA POR COBERTURA			OMISIÓN CENSAL		
Código Divipola	Nombre Departamento	Total	Cabecera	Cen Pobl y Rural Disp	Total	Cabecera	Cen Pobl y Rural Disp
5	Antioquia	6.407.102	4.972.941	1.434.161	6,7%	3,9%	16,7%

Fuente: elaboración propia a partir del Censo Población Dane, 2018. Tomado de www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Tabla 12 Población del municipio de Medellín

Población censal ajustada por cobertura y porcentajes de omisión nacional y departamental por área								
AÑO 2018								
IDENTIFICACIÓN			POBLACIÓN AJUSTADA POR COBERTURA			OMISIÓN CENSAL		
Código Divipola	Nombre Departamento	Nombre Municipio	Total	Cabecera	Cen Pobl y Rural Disp	Total	Cabecera	Cen Pobl y Rural Disp
5	Antioquia	Medellín	6.407.102	4.972.941	1.434.161	6,7%	3,9%	16,7%

Fuente: elaboración propia a partir del Censo Población DANE, 2018. Tomado de www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018.

Las nueve subregiones del Departamento son: Urabá, Suroeste, Occidente, Norte, Valle de Aburrá, Magdalena Medio, Nordeste, Oriente y Bajo Cauca (ver Ilustración 10). Cada una cuenta con características particulares que las distingue de las demás, desde la cultura y la economía hasta su geografía y extensión territorial.

La subregión del Urabá está compuesta por once municipios. En esta subregión se encuentra sobre el mar Caribe el Golfo de Urabá, zona geográfica de bastante importancia para el Departamento y el País. Sus actividades económicas predominantes son la pesca, la ganadería, la agroindustria, la explotación maderera, la agricultura y el turismo.

El suroeste antioqueño, está compuesto por 23 municipios. Su geografía es predominantemente quebrada y por su territorio pasan el río Cauca y la cuenca del río San Juan. Su principal actividad económica son los cultivos de café.

El Occidente Antioqueño está compuesto por 19 municipios. Esta región se caracteriza por ser rica en historia y en sitios de gran importancia nacional y departamental, tales como: los Parques Nacionales Naturales de Las Orquídeas y Paramillo, El Páramo de Frontino, que tienen una gran biodiversidad, así como los centros históricos de Santa Fe de Antioquia y San Jerónimo, entre otros (Gobernación de Antioquia, 2021).

La subregión del Norte se distingue por ser rica en agua y por poseer el accidente geográfico del Nudo de Paramillo, donde se encuentra el Parque Nacional Paramillo. En esta zona del Departamento están ubicados 17 municipios. La subregión está localizada en plena

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

cordillera Central, entre el área norte del Valle de Aburrá y el nudo de Paramillo, límite de la cordillera Occidental (PDD “Unidos por la Vida” 2020-2023, 2020).

El Valle de Aburrá es la subregión del Departamento que mayor desarrollo económico, industrial y poblacional contiene. En él se encuentra la cuenca del río Medellín. Está compuesta por 10 municipios que en conjunto conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Debido al alto desarrollo urbanístico e industrial, en los últimos años ha sufrido serios problemas ambientales, y por lo tanto, ha permitido un aumento de conciencia ambiental que se manifiesta en el aumento del cuidado del medio ambiente y el desarrollo de proyectos con enfoque ambiental (PDD “Unidos por la Vida” 2020-2023, 2020).

La subregión del Magdalena Medio está situada al oriente de Antioquia en la franja que limita con el río Magdalena. En ella se encuentran 9 municipios del Departamento, destacándose como principales actividades la minería, la explotación carbonífera y la extracción de calizas, calcáreos, cuarzo y mármoles; así mismo, es importante el cultivo de la palma de aceite. Las actividades ganaderas son también un importante renglón en la economía local. En Yondó hay explotación petrolera (PDD “Unidos por la Vida” 2020-2023, 2020).

El Nordeste antioqueño está compuesto por 10 municipios. La principal actividad económica es la minería aurífera. Después del Bajo Cauca, es la segunda región productora de oro en Antioquia. En lo referente a la agricultura, su principal producto es la caña panelera, seguido del cultivo de café, otros productos son el maíz, el fríjol y el plátano. En cuanto a la producción ganadera, la carne y la leche son los productos más comercializados (PDD “Unidos por la Vida” 2020-2023, 2020).

Por otro lado, la subregión del Oriente Antioqueño es la segunda zona del Departamento que concentra la mayor población y actividades económicas. Está compuesto por 23 municipios, dividiéndose en el Oriente Cercano y Lejano. Ofrece atractivos paisajísticos variados y una oferta turística también diversa. En esta subregión se encuentra el complejo de embalses más importante del País y el Aeropuerto Internacional José María Córdoba. Estos elementos y otros han permitido que la calidad de vida en general en esta subregión sea alta. Sin embargo, se distinguen algunos municipios donde esta característica no se cumple (PDD “Unidos por la Vida” 2020-2023, 2020).

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Finalmente, está la subregión del Bajo Cauca. En esta subregión se encuentra la zona de estudio, por lo tanto, en la siguiente sección se hablará de ella.

Ilustración 8 Mapa de Antioquia con Subregiones



Fuente: Gobernación de Antioquia, 2021.

2.1.2 El Bajo Cauca

La subregión del Bajo Cauca está ubicada en la cordillera Central de los Andes entre las serranías de San Lucas y Ayapel. En este territorio antioqueño se encuentran las cuencas de los ríos Nechí y Cauca. La minería ha sido una de las actividades económicas más importantes en esta subregión del Departamento, siendo incluso en los comienzos el detonante de su poblamiento. Sin embargo, hay otras actividades que hacen parte de las dinámicas económicas como lo son: la producción piscícola, la agricultura y la ganadería. Por su cercanía con el departamento de Córdoba, su cultura es una mezcla de costumbres antioqueñas y costeñas que hace que sus pobladores se caractericen por su alegría (Gobernación de Antioquia, 2021).

Hace parte de este territorio los municipios de Cáceres, Caucasia, El Bagre, Nechí, Tarazá y Zaragoza. Entre los municipios de Caucasia y el Bagre, se concentra el 57.2 % de la población en la Subregión (Ver **Tabla 13**).

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Tabla 13 Distribución de la población en la subregión del Bajo Cauca y el aporte porcentual por municipio al total de la subregión

Municipio	Población	Porcentaje
Cáceres	28.996	11.7
Caucasia	90.213	36.3
El Bagre	51.862	20.9
Nechí	25.790	10.4
Tarazá	26.964	10.9
Zaragoza	24.651	9.9
TOTAL	248.476	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de información DANE, 2018.

2.1.3 Municipio de Zaragoza

Este Municipio limita al Norte con el municipio de Caucasia, al Sur con el municipio de Segovia, por el Este con el municipio de El Bagre y por el Oeste con los municipios de Anorí y Cáceres. La altitud de la cabecera municipal: 50 metros sobre el nivel del mar y maneja una temperatura media: 34°C. Su distancia a Medellín es de 209 Km. Su territorio en cuanto a relieve es montañoso y quebrado, sin embargo, la zona urbana está ubicada en suelos de pendientes mínimas que se hacen propicias para el desarrollo urbanístico del municipio. Los suelos que se ubican a orillas del río Nechí son altamente vulnerables por su propensión a las inundaciones (Alcaldía Municipal de Zaragoza Antioquia, 2021).

El territorio se encuentra dividido en cincuenta y ocho veredas, distribuidas en cuatro centros poblados (El Saltillo, Escarralao, Vegas de Segovia y Cordero Icacales) y dos corregimientos (El Pato y Buenos Aires Palizada). Según el censo realizado por el DANE en el 2018, el municipio cuenta con una población de 24.651 habitantes distribuido en 11.173 personas en la cabecera y 13.478 personas en centros poblados rural y disperso. Esta distribución de la población hace que el municipio tenga su población principalmente ubicada en zona rural, y, por

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

lo tanto, no presenta todavía el fenómeno de concentración en la zona urbana de sus habitantes que de forma general se evidencia en otras subregiones del Departamento (Alcaldía Municipal de Zaragoza Antioquia, 2021).

El municipio de Zaragoza se basa en la agricultura con cultivos permanentes principalmente de caucho con un 31%, cacao con un 45%, yuca 13% seguido del plátano con el 8% y con cultivos transitorios como el arroz tecnificado con un 16%, arroz tradicional con un 21% seguido del maíz con un 5% (Plan de Desarrollo Unidos Construimos 2020 - 2023., 2020). Sin embargo, la principal actividad económica en el municipio es la explotación de minerales y oro. Según el mapa minero de Antioquia, para el 2017 se identifican 87 títulos mineros, 43 trámites mineros y 14 solicitudes de legalización minera (Secretaría de Minas Municipal, 2021).

2.2. Marco Legal

Tabla 14 Normatividad vigente en suelos, minería y plantaciones forestales

Norma	Descripción
Ley 2 de 1959	<ul style="list-style-type: none"> * Estableció zonas forestales protectoras y bosques de interés general para el desarrollo de la economía forestal, la protección de los suelos y la vida silvestre. * Creó 7 reservas forestales: Central, Motilones, Pacífico, Amazonía, Sierra nevada de Santa Marta, río Magdalena y Cocuy
Decreto 2811 de 1974 - Código de Recursos Naturales	<ul style="list-style-type: none"> * Estableció para las actividades agrícolas y forestales la obligación de conservación y recuperación. * Clasificó las áreas forestales en i) productoras (conservada de forma natural o artificial para obtener productos para la comercialización) ii) protectoras iii) protectoras-productoras. * Consideró la actividad de plantación entre las industrias forestales. * Estableció 3 tipos de plantaciones: 1. Industrial: ubicada en área forestal productora con el fin de destinarla a la producción directa e indirecta. 2. protectora-productora y 3. Protectora.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Ley 99 de 1993	<p>* Creó el Ministerio de Ambiente, al cual se le atribuyó la formulación de la política nacional ambiental y la función de establecer los criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio.</p> <p>* Traslado al Ministerio de Agricultura la función de formular la política de cultivos forestales con fines comerciales, de especies introducidas o autóctonas, con base en la Política Ambiental que establezca el Min. Ambiente.</p> <p>* Atribuyó a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), entre otras, funciones para: otorgar permisos, autorizaciones, licencias ambientales, aprovechamientos forestales, ejercer el control a la movilización, procesamiento y comercialización de recursos naturales renovables, imponer sanciones y exigir la reparación de daños causados.</p>
Ley 101 de 1993	<p>La explotación forestal y la reforestación comercial se entienden como actividades esencialmente agrícolas.</p>
Ley 139 de 1994	<p>* Creó el Certificado de Incentivo Forestal (CIF) como un reconocimiento del Estado a las externalidades positivas de la reforestación en tanto los beneficios ambientales y sociales generados son apropiables por el conjunto de la población. Esta ley también admite otros sistemas de incentivo forestal y crea, además, un Comité Asesor de Política Forestal</p> <p>* Calificó a los pequeños reforestadores como aquellos que desarrollan proyectos forestales en un área hasta de 500 hectáreas.</p>
Decreto 1791 de 1996	<p>* Estableció el régimen de aprovechamiento forestal y los diferentes tipos de aprovechamiento forestal.</p> <p>* Mantuvo la clasificación que ya había traído el Código de Recursos Naturales: plantaciones forestales de carácter industrial o comercial, plantaciones protectoras-productoras y plantaciones protectoras.</p> <p>* Estableció el salvoconducto para la movilización de productos forestales.</p> <p>* Otorgó a las autoridades ambientales, el control de las movilizaciones.</p>
Ley 811 de 2003	<p>Creó las organizaciones de cadena, entre ellas, la forestal, que se debían inscribir ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).</p>
Decreto 1498 de 2008	<p>* Reglamentó los cultivos forestales comerciales y los sistemas agroforestales.</p> <p>* Estableció el registro para cultivos y sistemas agroforestales con fines comerciales ante el Ministerio de Agricultura.</p> <p>* Estableció la remisión de movilización para los productos de transformación primaria y los de madera descortezada de plantaciones forestales comerciales.</p> <p>* Reconoció las competencias de otras entidades públicas respecto al control y seguimiento de los productos forestales.</p>
Ley 1328 de 2009	<p>Traslado al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) las funciones de las Corporaciones Autónomas regionales (CAR) en relación al Certificado de Incentivo Forestal (CIF), para apoyo de programas de reforestación comercial.</p>

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Decreto 4600 de 2011	Creó la Ventanilla Única Forestal para centralizar los trámites y procedimientos que requiere el ejercicio de la actividad forestal con fines comerciales.
Resolución 40391 de 2016, por la cual se adopta la Política Minera Nacional.	Este documento de política se constituye como el marco de operación y la línea estratégica para el desarrollo del sector en el país. En él se puede encontrar un análisis contextual con los principales retos del sector, así como el marco estratégico y los pilares que se deben tener en cuenta para que la actividad genere valor agregado al desarrollo de las regiones, por medio del diálogo tripartito y los instrumentos de buenas prácticas.
Decreto 4134 de 2011	Se crea la Agencia Nacional de Minería (ANM); se determina su objetivo y estructura orgánica.
Resolución 0229 de 2016	Por medio de la cual se prorroga la delegación de funciones a la Gobernación de Antioquia, y se dictan otras disposiciones
Ley 685 de 2001	Código de Minas. Art. 271, Ley 685 de 2001, reglamentado por la Resolución 428 de 2013, programa mínimo de exploración propuesto para el área solicitada. Decretos 0935 y 1300 de 2013.
Ley 1753 de 2015	Plan Nacional de Desarrollo (2014-2018), art. 20. Se da continuidad a las áreas estratégicas mineras creadas en el artículo 108 de la Ley 1450 de 2011, como mecanismo alterno al régimen ordinario, para la asignación al derecho de explorar y explotar minerales, por medio de un proceso de selección objetiva. Denomina estas áreas como "áreas de reserva estratégica mineras".
Sentencia C-123 de 2014 de la Corte Constitucional	Declaró exequible el artículo 37 del Código de Minas. Este fallo, si bien no establece de manera directa la obligación de la Agencia Nacional de Minería (ANM) de concertar con las autoridades para la declaratoria y posterior adjudicación de las áreas estratégicas mineras, establece la obligación de realizar concertación con las autoridades locales para algunos de sus temas.
Auto del 11 de mayo de 2015 del Consejo de Estado	Ordenó la suspensión provisional de los efectos de los actos administrativos de delimitación de áreas estratégicas mineras por encontrar que no se agotó el procedimiento de consulta previa a las comunidades étnicas presentes en los territorios. Suspensión provisional de los efectos de los actos administrativos de delimitación de áreas estratégicas mineras (art. 20 de la Ley 1753 de 2015).
Sentencia T-766/15 Corte Constitucional	Revoca el fallo judicial proferido por el Consejo de Estado el 16 de diciembre de 2013, y deja sin valor y efecto los actos administrativos de delimitación de las áreas estratégicas mineras.
Decreto 1073 de 2015	Expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía. Capítulo 2. Contrato de concesión. Sección 1. Concesiones concurrentes.
Resolución 32 de 2016	Por la cual se modifica la delimitación de las áreas de reserva estratégicas mineras, contenidas en la Resolución 45 del 20 de junio de 2012, de la Agencia Nacional de Minería (ANM).

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Decreto 2655 de 1988 - Código de Minas	Derogado, pero es vigente para títulos otorgados bajo esta norma. Art. 248, de vigilancia y control, y art. 258, función de inspección, obligación.
Ley 685 de 2001	Art. 318, establece el deber y la forma de fiscalización, y la vigilancia de los contratos de concesión. Art. 321, auditorías mineras externas
Decreto 2222 de 1993	Reglamento de higiene y seguridad en labores mineras en cielo abierto. Art. 11, vigilancia y control. Este decreto fue actualizado por la ley 1562 de 2012, por la cual se modificó el sistema de riesgos laborales
Ley 1530 de 2012	Regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías. Art. 13, definición de fiscalización
Resolución 18 0876 de 2012	Delegación de la función de fiscalización del Ministerio de Minas y Energía a la Agencia Nacional de Minería.
Decreto 1886 de 2015	Reglamento de seguridad en labores mineras subterráneas. Art. 24, inspección, vigilancia y control. Art. 244, visitas técnicas de vigilancia y control.
Decreto 0276 de 2015	Adopta medidas relacionadas con el Registro Único de Comercializadores (RUCOM).
Decretos 1073 de 2015 y 2504 de 2015	Aspectos técnicos, tecnológicos, operativos y administrativos para ejercer la labor de fiscalización minera
Resolución 40558 del 2016	Por la cual se modifica el Formato Básico Minero (FBM).
Decreto 1666 del 21 de octubre de 2016.	Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 21 de la Ley 1753 del 9 de junio de 2015, frente a la clasificación de la minería, y se toman otras determinaciones.
Ley 141 de 1994.	Crea el Fondo Nacional de Regalías, la Comisión Nacional de Regalías, se regula el derecho del Estado a percibir regalías por la explotación de recursos naturales no renovables. Se establecen las reglas para su recaudo y distribución, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 145 de 1995.	Capítulo III. Régimen de regalías y compensaciones generadas por la explotación de recursos naturales no renovables. Art. 16, regalías mínimas por la explotación de recursos naturales no renovables de propiedad nacional, sobre el valor de la producción en boca o borde de mina o pozo. Liquidación, recaudo, distribución y transferencia de regalías derivadas de la explotación de minerales
Decreto 600 de 1996	Reglamenta parcialmente la Ley 141 de 1994, en lo que se refiere al recaudo, distribución y transferencia de las regalías derivadas de la explotación de carbón, metales preciosos y concentrados polimetálicos.
Ley 685 de 2001	Capítulo XXIV, contraprestaciones económicas. Art. 212. Las contraprestaciones económicas que percibe el Estado a cargo de las personas a quienes se otorga el derecho a explorar o explotar recursos minerales constituyen una retribución directa por el aprovechamiento económico de dichos bienes de propiedad nacional. Para todos los efectos, los impuestos específicos a que se refiere el presente Código se consideran también contraprestaciones económicas. Art. 213. Las contraprestaciones económicas son de cuatro clases: canon superficiero, regalías, participaciones e impuestos específicos.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Ley 756 de 2002	Modifica la Ley 141 de 1994; se establecen criterios de distribución y se dictan otras disposiciones
Ley 1530 de 2012	Regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías. Art. 15. La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y la Agencia Nacional de Minería (ANM) señalaron condiciones para la determinación de los precios base de liquidación de las regalías y compensaciones. Art. 16, disposiciones en materia de recaudo
Resolución 0850 de 2013	Se establecen los términos y condiciones para la determinación de los precios base de liquidación de regalías y compensaciones por explotación de minerales no metálicos y radioactivos.
Resoluciones. Precios base para liquidación de regalías	Carbón. Resolución 362 de 29-junio-2017. Minerales metálicos. Resolución 574 de 28-Sep-2017. Minerales no metálicos. Resolución 184, del 30 de marzo de 2016. Níquel. Resolución 6 576 de 28-Sep-2017.
Decreto 1073 de 2015	Expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía. Art 2.2.1.1.1.1.2.3. Definición del área de yacimientos mineros.
Ley 685 de 2001	Art. 230, establece la definición y disposiciones para la liquidación, recaudo y destinación de los cánones superficarios. Art. 325, establece las disposiciones para el cobro de derechos o cuotas por parte de la autoridad minera por la prestación de sus servicios.
Ley 1530 de 2012	Regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías. Arts. 17 y 18, establecen las disposiciones en materia de transferencia y distribución de los recursos recaudados por concepto de regalías
Resolución 1004 de 2013	Distribuye y ordena el giro de los rendimientos financieros de los recursos de regalías causadas antes de la entrada en vigencia del Sistema General de Regalías (SGR).
Decreto Único Reglamentario del DNP 1082 de 2015, título 4.	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector administrativo de planeación nacional, título 4 (Sistema General de Regalías).
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables; se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). En el título VIII se establece la obligatoriedad de la licencia ambiental y sus disposiciones. Título que ha sido reglamentado en el Decreto 2041 de 2014
Ley 685 de 2001.	En los artículos 85, 205, 206 y 208, entre otros, se establece la realización del estudio de impacto ambiental y la expedición de la licencia ambiental, como requisito para la iniciación de los trabajos y obras de la explotación minera.
Ley 685 de 2001	Art. 218. Condiciones del aporte social. El aporte o contribución de los particulares a una sociedad, del derecho a explorar y explotar emanado de un título minero, estará condicionado a la vigencia de ese derecho. PASAR A INV. SOCIAL

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Ley 1753 de 2015.	Art. 22. A partir del 9 de junio de 2015, en los contratos de concesión que suscriba la Autoridad Minera Nacional, deberá incluirse la obligación del concesionario de elaborar y ejecutar planes de gestión social.
Resolución 409 de 2015	Modifica la Resolución 420 de 2013. Se define en la cláusula 7, numeral 15, que el concesionario minero estará obligado a “Presentar a la Autoridad Minera un Plan de Gestión Social, que incluya al menos uno de los componentes establecidos en los artículos 251 a 256 de la Ley 685 de 2001, o aquellas, normas que los modifiquen, adicionen, o sustituyan [...]”.
Resolución 708 de 2016	La ANM reglamentó el art. 22 de la Ley 1753 de 2015, “Por la cual se establecen los criterios para la elaboración, evaluación y ejecución de los Planes de Gestión Social [...]”; esta fue publicada de manera oficial en la página web de la Agencia Nacional de Minería, el 29 de agosto de 2016. La normativa se basó en las publicaciones de la Agencia Nacional de Minería (ANM) denominadas “Guía para planes de gestión social”, y su complemento con la “Caja de herramientas - Anexo Guía No. 1”.
Ley 1712 de 2014	Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 163 de 1963	Ley de incentivos a la forestación, reforestación y a la protección de los bosques: El principal objetivo de esta ley es establecer incentivos para promover la incorporación del sector privado en la ejecución de programas de reforestación y protección de los bosques, con el fin de lograr su más amplia participación en la reversión del proceso de deforestación que sufre el país, en el adecuado manejo de los bosques naturales y en el establecimiento de plantaciones forestales
Decreto 1257 de 2017	Por el cual se crea la Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación y la Gestión Integral para la Protección de Bosques Naturales”. Este decreto tiene por objeto orientar y coordinar las políticas públicas, planes, programas, actividades y los proyectos estratégicos que dentro del ámbito de sus competencias, deben llevar a cabo las entidades para el control a la deforestación y la gestión de bosques naturales en el país.
Ley No. 139 del 21 de junio de 1994	Reglamentada por el Decreto 900 de 1997. Mediante esta ley se crea el certificado de incentivo forestal (CIF) y se dictan otras disposiciones. “Su fin es el de promover la realización de inversiones directas en nuevas plantaciones forestales de carácter protector-productor en terrenos de aptitud forestal. Podrán acceder a éste las personas naturales o jurídicas de carácter privado, entidades descentralizadas municipales o distritales cuyo objeto sea la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y entidades territoriales, que mediante contrato celebrado para el efecto con las entidades competentes para la administración y manejo de los recursos naturales y renovables y del ambiente, se comprometan a cumplir un Plan de Establecimiento y Manejo Forestal, en los términos y condiciones señalados en la presente ley.”

Fuente: elaboración propia

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

2.3 Antecedentes

La explotación de minería de aluvión es una de las actividades extractivas con mayor índice de ilegalidad del país; se dice que sólo el 2% cumple con los requisitos legales para ejercerla (Acosta, 2017). La gran pugna histórica de explotación de oro de aluvión ha generado grandes impactos ambientales y sociales irreversibles en todo el territorio colombiano donde su principal problemática asociada al conflicto armado ha sido la ilegalidad de las áreas de explotación de oro de aluvión (Acosta, 2017).

Hacia el año 2011 (Sistema de Información Minero Colombiano; citado por Acosta, 2017, p.3) el 82% del producido total proviene de la minería de aluvión y el restante, un 18% de minería de beta; de esta totalidad producida, 95% de las minas de aluvión NO poseen titulación y donde más se presenta este tipo de explotación es en los departamentos de Chocó y Antioquia. En el caso del departamento de Antioquia, históricamente, su economía se ha caracterizado por ser principalmente minera; registros demuestran que esta región llegó a poblarse por el desarrollo de la mencionada actividad, siendo así el departamento que más produce oro a nivel nacional (Acosta, 2017). Para el 2015, el 78% fue producido en los municipios de Tarazá, El Bagre y Nechí convirtiéndose en los epicentros de explotación y extracción de este metal, tomando como referencia los 8,8 millones de kilogramos de oro extraídos en ese año (Acosta, 2017).

Antioquia se ha convertido en el blanco de la extracción de oro de aluvión, no solo por su riqueza mineral del subsuelo sino también por ser un corredor geoestratégico en las dinámicas del conflicto armado como la amplia presencia de bandas criminales, el narcotráfico y una marcada debilidad estatal, acompañado, según Acosta (2017), de un alto porcentaje de informalidad en la ocupación de tierra.

En el 2020, según el informe de Explotación de oro de aluvión. Evidencias a partir de percepción remota (2020), elaborado por Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) con apoyo de la Embajada de Estados Unidos en Colombia y del Ministerio de Minas y Energía, reveló que el 69% del oro explotado en tierra es de origen ilícito, se encontraron evidencias de explotación de oro de aluvión (EVOA) en 100.752 hectáreas aumentando en un 3% respecto al año anterior. Del total de hectáreas encontradas, 70.000 pertenecen a zonas de restricción ambiental y a extracciones ilegales y 40.890 hectáreas se concentran en Antioquia siendo epicentro los municipios de Zaragoza y Nechí que representan el 22% del total de hectáreas

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

nacionales, “zonas vulnerables con condiciones de pobreza, marginalidad y difícil acceso” (UNODC, 2020, p.11). Lo anterior se puede visualizar en la tabla mostrada a continuación y el incremento de cobertura de minería de aluvión del 2016 al 2020 (tabla 12).

Tabla 15 Presencia Nacional de Evidencia de explotación de oro de Aluvión –EVOA- en tierra 2020

Departamentos con presencia de EVOA en tierra								
Área nacional detectada de EVOA en tierra	2016 83.620 ha		2018 92.046 ha		2019 92.028 ha		2020 100.752 ha	
Departamento	EVOA en tierra 2016 (ha)	Participación nacional 2016 (%)	EVOA en tierra 2018 (ha)	Participación nacional 2018 (%)	EVOA en tierra 2019 (ha)	Participación nacional 2019 (%)	EVOA en tierra 2020 (ha)	Participación nacional 2020 (%)
Antioquia	30.897	37	36.447	40	40.201	41	40.890	41
Chocó	33.024	39	35.194	38	35.105	36	36.552	36
Bolívar	7.820	9	8.913	10	10.642	11	10.583	11
Córdoba	3.592	4	3.982	4	4.976	5	4.975	5
Nariño	2.677	3	2.921	3	3.171	3	3.374	3
Cauca	3.702	4	3.004	3	2.697	3	2.807	3
Valle del Cauca	1.023	1	889	1	608	1	765	1
Putumayo	537	<1	437	<1	291	<1	405	<1
Guainía	117	<1	139	<1	135	<1	185	<1
Caquetá	54	<1	50	<1	53	<1	78	<1
Vaupés	32	<1	0	0	0	0	0	0
Otros	146	<1	70	<1	147	<1	139	<1
Municipios con mayor presencia de EVOA en tierra 2020								

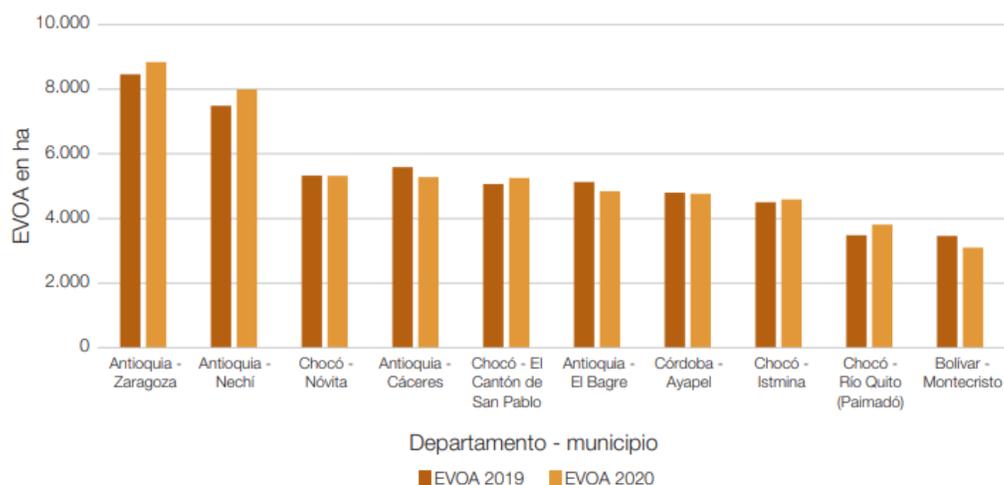
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Municipio	Departamento	EVOA en tierra (ha)	Participación nacional (%)
Zaragoza	Antioquia	8.842	9
Nechí	Antioquia	7.996	8
Nóvita	Chocó	5.322	5
Cáceres	Antioquia	5.285	5
El Cantón de San Pablo	Chocó	5.253	5

Fuente: UNODC, 2020. Informe de Explotación de oro de aluvión.

Respecto a los municipios con mayor presencia de EVOA en tierra entre el 2019 al 2020, el primer lugar lo tiene el municipio de Zaragoza- Antioquia que de 8.300 hectáreas en el 2019 pasa a 9.000 (aprox.) en el 2020 aumentando en un 4%, como se muestra en la figura a continuación.

Ilustración 9 Top 10 de municipios con mayor presencia de EVOA en tierra, 2019-2020



Nota. La figura muestra las cifras de EVOA en hectáreas en los municipios de Colombia con mayor presencia de esta actividad minera en los años 2019 y 2020. Fuente. UNODC (2020).

Lo anterior, ha conllevado a que la explotación minera de aluvión degrade los suelos; tal es el caso de Zaragoza que es el municipio del país con mayor pérdida de coberturas de alto valor

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

ambiental (AVA) por EVOA en tierra del 2019 al 2020, perdiendo 489 hectáreas AVA representando el 8% de participación nacional de pérdida de estas coberturas (UNODC, 2020). Una de las razones por las que se degradan los suelos al ejercer la minería de aluvión, es, por ejemplo, que para extraer 17 toneladas de oro se producen 48 millones de toneladas de residuos como gravas, arena y arcillas, y se aplican 108 toneladas de mercurio que contaminan suelos, aire y aguas tanto superficiales como profundas (Peña, 2013).

La minería aluvial ya sea artesanal, pequeña, mediana o a gran escala informal, en el Bajo Cauca Antioqueño, el 100% usa mercurio y otros elementos contaminantes y altamente tóxicos y no tienen protección ni precaución, sino que vierten los residuos del metal pesado directamente al suelo o a cuerpos de agua (David, 2017) dejando así una gran preocupación por los desastres, daños y conflictos ambientales irreversibles que se generan.

En cuanto a la situación ambiental frente a la problemática, encontramos que en el mundo cada vez más crece la preocupación y el interés por todo lo relacionado al medio ambiente, desde los años ochenta del siglo pasado se vienen suscitando voces en favor de la preservación y el cuidado de los recursos naturales que cada vez tienen más eco o receptividad por parte de todos los sectores de la sociedad global, incluyendo los líderes de las potencias más grandes y desarrolladas del planeta. Muestra de ello es el Protocolo de Kioto que fue planteado en diciembre de 1997 pero que entró en vigor hasta febrero de 2005 y para 2009 ya eran 187 naciones las que habían ratificado el protocolo, éste a su vez hace parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) dentro de lo que se conoció mundialmente como la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992. Este protocolo dio la fuerza y el impulso que necesitaban las iniciativas de dicha Cumbre en cuanto a la reducción de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global (ONU, 2017; p10).

Consecuentemente se encuentra el aporte que hacen en todo el mundo los proyectos de recuperación de suelos mediante reforestación y recuperación de las zonas devastadas y desertificadas por las múltiples actividades humanas de expansión irresponsable, sin consideraciones de sostenibilidad. En este sentido han surgido iniciativas de diversos países con miras a la creación de espacios aptos para la conservación del recurso hídrico, la recuperación de las especies vegetales, la producción de oxígeno, la disminución de los niveles de monóxido de

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

carbono, entre otros; a través de la reforestación de zonas ya afectadas por las actividades humanas mencionadas (Cumbre de la Tierra, 1992).

Según la Organización de Naciones Unidas -ONU- cada año desaparecen 13 millones de hectáreas de bosque en el mundo y esto, como es sabido, pone en peligro la seguridad alimentaria de la población siendo los bosques fundamentales para dar refugio y combatir el cambio climático ya que son garantía de protección de la diversidad biológica, además, dice igualmente la ONU, dada la lucha contra la pobreza, la deforestación y la desertificación, provocadas por las actividades humanas y el cambio climático han afectado la vida y los medios de vida de millones de personas en el planeta, y suponen un gran reto para el desarrollo sostenible; también se habla de que la degradación persistente de suelos y bosque ha ocasionado la desertificación de 3600 hectáreas de tierra, cifra esta significativa teniendo en cuenta los efectos tan profundos que estamos viviendo por el cambio climático (ONU, 2018,p10).

Es así como el ODS número 15 dentro de las metas propuestas habla que “luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo”, también tiene como meta, el mismo ODS, de “Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica...”. De igual manera el ODS número 6 tiene como meta “De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos”. Como se observa en las metas planteadas es de suma importancia impactar positivamente la tierra a través de acciones claras encaminadas a recuperar el medio ambiente, toda vez que con dichas acciones se generan condiciones que permitirán contrarrestar el cambio climático (ONU, 2018;p10).

Desde el Banco Mundial y los demás gobiernos, como el G8, con poder suficiente para influir en los lineamientos de naciones para enfocar los esfuerzos en procura de objetivos comunes y generales a la humanidad, también se muestra interés máximo en lo concerniente a las políticas encaminadas a mejorar las condiciones del medio ambiente también, siendo coherentes con la tendencia mundial, se integran a los objetivos propuestos en materia de desarrollo

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

sostenible desde la ONU a través de indicadores que permiten medir los avances de los factores más influyentes hacia la problemática del cambio climático en general, como también se integran con acciones concretas para reducir estos impactos generando condiciones más propicias que desemboquen en impactos reales sobre los niveles de calidad de vida, como es la financiación y cofinanciación de iniciativas nacionales y regionales de países en este sentido (ONU, 2018;p3).

Consecuentemente con lo anterior, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés: Food and Agriculture) en su infografía “El estado de los bosques del Mundo” (2016), plantea de forma clara la interrelación de los bosques, la agricultura y el desarrollo sostenible, y como su gestión articulada es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y hacerle frente al cambio climático; sin embargo, resulta contradictorio que los bosques aportan de manera significativa a la agricultura porque estabilizan suelos, regulan el clima y los flujos de agua, dan refugio y sombra, entre otros, y es la agricultura la principal actividad responsable de la deforestación a nivel mundial, máxime cuando en los países no se integran ni se coordinan para actuar en armonía las políticas agrícolas, forestales y de usos de la tierra. Sin embargo, en el documento mencionado se muestran experiencias de algunas naciones, donde se han podido conciliar los intereses de estos sectores y desde el gobierno se imparten políticas tendientes a armonizar su desarrollo, de forma paralela manteniendo el equilibrio entre estas, con muy buenos resultados para el bien común (FAO, 2016).

En este punto mencionado en el párrafo anterior, se detalla que estos ejemplos, en el contexto de casos de éxito, cobran mayor relevancia debido a que la creciente demanda mundial, y cada vez en aumento, de alimentos y otros productos provenientes del suelo requieren de tierras más productivas cada vez y gestionada de forma sostenible. Este documento también dice que

La transferencia de los derechos de gestión de los Recursos Forestales a las comunidades locales y los pequeños agricultores ayuda a mejorar el acceso a los beneficios de los bosques, lo cual da lugar, a su vez, a un mayor reconocimiento del valor de los bosques. Para lograr una gestión forestal eficaz y colaborativa, es necesario que las instituciones públicas y las organizaciones comunitarias entiendan sus funciones y tengan la capacidad de desempeñarlas (El estado de los bosques del mundo, 2016).

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Con este enunciado se muestra una alternativa, tal vez la mejor estrategia que se puede implementar en la comunión del sector forestal y el sector agricultura en pro de ejercer las dos actividades de forma conjunta y sin perjuicio de ninguna de ellas con el fin de alcanzar la sostenibilidad tan buscada en estos dos sectores.

Consecuentemente con lo anterior, en América Latina se tiene un referente importante a la hora de hablar del tema ambiental desde lo forestal y es un claro ejemplo de lo importante tanto ambiental como económicamente para una nación tener una política forestal bien formulada y en armonía con los demás sectores de la economía. Es así como Chile desde los años 70's con la apertura comercial empezó a consolidar un modelo de desarrollo basado en la exportación de recursos naturales y en especial de productos forestales, de los que llega a exportar el 72% de su producción, es tal el nivel de especialización en este sector que entre 1975 y 2009 tuvo una tasa de forestación-reforestación de 95 mil hectáreas por año, llegando esto a convertirse en un patrimonio total plantado de 2.6 millones de hectáreas (Reyes et al., 2014).

Lo anterior según el texto “Gobernanza del sector forestal chileno” (2014). De otro lado, según se expresa en “El estado de los bosques del Mundo” (2016), se tiene en Centroamérica, más específicamente en Costa Rica, algunos de los principales factores que han aportado a las orientaciones positivas en materia de cubierta forestal y seguridad alimentaria, es así como desde 1997 se viene sosteniendo una financiación estable destinada a los bosques a través de un sistema de PSA (pago por servicios ambientales), cuya financiación ha priorizado la protección de los bosques y las cuencas hidrográficas, la conservación, los sistemas que integran pastos y árboles, así como la reforestación con especies nativas. Otro punto favorable en el esquema desarrollado en este país es que se han consolidado las áreas protegidas de propiedad estatal y un gran número de propietarios privados han estado dispuestos a vincularse a través de enfoques similares en sus propias tierras, a su vez, esto les ha permitido beneficiarse de los PSA y de un nuevo sector que aparece en la escena económica en este punto como es el ecoturismo, que ha sido ampliamente difundido y promocionado como consecuencia resultante de la política forestal con resultados favorables tanto para particulares como para el mismo estado.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Cabe resaltar que en América Latina se vive una situación preocupante, expresada en un artículo llamado “Deforestación en América Latina es particularmente grave” publicado en la página web www.carbono bosques.org, donde dicen que los cálculos indican que en Latinoamérica se han talado aproximadamente 2 millones de kilómetros cuadrados de bosques durante los últimos 30 años, esta superficie es superior a la de la República de México y expresa una preocupación mayor ya que la afectación mayor de este fenómeno, y en general del cambio climático, se manifestará en las zonas caribeñas particularmente la que habita en pequeñas naciones insulares.

En este informe prevén que en 40 años Venezuela podría llegar a ser un desierto si se continúa con la tasa de deforestación anual calculada en 503 mil hectáreas por año, igualmente en Argentina arrasaron con 1.3 millones de hectáreas entre 2010 y 2015 según la Unidad de Monitoreo del Sistema de Evaluación Forestal de la Dirección de Bosques de ese país. Y, por último, dentro de este contexto, y expresado en el artículo mencionado, miramos con preocupación a Colombia ya que, dice el escrito, presenta una de las cinco mayores tasas de deforestación de bosque húmedo tropical en el mundo debido a múltiples factores, pero hacen especial énfasis en el aumento de los cultivos de coca principalmente en la región de la Amazonía, departamentos de Caquetá, Guaviare y Putumayo.

Continuando con la idea expuesta anteriormente, en Colombia la problemática del cambio climático y la destrucción de bosques han sido de dimensiones alarmantes por todos los daños colaterales que trae la pérdida de zonas boscosas tanto al recurso hídrico, de gran presencia en nuestro país, como la afectación que ocasiona a los suelos. Según estadísticas del IDEAM reveladas en agosto de 2015 en Colombia cada año se perdieron 120 mil hectáreas de bosques en el 2013, y una de sus consecuencias más graves, explica el mismo organismo, es que esto produce que el suelo se vea desprovisto de protección y queda expuesto a la erosión y va a parar a los ríos y demás fuentes hídricas para engrosar los ya 300 millones de toneladas de sedimentos que hay en los afluentes hídricos del país; estos datos dan cuenta que cada hora se están talando 14 hectáreas de zonas boscosas, esto debido, según el mismo instituto al mal manejo de los bosques del país y a la deforestación indiscriminada que se viene haciendo en el territorio nacional desde décadas atrás.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Así mismo, se observa que en el informe del IDEAM (2014) se evidenciaron que más de 140 mil hectáreas de bosque las que se perdieron, dando cuenta de un aumento del 16% con respecto al año anterior, además agrega que la minería, las talas ilegales y el cambio de actividad de la tierra a la agricultura son las principales causas de este fenómeno, agravado por el creciente número de cultivos ilícitos de hoja de coca sumado a los incendios forestales que cada año suman más y más hectáreas de bosque afectado, llegando, por datos de la Defensoría del Pueblo a 92 mil hectáreas destruidas en 3700 incendios forestales presentados en los primeros 8 meses de 2015, donde se aclara que con fenómenos como el niño cada vez será más la afectación y más difícil de controlar.

Para el mismo periodo el Ideam, hace referencia a que la región de la Amazonía es la más afectada dentro de la nación con un aporte del 45% en el dato de pérdida de bosques, seguida por la región Andina con un 24%. Todo esto cobra mayor relevancia cuando proyectamos de forma transversal la crisis forestal del país con otros sectores como lo hacen los ODS y reflejan cifras alarmantes de pérdida de afluentes hídricos, de desabastecimiento de agua dulce para los acueductos, las intensas y frecuentes oleadas de calor en el territorio nacional, la pérdida de cultivos agropecuarios por causas ligadas a estos fenómenos, entre otros casos.

Dado esto, el gobierno nacional viene mostrando creciente interés en el tema desde décadas atrás, sin mucha resolución a apoyar decididamente las iniciativas para contrarrestar los efectos, pero se abona que den pinceladas de tener voluntad política. Es así como se han adoptado una serie de medidas orientadas a generar los medios para el cuidado y conservación del medio ambiente, de la mano de estrategias para revertir los efectos ocasionados por el daño ya realizado al planeta y que se manifiestan a través de los estragos que evidencia el cambio climático. Es así como desde la Constitución Política de Colombia, 1991 capítulo 3 se establecen los “Derechos colectivos y del ambiente”,

en los cuales se indica que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines” (art 79) además que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados (Constitución Política de Colombia, 1991, Art 80).

Por consiguiente, es responsabilidad del estado colombiano garantizar el respeto y el cumplimiento de los citados derechos, es su responsabilidad, también, hacer las delegaciones pertinentes y adoptar las políticas necesarias para tal fin. En este sentido es que se considera que una planificación acertada de los procesos ambientales y de sostenibilidad posibilitará pensarse en escenarios competitivos y estratégicos del país.

2.4 Marco Teórico

2.4.1 Degradación De Los Suelos

La degradación del suelo puede definirse como una alteración en la salud del suelo causada por una disminución en la capacidad del ecosistema para prestar bienes y servicios (FAO, 2021).

Son varias las actividades que contribuye a que un suelo se degrade. Principalmente se puede distinguir la ganadería, la agricultura, la minería, el turismo y la vivienda. Estas actividades potencian varios procesos de degradación como lo son la erosión, el sellamiento de suelos, la contaminación, la pérdida de la materia orgánica, la salinización y la desertificación. En Colombia, estos procesos afectan en gran medida las regiones Caribe, Andina y la Orinoquia (MINAMBIENTE, 2021).

Para el corregimiento el Pato, se puede distinguir la minería como la principal causante de la degradación de los suelos y como segunda causa, las prácticas agropecuarias inadecuadas. A continuación, se hablará de estas actividades con mayor profundidad.

2.4.1.1 Degradación De Los Suelos Por Prácticas Agropecuarias Inadecuadas

2.4.1.1.1 Impactos de la Agricultura

A través de la historia, la agricultura ha sido parte fundamental para la calidad de vida del ser humano. Gracias al desarrollo de esta actividad se ha garantizado el acceso al alimento

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

incluso en épocas prolongadas de sequía y/o de inundación. Sin embargo, en las últimas décadas, a partir de la revolución verde, se ha incrementado significativamente la producción de alimentos a mayor escala. Este aumento en la producción ha sido potenciado por el uso de fertilizantes y pesticidas en los cultivos. Ahora bien, al mismo tiempo, el aumento en la producción de productos agrícolas ha provocado un aumento acelerado de la degradación de los suelos por el excesivo uso de estos productos químicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

Principalmente se puede distinguir la contaminación del suelo, la contaminación del agua y la expansión de la frontera agrícola como los impactos más significativos para el proceso de degradación de los suelos.

Al realizar un uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en el suelo, este recibe una concentración alta de Nitrógeno y fósforo, así como de compuestos químicos complejos que eliminan plagas y patógenos que atacan a las plantas. Estos elementos afectan a la fauna y a la flora y, ya que en muchos casos son bioacumulados por los productos agrícolas, también son transferidos a los seres humanos (Cardona, 2021).

Luego, por infiltración los contaminantes provenientes de los fertilizantes en exceso y los pesticidas, son transportados a los ríos y quebradas afectando por lo tanto a la flora y la fauna acuática. Por esta razón, por el uso de estos compuestos en los cultivos agrícolas, con el paso de los años van degradando los suelos, cambiando sus propiedades físicas y químicas.

Finalmente, otro impacto significativo causado por la agricultura es la expansión de la frontera agrícola. Según el Ministerio de Agricultura, la Frontera Agrícola es “el límite que separa las áreas para actividades agropecuarias, de aquellas para la conservación o protección de la biodiversidad” (Presidencia de la República, 2021). Siendo así, la expansión de la frontera agrícola es el aumento del área para actividades agropecuarias y la disminución del área que cuenta con algún tipo de ecosistema y grado de biodiversidad.

Este proceso de expansión de la frontera agrícola causa también una degradación del suelo, ya que disminuye la biodiversidad presente en ese suelo y la cantidad de cobertura boscosa.

2.4.1.1.2 Impactos de la Ganadería

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Se puede distinguir principalmente tres impactos causados por la ganadería que causan un aumento de la degradación del suelo, estos son: la compactación del suelo, la erosión del suelo y la tala de árboles.

La compactación del suelo es un fenómeno que ocurre por la concentración del peso de los bovinos en un espacio de suelo muy pequeño. Las patas de estos animales soportan grandes presiones que son transmitidas al suelo, y de esta manera lo compactan. Este proceso de compactación degrada las propiedades físicas del suelo, ya que desaparece los espacios de aire (poros) que naturalmente se encuentran en un suelo sano y de esta manera, disminuye sus propiedades de infiltración, retención del agua y presencia de microorganismos.

Por otro lado, la erosión de los suelos se define como la pérdida físico-mecánica del suelo, cuando la afectación en sus funciones y servicios ecosistémicos es evidente y, que produce, entre otras, la disminución de la capacidad productiva de estos. La erosión es un proceso natural; sin embargo, cuando se presentan en el medio actividades antrópicas no sostenibles, esta se califica como degradación ya que magnifican, aceleran e intensifican el proceso de erosión (SIAC, 2021). La ganadería es una de estas actividades antrópicas que aceleran la erosión de los suelos.

Finalmente, la disminución de la cobertura boscosa es otro de los impactos causados por la ganadería. Esto ocurre cuando se requiere aumentar el área con pastos para alimentar el ganado. Por lo tanto, ocurre un proceso de cambio en la cobertura y en el uso del suelo. De esta manera disminuye la biodiversidad, la humedad del suelo y del aire, así como la belleza paisajística del territorio.

2.4.1.2 Degradación De Los Suelos Por Minería

2.4.1.2.1 Tipos de Minería

Se puede distinguir tres tipos de operación de extracción minera: Minería a cielo abierto, minería aluvial y minería subterránea.

La minería a cielo abierto es aquella que realiza actividades y operaciones mineras en superficie. La minería aluvial se distingue por realizar sus actividades y operaciones mineras en riberas o cauces de los ríos. Finalmente está la minería subterránea que sus operaciones mineras son desarrolladas bajo tierra o subterráneamente (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Para la zona de estudio, se distingue principalmente la minería aluvial. A continuación, se amplía un poco más sobre ella.

2.4.1.2.2 La Minería De Aluvión

Los yacimientos de oro aluvial se conforman después de mucho tiempo cuando por un río corre el agua y ha ido erosionando las rocas que poseen oro. Este al ser más pesado se va acumulando en forma de pepitas o polvo en diferentes zonas y de esta manera se puede dar la extracción de este mineral por varios métodos. Ahora bien, es frecuente encontrar yacimientos de oro asociados a otros metales y por lo tanto hay que utilizar métodos de separación del oro de los demás elementos.

Por este motivo, es extendido el uso del mercurio y el cianuro en la extracción del oro aluvial. Estos elementos son altamente tóxicos y pueden afectar la salud o incluso causar la muerte.

La minería de oro de aluvión es aquella que utiliza retroexcavadoras y placas amalgamadoras en pequeños canalones o baldes, esta utiliza en promedio el mercurio en el orden de 11,8 g Hg/g de oro recuperado; los barequeros o mineros de subsistencia, que utilizan bateas para su actividad minera, el uso de mercurio es del orden de 8,7 g Hg/g de oro recuperado. Según estudios hechos, el uso de mercurio en minería de oro aluvial se puede reducir hasta aproximadamente 3 g Hg/g de oro recuperado para la extracción con minidragas, y en el caso de dragones y placas amalgamadoras de concentrados en pequeños canalones, con utilización de retroexcavadoras para surtir el mineral a un sistema de clasificación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

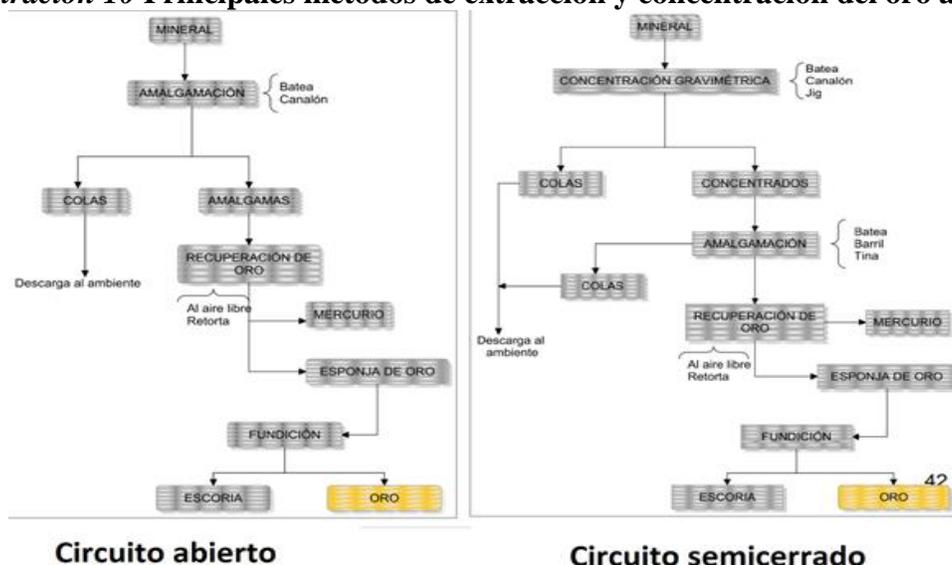
Ahora bien, cuando la actividad de extracción aurífera aluvial es legal, el uso de estos elementos se encuentra regulado. Sin embargo, cuando la actividad minera es ilegal, su uso es excesivo y ya que el 66% de la minería aluvial de oro en Colombia, es ilegal (Cardona, 2021) es de esperarse que las concentraciones utilizadas de mercurio sobrepasan lo recomendado por las autoridades.

2.4.1.2.3 El Proceso De Extracción Del Oro Por Minería de Aluvión

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Existen tres métodos de extracción y concentración del oro: gravimetría, amalgamación y en pocos casos destilación. En la figura 4 se muestran las dos principales metodologías que son el sistema abierto (amalgamación) y sistemas semicerrado gravimetría).

Ilustración 10 Principales métodos de extracción y concentración del oro aluvial



Fuente: MADS, 2012.

La concentración gravimétrica (circuito semicerrado) de minería de aluvión es la metodología más utilizada para extraer y concentrar el oro de manera artesanal y de pequeña escala.

Este proceso se hace de forma manual quitando las rocas y las gravas del material a procesar (en la minería artesanal) y por medio de mallas en canaletas de la pequeña minería, dejando las arenas para su separación mecánica o gravimétrica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

Para el caso de las pequeñas explotaciones como lo son el barequeo y dragas de menos de 4", el oro se separa con el uso de bateas y canalones y de esta manera se logra su concentración y finalmente se dispone para la venta.

Para el caso de dragas mayores a 4" se utilizan canalones en zigzag dónde los materiales son arrojados para su separación por medio de mallas. Las arenas son concentradas en un textil

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

que recubre el fondo de los canalones y después de 12 a 24 horas son lavadas para la separación del oro con bateas o amalgamación.

Para el caso de la amalgamación “in situ” (circuito abierto) el mercurio se vierte directamente al pozo de excavación y el oro libre se condensa parcialmente con el movimiento y el transporte de la carga. Este método se usa generalmente en minas de oro de aluvión que cuentan con bomba de grava y canaleta. La amalgamación se realiza tanto en el pozo, como en el paso por la bomba y la tubería hacia la canaleta (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

2.4.1.2.4 Impactos De La Minería De Aluvión

Para la actividad de minería de aluvión aurífero se puede identificar principalmente los siguientes impactos asociados a la degradación del suelo: Contaminación del suelo y del agua por el uso de mercurio y cianuro, pérdida de los horizontes del suelo, disminución de la calidad paisajística del territorio, pérdida de la flora y la fauna (Ministerio de Minas y Energía, 2020).

Aunque la contaminación del suelo y del agua por uso del mercurio y el cianuro no se puede evitar completamente, si se puede disminuir considerablemente al mejorar las prácticas de extracción minera. Se han utilizado técnicas de bioacumulación en plantas como método para recuperar las propiedades fisicoquímicas, sin embargo, el impacto se desplaza del suelo, a la flora (Ministerio de Minas y Energía, 2020).

Por otro lado, las actividades mineras generalmente implican grandes movimientos de tierra que causan que se pierda los horizontes del suelo. Los suelos cuentan con una estratificación que diferencia cada capa, desde la capa superficial que contiene y sostiene la vida, hasta la roca madre que va presentando proceso de meteorización y es quién define las cualidades de un suelo en particular en un territorio dado (Ministerio de Minas y Energía, 2020).

Finalmente, la disminución de la calidad paisajística del territorio y la pérdida de la flora y la fauna son otros dos impactos que se encuentran fuertemente ligados y relacionados. En la mayoría de los casos, para poder realizar las prácticas de extracción minera, se debe remover la capa vegetal y orgánica para poder acceder a los minerales de interés. Esto causa que la calidad paisajística del lugar se vea disminuida y cause la pérdida de la flora y el desplazamiento de la fauna asociada al lugar (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

2.4.2. Estrategias de Recuperación de los suelos

Existen varias estrategias estudiadas para la recuperación de suelos degradados, incluyendo aquellos que han sufrido dicha degradación por la actividad minera aurífera, es así como este fenómeno ha sido estudiado en diferentes zonas y por diferentes autores. La recuperación de los suelos pretende devolver las características físicas, químicas, funcionales y estructurales que tenían antes de ser intervenidos; esto con miras, fundamentalmente, a restablecer el ecosistema como principio básico, y, de ser posible, hacerlo productivo para generar desarrollo.

Un estudio realizado en España revela que para la recuperación de suelos degradados por minería se debe realizar un proceso por etapas que permita, la estabilización química de estos a través de materiales alcalinos para disminuir la oxidación de sulfuros metálicos, dar lugar a la inmovilización de metales disueltos, neutralizar la acidez real y potencial por la oxidación. Como segunda etapa propone la utilización de materiales orgánicos ya que también puede prevenir la oxidación de sulfuros y favorecer la acumulación de materia orgánica para la formación gradual de un nuevo suelo con la adición de nutrientes y microorganismos que potencian el establecimiento de vegetación (Carmona, 2012).

Una de las estrategias para la recuperación de suelos degradados es el uso de residuos de la construcción y demolición (RCD), que generalmente producen impactos ambientales negativos como la degradación y erosión de suelos y destrucción de la vegetación. Contrario a esto, se ha demostrado que dichos residuos tienen características como biorremediador en la recuperación de suelos degradados por minería por su contenido de minerales como cuarzo, calcita, wallostonita, albita, entre otros.

Estos minerales al aplicarse a suelos degradados pueden mejorar las propiedades físicas de estos (aireación, infiltración), así como aportar nutrientes esenciales (Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni) o benéficos para las plantas (Na, Si, Cu). Los resultados obtenidos sugieren que los RCD tienen un alto potencial para ser usados en la biorremediación de terrenos degradados por minería.”. Según este mismo estudio, realizado por la Escuela de Ingenieros de Antioquia, revela luego de análisis químicos de los compuestos de los materiales, y como conclusiones lo siguiente:

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Los RCD (residuos de construcción y demolición) presentan un uso potencial en la biorrecuperación de suelos urbanos mineros degradados, ya que contienen elementos necesarios para la nutrición de las plantas y los microorganismos del suelo. Además, los carbonatos presentes pueden neutralizar los terrenos ácidos deteriorados.

Los elementos traza presentes se encuentran en niveles muy bajos y podrían beneficiar los procesos bioquímicos de las plantas y microorganismos.

Los minerales identificados están presentes como minerales primarios o secundarios en la fracción arcillosa del suelo por lo cual no afectaría la composición química del mismo.

Adicionalmente, se pueden reestablecer propiedades físicas como: capacidad de retención de agua, aireación e infiltración. (EIA, 2015).

También se tiene otra afirmación en cuanto a que, los suelos degradados por minería pueden mejorarse con interferencias antropogénicas que no es otra cosa que repoblar los suelos con enmiendas orgánicas y la provisión de diversidad microbiana, para garantizar las condiciones básicas para una actividad biológica del suelo sostenible (Méndes et al., 2010: citado por David, 2017).

Tomando como referencia otro autor que ha experimentado en el tema de recuperación de ecosistemas degradados, se habla de la aplicación de una Enmienda Orgánica complementada con el uso de Micorrizas, con el fin de recuperar la capacidad biológica del suelo, en primera medida, y su estructura, para lograr parar la desertificación y la erosión en los suelos mencionados (Figuerola, 2004).

El estudio denominado Descomposición de hojarasca y liberación de nutrientes en plantaciones de *Acacia mangium* (Mimosaceae) establecidas en suelos degradados de Colombia, y que fue realizado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, fue un estudio hecho analizando el efecto de la precipitación y el tratamiento de subsolado del suelo previo establecimiento de plantaciones de *Acacia mangium*, este estudio se hizo durante 6 meses en la zona del Bajo Cauca Antioqueño empleando la técnica de bolsas de descomposición de hojarasca en los ecosistemas y considerando que dicha descomposición está regulada por varios factores, entre ellos, la humedad, temperatura, calidad

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

de la hojarasca y la actividad de los microorganismos. Este estudio dio como conclusión lo siguiente:

En síntesis, la descomposición de la hojarasca foliar de *Acacia mangium* se caracterizó por ser relativamente rápida, aun cuando las tasas se determinaron sobre suelos degradados por minería aurífera. La práctica del subsolado previo establecimiento de las plantaciones no tuvo un efecto determinante sobre la descomposición. Por el contrario, algunas variables de calidad del sustrato y la precipitación, se presentaron como buenas predictoras del proceso.

Los aportes de materia orgánica y de nutrientes derivados de la descomposición de la hojarasca fina en estas plantaciones, ha conllevado el mejoramiento sustancial de estos suelos degradados, conforme se deriva de incrementos medios cercanos al 300% en materia orgánica, 200% en N y 340% en P, al ser comparadas con sitios no plantados con la especie. En general, se registró una liberación efectiva de elementos como Ca, Mg y K, con patrones similares entre ellos. El P en particular, fue el elemento más restrictivo para la descomposición y mineralización de la materia orgánica, mostrando tendencia a la inmovilización, dada su escasa disponibilidad edáfica. Los resultados aquí obtenidos permiten señalar que la especie presenta un gran potencial para la recuperación de sitios afectados por diferentes procesos degradativos, especialmente aquellos que dejan el suelo con bajos o nulos contenidos de materia orgánica y nutrientes, que impiden un adecuado proceso de colonización vegetal.

Lo anterior nos permite decir que la especie *Acacia Mangium*, desde la perspectiva de repoblación o reforestación de suelos degradados por minería, es una opción viable a ser usada de acuerdo al tipo de proyecto presentado en este trabajo, teniendo en cuenta que es una de las más usadas en reforestaciones desarrolladas en los trópicos húmedos y cálidos, que es el caso de la zona de análisis, específicamente el bajo Cauca Antioqueño. De otro lado, y específicamente en suelos degradados por minería, como el suelo objeto de estudio actualmente, y planes de recuperación o restauración de estos, también ha sido y sigue siendo la más usada (Díaz y Ceballos, 2020).

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

También se encontró un estudio realizado en el corregimiento de La Hilaria, Municipio de Condoto, Departamento del Chocó, que, vale la pena resaltar, presenta similitudes en los suelos con el Municipio de Zaragoza, además de su actividad económica fundamental enfocada en la extracción de oro de aluvión; donde se evalúa la adaptabilidad de las especies acacia (*Acacia mangium* Wild), y bija (*Bixa orellana*) en suelos degradados por la actividad minera aluvial (Ayala et al., 2008)

La evaluación antes mencionada, permitió concluir que, las especies analizadas, se adaptan a estos suelos con la aplicación de los tratamientos pertinentes ya que desarrollaron sus partes vegetativas de buena manera, también mencionan que, sin ningún tipo de manejo agrosilvicultural, el 70% de los individuos evaluados de acacia y 40% de los individuos de bija presentan un muy buen y comprobado, para el tipo de suelo, desarrollo vegetativo y reproductivo (Ayala et al., 2008).

2.4.2.1 Actividades de rehabilitación realizadas en áreas de extracción.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), ha unido esfuerzos para incentivar cambios determinantes en el manejo del suelo, promoviendo el uso racional junto al desarrollo de actividades sostenibles en los países que son miembros; como la promoción en el incremento en el contenido de materia orgánica del suelo puesto que con esto, se logran efectos directos en las propiedades y cualidades ambientales, agrícolas y sobre la diversidad, dando una mayor fertilidad y productividad del suelo lo que le apuesta a la producción de alimentos para alcanzar la seguridad alimentaria (Robert, 2002; citado por David, 2017).

Se entiende por rehabilitación y restauración al restablecimiento del ecosistema, a devolverle sus aspectos estructurales y funcionales originales, en el equilibrio natural y ambiental que se encontraba antes de hacerse una intervención extractiva (David, 2017). Para Méndes et al, (2010) citado por David (2017) el despojo de la mina se puede mejorar mediante interferencias antropogénicas las cuales consisten en repoblar los suelos con remiendos de materia orgánica y diversidad microbiana que logren garantizar las condiciones básicas para una actividad biológica del suelo sostenible.

La Sociedad de Restauración Ecológica, en inglés- Society for Ecological Restoration International and IUCN Commission on Ecosystem Management (2004), establece 14 principios de buena restauración ecológica para la conservación de la biodiversidad y la gestión de los

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

ecosistemas, articulados con los principios del convenio sobre la Diversidad Biológica Enfoque por Ecosistemas, los cuales son (SER & IUCN, 2004, p.3):

Ecosistemas:

- Incorporación del espacio biológico y ambiental
- Enfatizar en la reparación del proceso sobre el reemplazo estructural
- Dar tiempo suficiente para que los procesos de autogeneración reanuden
- Tratar directo a las causas (raíces) y no enfocarse en los síntomas de la degradación
- Incluir protocolos de monitoreo para permitir la adaptación y dirección

2.4.2.2 Atributos del progreso de la restauración

Según la Sociedad de Restauración Ecológica (2004) un ecosistema degradado puede considerarse restaurado cuando recupera suficientes recursos bióticos y abióticos, puede sostener su estructura, procesos ecológicos y funcionales con una ayuda externa mínima, lo que hará que pueda resistir a los rangos normales de estrés ambiental; por otro lado, podrá interactuar con ecosistemas contiguos en flujos bióticos y abióticos, sociales y económicos. Aunque alcanzar este estado de restauración es difícil de lograr y toma su tiempo, los beneficios ambientales, sociales y culturales son altamente significativos, y su forma de medirlos se hace fácil, se evalúa a través de indicadores el progreso de la restauración.

Estos atributos son (SER & IUCN, 2004, p.5):

- El ecosistema contiene un conjunto característico de las especies de referencia que se encuentran en él y proporciona una estructura comunitaria adecuada.
- El ecosistema contiene las más grandes especies endémicas
- Todos los grupos funcionales necesarios para el continuo desarrollo o estabilidad del ecosistema están representados
- El entorno físico del ecosistema es capaz de mantener las poblaciones reproductoras de las especies necesarias para su estabilidad y desarrollo continuo
- El ecosistema aparentemente funciona normal para su etapa ecológica de desarrollo
- El ecosistema está adecuadamente integrado en una matriz o paisaje, con el que interactúa a través de flujos e intercambios bióticos.
- Han sido eliminadas o reducidas las posibles amenazas para la salud e integridad del ecosistema.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

- El ecosistema es lo suficientemente resistente para soportar los eventos periódicos de estrés ambiental normal que son parte integrante de la dinámica y adaptación del ecosistema.
- El ecosistema es autosostenible. Tiene el potencial de persistir indefinidamente bajo las condiciones existentes del medio ambiente, aspectos de su biodiversidad, estructura y funcionamiento cambiarán como parte del desarrollo y adaptación normal del ecosistema e irá evolucionando a medida que cambian las condiciones ambientales.

La restauración puede ser a pequeña o gran escala, se puede llevar a cabo por varias personas o a través de programas desde los gobiernos con amplia participación; puede involucrar ecosistemas que pueden ser restaurados rápidamente y otros que tardarán cientos de años para recuperarse ecológicamente hablando. Sin embargo, en todos los casos, apuntarle a la restauración ecológica de los suelos mejorará la diversidad biológica de los paisajes, aumentará las poblaciones y distribución de especies amenazadas y en peligro de extinción, aumentará la disponibilidad de bienes y servicios ambientales y transversalmente contribuirá a la mejora de la calidad y bienestar del ser humano y de las comunidades (SER & IUCN, 2004).

2.4.2.3 Biorremediación de suelos contaminados.

Los suelos con degradación física y química están ampliamente distribuidos en el mundo y su recuperación se puede basar en la aplicación de enmiendas sobre las propiedades biológicas de un suelo, o la adición de vermicompost a los suelos contaminados resulta ser una buena alternativa para su recuperación biológica de estos. En cuanto al mercurio como contaminante global del medio ambiente que se encuentra presente en suelos y sedimentos que existen. Los procesos de biorremediación de suelos contaminados, que son procesos que consisten en usar organismos vivos para el consumo de los contaminantes en el suelo; dicha alternativa tiene un bajo costo y permite la recuperación de suelos contaminados, reduciendo concentraciones a niveles que no son tóxicos (Rios, 2012; citado por Laricano, 2018).

La biorremediación son las técnicas para la remediación de suelos que se basan en métodos fisicoquímicos y biológicos puesto que aprovecha el potencial metabólico de organismos vivos para la descontaminación y purificación de suelos; lo más utilizado en la

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

biorremediación es: precipitación, lixiviación y volatilización de metales pesados. Las medidas de biorremediación consisten principalmente en el uso de microorganismos naturales (levaduras, hongos, bacterias) presentes en el medio para descomponer o degradar sustancias peligrosas en sustancias de carácter menos tóxico para el medio ambiente y la salud humana (Laricano, 2018).

Existen distintas tecnologías consideradas para el tratamiento de suelos contaminados que están relacionadas con las propiedades del suelo y el tipo de contaminante, las interacciones en el proceso de biorremediación de suelos contaminados, que ocurren entre planta, microorganismos y compuestos orgánicos permiten proponer soluciones a la recuperación de suelos contaminados (Laricano, 2018).

Dada la problemática expuesta en el desarrollo de este trabajo, se puede concluir que, al ser el municipio de Zaragoza Antioquia el epicentro de mayor minería ilegal en Colombia donde la explotación de aluvión ha generado fuertes e inmensos impactos socio-ambientales irreversibles en el territorio, fenómeno influenciado por las dinámicas del conflicto armado con una marcada ausencia estatal sobre todo en zonas rurales y de reserva de patrimonio natural del país, continúa poniendo en riesgo la permanencia y funcionamiento de los ecosistemas como punto vital para el desarrollo, salvaguardia y dignificación de la vida humana.

A manera de conclusión, y dado todo lo anterior, con gran preocupación, el reto es lograr combatir el deterioro incrementado de los suelos causado por las actividades extractivas de minería de aluvión en un territorio históricamente minero con alto porcentaje de informalidad en la ocupación de la tierra, el municipio del país con mayor pérdida de coberturas de alto valor ambiental por el gran cúmulo de residuos y vertimientos descontrolados de mercurio que contaminan no solo los suelos sino el ecosistema en todo su conjunto- aire, aguas, vida vegetal, vida animal y humana.

La apuesta entonces, es la Reforestación en áreas afectadas por la minería en el corregimiento El Pato, del municipio de Zaragoza la cual consiste en incrementar la cobertura boscosa mediante la restauración de suelos en sus componentes físicos y químicos mediante actividades de rehabilitación, restauración y biorremediación de los suelos contaminados que logren incentivar cambios determinantes en el manejo y uso del suelo.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Sin embargo, la reforestación solamente llevada a cabo por un actor (ya sea el Estado colombiano u órganos ambientales) se hace carente de efectividad en la lucha por recuperar y restaurar ecosistemas, la apuesta debe ir articulada con un ejercicio educativo y pedagógico de manera comunitaria que busque sensibilizar y concientizar a todos los habitantes del municipio de todas las edades, ejerzan o no la minería. Solo así se podrá generar alianzas colectivas que responsabilicen a la población del estado de los ecosistemas como suministro de vida no solo para ellos sino para las generaciones venideras.

Es así, como la reforestación propuesta se debe entender como un tejido social incluyente que permita la apropiación del territorio de sus mismos habitantes y de manera común buscar y trabajar por alternativas productivas distintas a la minería de aluvión (generalmente ilegal); una plantación forestal a través de la siembra colectiva como trabajo pedagógico con los habitantes, creación de huertas colectivas en suelos degradados a través de la lombricultura como biorremediación de suelos, como fuente no solo de recuperación sino también de seguridad alimentaria en un territorio que ha sido desamparado y azotado por la violencia, realización de talleres comunitarios a partir de prácticas de reforestación que los apropie y de manera conjunta empiecen a aunar esfuerzos para transformar la economía del corregimiento. Hablamos entonces de una Restauración de suelos mediante la reforestación resiliente comunitaria.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

3. Preparación

3.1. Estudio de necesidades

Tabla 16 Estudio de necesidades

Bien o Servicio	Medido a través de	Descripción	Inicio Historia	Final Historia	Último Año
Servicio de áreas recuperadas.	Hectáreas	El análisis se realiza sobre los suelos degradados por minería en el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza, y considerando que la alternativa propuesta pretende la recuperación de 100 ha de dicho suelo. La demanda hace referencia al área afectada por minería. La oferta son las áreas recuperadas o intervenidas en los años de estudio.	2016	2021	2026
	Año	Oferta	Demanda	Déficit	
	2016	0	578,49	-578,49	
	2017	0	622,03	-622,03	
	2018	0	654,77	-654,77	
	2019	0	675,02	-675,02	
	2020	0	703,14	-703,14	
	2021	0	732,44	-732,44	
	2022	0	732,44	-732,44	
	2023	0	732,44	-732,44	
	2024	0	732,44	-732,44	
	2025	0	732,44	-732,44	
	2026	0	732,44	-732,44	

Nota: para la demanda se tiene el área real, para 2021, afectada por minería y se proyecta retrospectivamente con fundamento en datos de diferentes fuentes como la Universidad Militar Nueva Granada (Acosta, 2017 para los años 2016 y 2017, y Corantioquia (2020) para los años 2018 y 2019, ya que no se cuenta con información precisa para el Corregimiento. Fuente: elaboración propia a partir de formato MGA.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Este estudio de mercados denota el bien o servicio a entregar con la alternativa de solución propuesta y como resultado de su ejecución, la unidad de medida seleccionada es la Hectárea ya que el área estudiada de suelo degradado está dada en esta misma. En cuanto a la oferta, se tiene un valor de cero ya que, en los años estudiados, si bien existen intervenciones de recuperación de suelos en el Municipio de Zaragoza y en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño, no se han realizado intervenciones o recuperaciones de suelo degradado por minería en la zona de estudio que es el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza. Por el lado de la demanda, se tiene la cuantificación de los suelos degradados actuales en la zona de análisis por estudio realizado en el mes de agosto de 2021 por el Ing. Jonathan Franco Gómez, a través de imágenes satelitales y usando la herramienta ArcGis, como se menciona en este mismo documento.

3.2. Análisis técnico de la alternativa

La alternativa propuesta pretende aportar en la solución de la problemática planteada en el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza mediante la intervención y recuperación de 100 hectáreas de suelo degradado y afectado por la extracción de oro de aluvión.

Fase 1. Identificación del área a recuperar: se tiene contemplado como primera actividad a realizar la identificación del área a intervenir considerando el nivel de afectación de las diferentes áreas que se tienen en el Corregimiento y la cercanía con fuentes hídricas con el fin de incrementar el impacto en el medio ambiente.

Fase 2. Acondicionamiento de los suelos: como segunda actividad se pretende realizar el acondicionamiento de los suelos del área seleccionada mediante el bombeo de aguas estancadas en los pozos abandonados, el perfilado de montículos y el llenado de huecos, para esto se emplea maquinaria amarilla.

Fase 3. Aislamiento del área a intervenir: continuando con la ejecución del proyecto, se hará el cerramiento o aislamiento de la zona a intervenir con el fin de evitar la afectación por animales o personas de las actividades realizadas.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Fase 4. Preparación de los suelos: luego se propone la recuperación del suelo afectado con el fin de que recupere sus condiciones físicas y químicas y acondicionarlo para la siembra, esto se hace con una enmienda calcárea, que es la aplicación de compuestos químicos que nutren el suelo. Luego se realiza el trazado y demarcación del área a sembrar y se prosigue con el hoyado en los puntos demarcados en el trazado, esto es hacer el hoyo con las características técnicas requeridas por la especie seleccionada a ser implantada. Posteriormente se aplica una enmienda orgánica que contribuya a incrementar la infiltración, estabilidad estructural y la retención de agua, que son el resultado de las modificaciones de las características físicas del suelo producto de los procesos microbiológicos y las reacciones químicas de la misma enmienda orgánica.

Fase 5. Siembra de los árboles: la siguiente etapa contempla la adquisición de las plantas y el transporte hasta el sitio de la plantación para su siembra, la alternativa propuesta se realizará con la especie *Acacia Mangium* dadas las propiedades de adaptabilidad en suelos degradados, contaminados o erosionados. La siembra se hará a 3x3 metros de distanciamiento para un rendimiento inicial de 1.111 árboles por hectárea, a los tres meses se realiza una fertilización y revisión donde se detectan los árboles que mueren y se realiza la resiembra, que se estima en un 10% de lo sembrado inicialmente.

Fase 6. Sostener de la Plantación: por último, se contempla el sostenimiento requerido durante tres años que es el tiempo estimado de independencia de la plantación garantizando un desarrollo óptimo de la misma.

El tiempo de ejecución física y financiera del proyecto, primer año de plantación más tres años de mantenimiento, se proyecta a 4 años.

3.3. Localización

La iniciativa propuesta en este documento se llevará a cabo en el Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza, este centro poblado está ubicado a 25.5 kilómetros o 45 minutos por vía terrestre y a 12 minutos por vía fluvial de la cabecera municipal.

El proyecto será desarrollado en la región Occidente de Colombia, específicamente en el Departamento de Antioquia, ver detalle a continuación:

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Tabla 17 Localización de la Alternativa.

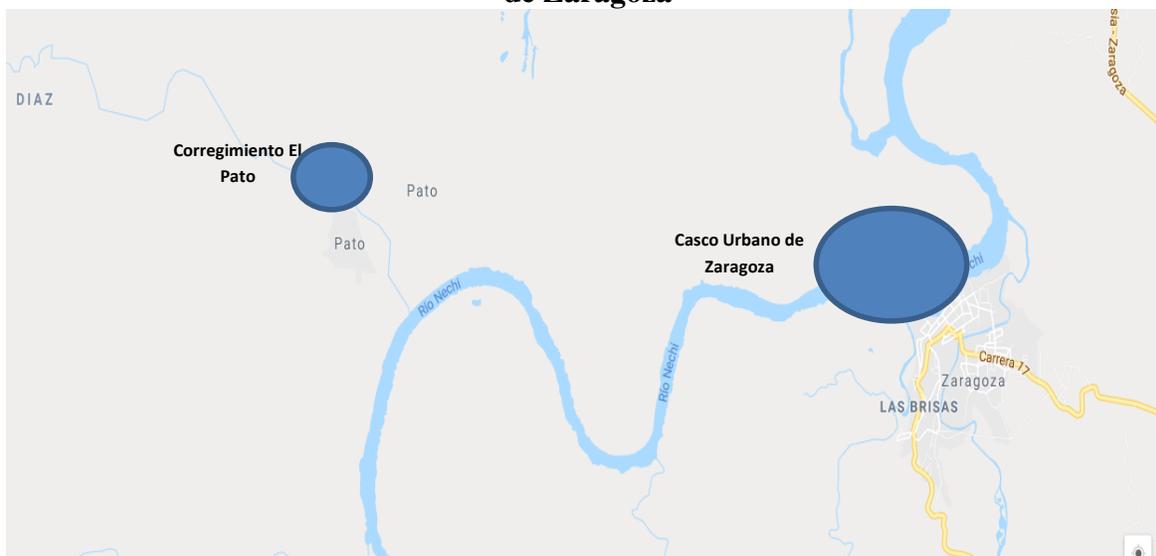
Región	Departamento	Municipio	Centro Poblado	Localización específica
Occidente	Antioquia	Zaragoza	El Pato	La alternativa se localiza en el Corregimiento El Pato, en las coordenadas: Latitud 7,4985389 Longitud -74.9239174

Fuente: elaboración propia a partir de formato MGA.

3.3.1 Localización de la alternativa

El punto exacto de la alternativa se encuentra ubicado en las coordenadas Latitud 7,4985389, Longitud -74.9239174, que corresponde al centro poblado como tal.

Ilustración 11 Ubicación y localización específica del Corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

3.3.2. Factores analizados

3.3.2.1 Aspectos administrativos y políticos

Estos factores son importantes al momento de seleccionar la alternativa ya que por su carácter cambiante pueden influir positiva o negativamente al momento del apoyo en la gestión de los proyectos y en el momento de la ejecución.

3.3.2.2 Cercanía a la población objetivo

Por diversos temas, como los costos de desplazamiento, se hace relevante que la alternativa de solución elegida considere la cercanía de la población que pretende beneficiar.

3.3.2.3 Cercanía de fuentes de abastecimiento

Dado lo mencionado frente al beneficio que la alternativa seleccionada brinda sobre las fuentes hídricas y la connotación ambiental de la misma, se debe considerar este factor durante el análisis desarrollado.

3.3.2.4 Costo y disponibilidad de terrenos

En cuanto a los terrenos, se debe analizar este factor dado que, como la alternativa es sobre suelos degradados privados y no se desarrollará en predios públicos, se debe considerar la disponibilidad de los propietarios para la ejecución del proyecto.

3.3.2.5 Disponibilidad y costo de mano de obra

La mano de obra, tanto calificada como no calificada, es un factor a considerar siempre en todo análisis de alternativas y en la formulación general de todo tipo de proyectos, desde su costo y disponibilidad local, regional y, si aplica, nacional.

3.3.2.6 Estructura impositiva y legal

En general la formulación, gestión y ejecución de los proyectos de inversión públicos y privados debe considerar la normatividad vigente y los impuestos aplicables en las etapas de los mismos para su viabilidad y ajuste dentro de estos factores.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

3.3.7.7 Factores ambientales

Dado el enfoque que se tiene en la alternativa de solución seleccionada, se hace relevante considerar este factor como determinante al momento tanto de la selección como en la ejecución de dicha alternativa.

3.3.7.8 Medios y costos de transporte

La disponibilidad de vías de comunicación, sea terrestre, fluvial o aérea, dado que donde se ejecutan los proyectos y se desarrollan las alternativas no se tienen todos los insumos, herramientas, materiales y equipos en el sitio, siempre va a ser relevante considerar este factor al momento de seleccionar la alternativa y ejecutarla, de igual manera su costo se debe cuantificar en el momento de elaborar el presupuesto.

3.3.7.9 Orden público

Considerando la zona donde se localiza la población objetivo y se desarrollará la alternativa de solución, es de suma importancia considerar este factor por la influencia que tiene sobre la ejecución del proyecto en sí mismo. Todo esto teniendo en cuenta la presencia de grupos armados ilegales y los antecedentes de fenómenos y hechos violentos en la misma zona.

3.3.8.10 Topografía

Este factor se analiza desde la perspectiva de la zona donde se pretende desarrollar la alternativa dado que, en ocasiones, es determinante para la viabilidad de la mencionada alternativa.

3.4. Cadena de valor

Tabla 18 Cadena de valor del proyecto

Objetivo General	Objetivo Específico	Producto	Actividades	Insumo	Cantidad	Unidad	Valor Unidad	Valor Total
	Restaurar suelos afectados	Servicio de restauración de ecosistemas	Identificar área a recuperar	Identificación Mano de Obra calificada	7	Día	150.000	1.050.000
Identificación Trabajo de Campo				7	Día	80.000	560.000	

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Disminuir los niveles de afectación del suelo en el corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza, Antioquia.	Acondicionar suelos	Bomba de agua de 4"	120	Hora	7.800	936.000
		Retro excavadora Oruga E-200	160	Hora	230.000	36.800.000
		Moto niveladora 140 HP	160	Hora	156.000	24.960.000
		Mano de Obra no calificada	70	Jornales	50.000	3.500.000
		Mano de Obra calificada	1	Mes	5.500.000	5.500.000
	Aislar área a intervenir	Insumos	1	Unidad	61.465.660	61.465.660
		Mano de Obra no calificada	470	Jornales	50.000	23.500.000
	Preparar suelos	Fertilizar Mano de Obra no calificada	924	Hectárea	50.000	46.200.000
		Fertilizar - enmienda calcárea	100	Hectárea	791.770	79.177.000
		Control Fitosanitario	100	Hectárea	346.220	34.622.000
		Trazado Mano de Obra no calificada	792	Jornales	50.000	39.600.000
		Hoyado Mano de Obra no calificada	924	Jornales	50.000	46.200.000
		Hoyado Herramientas	1	Global	642.860	642.860
		Encalado Mano de Obra no calificada	462	Jornales	50.000	23.100.000
		Encalado Herramientas	1	Global	416.850	416.850
		Mano de Obra calificada	5	Mes	5.500.000	27.500.000

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Reforestar áreas afectadas por minería	Servicio de reforestación de ecosistemas	Sembrar los árboles	Adquisición de Plántulas	1	Global	55.565.200	55.565.200
			Transporte Plántulas	1	Global	2.800.000	2.800.000
			Siembra Mano de Obra	444	Jornales	50.000	22.200.000
			Fertilización y Mant. Mes 3	1112	Jornales	50.000	55.600.000
			Fertilización Herram e Insum	1	Global	27.304.260	27.304.260
			Resiembra Mano de Obra	44	Jornales	50.000	2.200.000
			Resiembra Plántulas	1	Global	5.556.520	5.556.520
			Mano de Obra calificada	12	Mes	4.500.000	54.000.000
		Sostener la Plantación	Rocería Mano de Obra	10320	Jornales	50.000	516.000.000
			Rocería Herram e Insum	4	Global	9.024.580	36.098.320
			Fertilización Mano de Obra no calif.	2376	Jornales	50.000	118.800.000
			Fertilización Herram e Insum	4	Global	1.488.000	5.952.000
			Mano de Obra calificada	48	Mes	5.500.000	264.000.000
		SUBTOTAL					
INTERVENTORÍA 6%							97.308.400
ADMINISTRACIÓN 10%							162.180.667
TOTAL							1.881.295.737

Fuente: elaboración propia a partir de formato Guía.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

3.5. Análisis de riesgos

Tabla 19 Matriz de Análisis de Riesgos

Nivel de Clasificación	Nombre	Descripción del Riesgo	Tipo de Riesgo	Probabilidad	Impacto	Efecto	Medias de mitigación
Objetivo General	Disminuir los niveles de afectación del suelo en el corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza, Antioquia	Cambio de prioridades económicas o políticas que afecten la ejecución del Proyecto	Administrativos	Improbable	Mayor	La ejecución se pospondrá y continuaría la problemática planteada	Asegurar la asignación de recursos, ya sea desde el inicio de la vigencia o con la transferencia en su gran totalidad de los mismos
Objetivo General	Disminuir los niveles de afectación del suelo en el corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza, Antioquia	Imposibilidad de ejecución del proyecto por orden público	Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales: aglomeración de público	Moderado	Mayor	No ejecución del Proyecto	Trabajar con la comunidad y la fuerza pública en las actividades a desarrollar
Componente (Productos)	Servicio de reforestación de ecosistemas	Afectación por eventos extraordinarios y condiciones climáticas adversas	Asociados a fenómenos de origen natural: atmosféricos, hidrológicos, geológicos, otros	Moderado	Mayor	Retraso en la ejecución del proyecto	Hacer una programación de las actividades que tenga en cuenta los pronósticos climáticos
Componente (Productos)	Servicio de reforestación de ecosistemas	Afectación de la plantación por plagas	Asociados a fenómenos de origen biológico: Plagas, epidemias	Improbable	Moderado	Demoras en la ejecución del proyecto y posibles sobre costos	Realizar los tratamientos y aplicación de plaguicidas según especificaciones técnicas
Componente (Productos)	Servicio de restauración de ecosistemas	Oposición del sector minero de la zona a la realización del proyecto	Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales: aglomeración de público	Moderado	Mayor	Retrasos en la ejecución de actividades y sobrecostos en el proyecto	Articular y vincular directamente los líderes de los mineros en la zona primeramente y luego hacer la socialización general.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Actividad	Reforestar áreas	Incremento súbito del precio de los materiales e insumos	De Costos	Moderado	Mayor	No cumplimiento de los objetivos por financiación	Establecer acuerdos de compra con proveedores que establezca los precios al inicio de la ejecución
Actividad	Sostenimiento de la Plantación	Incumplimiento por parte del contratista	Operacionales	Improbable	Moderado	Retraso en la ejecución del proyecto	Realizar un riguroso proceso de selección y contratación del ejecutor del Proyecto
Actividad	Reforestar áreas	No hay suministro de materiales para la realización del Proyecto en el mercado	De mercado	Improbable	Moderado	Retraso en la plantación en el tiempo inicialmente estimado.	Realizar estudio de proveedores cercanos a la zona de ejecución antes de iniciar esta actividad
Actividad	Reforestar áreas	Baja calidad de los insumos y demás requeridos para el proyecto	De mercado	Moderado	Moderado	Afectaciones directas en la plantación y sobrecostos por tratamientos	Efectuar una interventoría rigurosa de cada componente del proyecto

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

3.6. Ingresos y beneficios

3.6.1 Absorción de Dióxido de Carbono (CO₂)

Con la siembra de árboles (reforestación) y la generación de vegetación nueva en el medio se genera un beneficio teniendo en cuenta la estimación que una hectárea reforestada con la especie Acacia puede llegar a absorber 30.6889 ton/año de este contaminante (Padilla, 2019), y el proyecto contempla la reforestación de 100 ha, lo que equivale a una tasa de absorción de CO₂ de 8308 ton/año para la alternativa.

3.6.2 Ahorro en los gastos médicos por mejoramiento de la calidad del agua

Esto hace referencia a los efectos producidos por la recuperación del suelo y la siembra de árboles, en los procesos físicos y químicos sobre los afluentes hídricos cercanos. Con el

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

mejoramiento de la calidad del agua se evitarán enfermedades de tipo gastrointestinal y cutánea, especialmente en la población infantil y adulta mayor.

3.6.3 Ahorro en los gastos médicos por mejoramiento de la calidad del aire

Es de considerar también las enfermedades asociadas a la mala calidad del aire, como las respiratorias, y los beneficios que se pueden presentar con el proyecto en la medida que se produce una mejoría en la calidad de este.

3.6.4 Cuantificación de Ingresos y Beneficios

Por razones de análisis de viabilidad y los indicadores, aplicados por el Departamento Nacional de Planeación, la cuantificación de los Ingresos y Beneficios que se presenta a continuación sólo contempla el beneficio de absorción de dióxido de carbono (CO₂) cuantificado sobre el valor promedio del presente año (dado por SENDECO₂ a octubre de 2021) de la tonelada de CO₂ en el mercado de Estados Unidos, a un valor de 49,10 €, multiplicado por una tasa de cambio de \$4.000. El valor promedio anterior multiplicado por la cantidad de toneladas de CO₂ que puede absorber la plantación propuesta en la alternativa de solución desde el año 4 del proyecto y durante 10 años.

Tabla 20 Cuantificación de Beneficios del proyecto

Beneficio	Cantidad	Costo Promedio	Total Anual	Total Ejercicio
Ingreso por comercializar la absorción de CO ₂ de la plantación. Dado en toneladas de absorción de la plantación al año por valor promedio del presente año de la tonelada de CO ₂ en el mercado de Estados Unidos, a un valor de 49,10 €, a una tasa de cambio de \$4.000. Desde el año 5 y durante 3 años.	3068	\$196.400	\$602.555.200	\$6.025.552.000

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

4. Evaluación

4.1. Flujo económico

A continuación, se presenta el flujo económico del proyecto en los periodos determinados, tanto para la inversión como para los beneficios e ingresos que se proyectan recibir con la ejecución del mismo. Es importante mencionar que el proyecto se estima con 4 años de ejecución.

Tabla 21 Flujo económico del Proyecto

P	Beneficios e Ingresos (+)	Costos de Preinversión (-)	Costos de Inversión (-)	Costos de Operación (-)	Flujo Neto
0	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 607.463.926,10	\$ 0,00	-\$ 607.463.926,10
1	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 269.899.919,07	\$ 0,00	-\$ 269.899.919,07
2	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 269.899.919,07	\$ 0,00	-\$ 269.899.919,07
3	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 269.899.919,07	\$ 0,00	-\$ 269.899.919,07
4	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
5	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
6	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
7	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
8	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
9	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
10	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
11	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
12	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00
13	\$ 482.044.160,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 482.044.160,00

Fuente: Elaboración propia a partir de la MGA.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

La tabla expuesta nos expresa que durante los primeros 4 años del flujo se hará la inversión estimada en la alternativa, con egresos del periodo cero (0) correspondientes a la recuperación del suelo seleccionado y plantación de la especie vegetal, en adelante se proyectan egresos fijos para los periodos 1, 2 y 3, y completar la inversión. Es de considerar que los valores relacionados son extraídos y producto de los procesos internos de la plataforma MGA y de todas las variables que considera esta en cuanto a las “Razones Precio Cuenta” que se expresan en el Documento Guía del módulo de capacitación virtual en Teoría de Proyectos del Departamento Nacional de Planeación publicado en su página web, de ahí que no sean exactos a los valores de la cadena de valor ni de la Estructura de Desglose de Trabajo del presente proyecto.

Lo anterior hace referencia, fundamentalmente, a que las “Razones Precio Cuenta” o RPC, al ser factores de corrección, cuando se aplican, convierte a precios económicos los precios de mercado que se contemplan en la cadena de valor y establece una relación de proporcionalidad entre estos últimos y unos precios cuenta que se extractan del estudio hecho entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2018). Dicho de otra forma, el flujo económico aplica unos criterios preestablecidos para su cálculo interno de acuerdo a los valores de la cadena de valor y el insumo específico donde vayan ubicados estos valores para cada actividad. También se recalca que las mencionadas “Razones Precio Cuenta” se aplican en la Evaluación realizada en el punto siguiente. A continuación, se exponen unos ejemplos de estos:

Tabla 22 Ejemplos RPC aplicados en modulo Evaluación

Insumos Cadena de Valor	Relación Precio Cuenta
Mano de Obra Calificada	1,00
Mano de Obra no Calificada	0,60
Materiales	0,79
Maquinaria y Equipo	0,77
Otros Servicios	0,71
Otros Gastos Generales	0,80

Fuente: Elaboración propia a partir de documento “Guía del módulo de capacitación virtual en Teoría de Proyectos” del DNP.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

4.2. Indicadores de decisión

A continuación, se presenta la Evaluación económica del proyecto de inversión. Es importante mencionar el tema de las “Razones Precio Cuenta” aplicables a esta evaluación, así como al flujo económico del proyecto, hechos por la plataforma MGA.

Tabla 23 Indicadores de rentabilidad para el Proyecto

Indicadores de Rentabilidad			
Alternativa	Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR)	Relación Beneficio Costo (BC)
Recuperar áreas afectadas por minería.	\$ 1.098.162.350,24	19,89%	1,85

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

En la tabla anterior se aprecia que el valor presente neto del proyecto, que es el cálculo de restar de los beneficios los costos de la proyección analizada, es de \$ 1.098.162.350,24, que, para este caso, y según la teoría, si la suma de los valores calculados para los periodos futuros supera el valor de la inversión del periodo inicial, se puede suponer que la ejecución de la alternativa es conveniente (DNP, 2018).

De otro lado, y consecuente con lo anterior, para los proyectos de inversión pública en Colombia se estima una Tasa Social de Descuento en el 12%, es decir, que la rentabilidad social esperada por un proyecto de inversión pública no puede ser inferior al 12% (DNP, 2018). Para la alternativa seleccionada se tiene una TIR del 19,89%, que demuestra la viabilidad o rentabilidad social de la ejecución del mismo. Y vale la pena resaltar que la alternativa es duradera en el tiempo, pero solo se estimaron beneficios durante 10 años.

Dentro de este análisis también se hace la Relación costo – beneficio, que nos da un valor de 1,85, y que nos demuestra que, para la alternativa evaluada, por cada peso invertido, se van a obtener 1,85 pesos en beneficios e ingresos, lo que es positivo para los criterios aplicados en Colombia.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Tabla 24 Indicadores de Costo – Eficiencia e Indicadores de Costo Mínimo

Alternativa	Indicadores de Costo - Eficiencia		Indicadores de Costo Mínimo
	Costo por beneficiario	Valor presente de los costos	Costo Anual Equivalente (CAE)
Recuperar áreas afectadas por minería.	\$ 1.166.962,16	\$1.290.660.151,59	\$ 141.040.475,13

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

En cuanto a los Indicadores de costo – eficiencia, como en los de costo – eficiencia, dado que parten del principio de optimización en el que se soporta la teoría económica tradicional y donde los precios juegan un papel determinante para lograr la asignación eficiente de los recursos, se deben tener en cuenta los criterios de subjetividad e intangibilidad en la valoración de los beneficios que se reciben con la ejecución de los proyectos ya que en la mayoría de los casos aportan al mejoramiento de la calidad de vida de los beneficiarios (DNP, 2018). Sin embargo, podemos inferir que la alternativa seleccionada y analizada es rentable económicamente hablando, ya que por beneficiario del proyecto se van a invertir \$1.166.962,16, que es un valor bajo teniendo en cuenta los intangibles beneficios aportados.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

5. Programación

5.1 Indicadores de producto

Los indicadores de producto para la alternativa seleccionada, dado que se presentan dos productos dentro de la cadena de valor del proyecto, son los siguientes:

Tabla 25 Indicador de Producto 1

Producto	Medido a través de	Meta total	Costo
Servicio de restauración de ecosistemas	Hectáreas de áreas	100,00	\$ 501.303.407,00

Indicador	Tipo Fuente de verificación	Fuente de verificación
Áreas en proceso de restauración	Documento oficial	Informe de Interventoría. Registro fotográfico.

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

Para el producto 1 denominado “Servicio de restauración de ecosistemas” la meta total, y alcance del proyecto, son 100 hectáreas, se elige como fuente de verificación el informe parcial de Interventoría y un registro fotográfico detallado al momento de terminar el proceso de restauración del suelo propiamente dicho, para el indicador que, por defecto dentro de la Mga, es Áreas en proceso de restauración.

Tabla 26 Indicador de Producto 2

Producto	Medido a través de	Meta total	Costo
Servicio de reforestación de ecosistemas	Hectáreas de plantaciones	100,00	\$ 1.379.992.330,00

Indicador	Tipo Fuente de verificación	Fuente de verificación
Plantaciones forestales realizadas	Documento oficial	Informe final de Interventoría. Registro fotográfico.

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Para el producto 2 denominado “Servicio de reforestación de ecosistemas” la meta total, y alcance del proyecto, son 100 hectáreas, se elige como fuente de verificación el informe final de Interventoría que, de cuenta del cumplimiento pleno de los objetivos del proyecto y la ejecución cabal de las actividades programadas, acompañado de un registro fotográfico de la plantación, para el indicador que, por defecto dentro de la Mga, es Plantaciones forestales realizadas.

5.2 Indicadores de gestión

En el desarrollo del proyecto, y para denotar la gestión que se realiza para la ejecución de las actividades cabalmente según lo establecido tanto en el presupuesto como en el cronograma, se hace necesario definir un indicador que dé cuenta de esto. Con el fin de dar cumplimiento al requisito, se elige como indicador de gestión los “Informes de Interventoría Realizados” para los 4 años de ejecución y se programan trimestralmente teniendo en cuenta el tipo de proyecto y el desarrollo de la ejecución del mismo, porque al no ser de obra física, los avances y progresos se aprecian en una periodicidad mayor a la mensual. Dicho esto, se programan 4 informes de interventoría por año para un total de 16 informes en el periodo de ejecución física del proyecto. A continuación, se presenta un cuadro resumen con la información del indicador de gestión 1:

Tabla 27 Indicador de Gestión 1

Indicador	Medido a través de	Cantidad	Tipo Fuente	Fuente de Verificación
Informes De Interventoría Realizados	Número	16	Documento Oficial	Informes de Interventoría entregados.

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

Como respaldo a la gestión que se haga frente a la ejecución del proyecto de inversión estructurado, también se determina como indicador gestión los “Contratos suscritos” y se establecen 2, uno para Consultoría y ejecución física del proyecto y otro para la Interventoría del mismo. A continuación, se presenta un cuadro resumen con la información del indicador de gestión 2:

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Tabla 28 Indicador de Gestión 2

Indicador	Medido a través de	Cantidad	Tipo Fuente	Fuente de Verificación
Contratos suscritos	Número	2	Documento Oficial	Contratos celebrados.

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

5.3. Fuentes de financiación

La fuente de financiación elegida para el proyecto es la “Asignación para la paz”, esto teniendo en cuenta que el Municipio de Zaragoza es un Municipio PDET (Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial), que fueron creados por el Decreto 893 de 2017 en el marco de la implementación de los acuerdos de paz firmados con la ex guerrilla de las fuerzas armadas revolucionarias de Colombia, con el fin de priorizar las entidades territoriales donde se presentó mayor incidencia del conflicto armado en Colombia, determinados por mayor número de hechos violentos presentados en los territorios en sumatoria con mayores índices de necesidades básicas insatisfechas, son solo 170 municipios en todo el país que gozan de esta condición. Dicho lo anterior, se presenta a continuación la tabla de la fuente de financiación con los periodos de inversión del proyecto:

Tabla 29 Fuente de Financiación del proyecto

Programa Presupuestal	Conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos		
Subprograma Presupuestal	Intersubsectorial Transporte		
Etapa	Tipo Entidad	Nombre Entidad	Tipo Recurso
Inversión	Municipios	Zaragoza	SGR - Asignación para la paz

Periodo	Flujo de Caja
1	\$ 789.909.366,00
2	\$ 363.795.457,00
3	\$ 363.795.457,00
4	\$ 363.795.457,00

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

5.4. Matriz resumen del proyecto

A continuación, se presenta la matriz resumen del proyecto donde se expone la descripción de cada uno de los niveles del mismo, desde el propósito, que es el objetivo general, pasando por los objetivos específicos o componentes, hasta las actividades que permitirán llevarlo a cabo. También se mencionan los indicadores para los mismos niveles y su fuente de verificación, por último, se redactan los supuestos, fundamentados en los riesgos detectados en el análisis de riesgo, convirtiendo estos a escenarios positivos de tal suerte que se refleje el escenario ideal para la ejecución correcta del proyecto.

Tabla 30 Matriz resumen del Proyecto

	Descripción	Indicador		Fuente de Verificación		Supuestos
		Nombre	Meta	Tipo Fuente	Fuente	
Propósito (Objetivo General)	Disminuir los niveles de afectación del suelo en el corregimiento El Pato del Municipio de Zaragoza, Antioquia.	Áreas recuperadas	100 hectáreas	Documento Oficial	Informe final de Interventoría.	No se presentan cambios en las prioridades de inversión de las entidades involucradas No se presentan alteraciones ni afectaciones por orden público durante la ejecución del proyecto
Componentes (Productos)	Servicio de restauración de ecosistemas	Áreas en proceso de restauración	100 hectáreas de áreas	Documento Oficial	Informe de Interventoría. Registro fotográfico.	El sector minero de la zona recibe con beneplácito la realización del proyecto No se presentan eventos climáticos que afecten la ejecución del proyecto
	Servicio de reforestación de ecosistemas	Plantaciones forestales realizadas	100 hectáreas de plantaciones		Informe final de Interventoría. Registro fotográfico.	

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

						No se presentan afectaciones por plagas que interfieran en el desarrollo de la plantación
Actividades del proyecto	Identificar área a recuperar					Los precios de los materiales e insumos se mantienen estables durante el desarrollo de las actividades
	Acondicionar suelos					Se garantiza el suministro de los insumos, equipos y materiales requeridos para el proyecto
	Aislar área a intervenir					Los suministros necesarios para las actividades se obtienen de proveedores idóneos y de trayectoria en el mercado
	Preparar suelos	Informes de Interventoría Realizados	16 informes	Documento Oficial	Informes de Interventoría entregados.	Se hace un proceso de selección riguroso y se selecciona el contratista adecuado y serio
	Sembrar los árboles					
	Sostener la Plantación					
	Realizar Interventoría					

Fuente: elaboración propia a partir de la MGA.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

1. 6. Plan Director Del Proyecto

6.1 Acta de inicio del proyecto (project charter)

Tabla 31 Acta de inicio del proyecto

<p>Nombre del Proyecto: Recuperación de suelos degradados por minería en el Corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza, Antioquia</p>	
<p>Preparado por: Juan Pablo Agudelo Hernández</p>	
<p>Fecha:</p>	
<p>Iniciación:</p> <p>Incluye el nombre del proyecto y justificación del nombramiento del director del proyecto designado, donde se defina el perfil requerido.</p>	<p>Nombre del proyecto: Recuperación de suelos degradados por minería en el Corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza, Antioquia.</p> <p>Duración en meses: 48 meses</p> <p>Título profesional en Ingeniería Ambiental y Título de Postgrado en Gestión de Proyectos o afines. Conocimientos específicos: Gestión de proyectos con énfasis en lo público. Conocimientos en normatividad del Sector ambiental y forestal. Plataformas y metodologías del Departamento Nacional de Planeación -DNP-, en el marco del Sistema General de Regalías.</p> <p>Nombre del director designado para el proyecto: Maricela Muñoz Villa</p>
<p>Propósito / Necesidades de Negocios:</p> <p><i>Identifica los clientes quienes reciben y se benefician del producto que el proyecto desarrolla y las necesidades que el producto intenta reunir (ya sea como la solución a un problema, o el aprovechamiento de una oportunidad)</i></p>	<p>Propósito: Disminuir los niveles de afectación del suelo en el corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza, Antioquia.</p> <p>Beneficiarios del proyecto: Población del Corregimiento El Pato Administración Municipal de Zaragoza Junta de Acción Comunal del Corregimiento Gobernación de Antioquia</p>

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

<p>Descripción del Producto y Entregables:</p> <p>Identifica qué producto desea entregar al final del proyecto y las diferentes entregas parciales. Describe el producto completo (desde el inicio hasta el final), para que el equipo del proyecto pueda crearlo, y para que se cumplan los objetivos acordados y la entrega a tiempo del producto.</p>	<p>Productos y Entregables:</p> <p>1. Servicio de restauración de ecosistemas. Consiste en la intervención y recuperación de 100 Ha de suelo degradado por minería hasta el punto de dejarlo apto para ser sembrado. Este producto incluye la identificación del área a recuperar, el acondicionamiento del suelo, el aislamiento del área a intervenir y la preparación del suelo.</p> <p>2. Servicio de reforestación de ecosistemas. Consiste en la siembra y sostenimiento de 100 Ha de plantación de acacia mangium para la generación de O₂ y la absorción de CO₂. Este producto incluye la siembra de los árboles y el sostenimiento de la plantación hasta lograr su independencia.</p>
<p>Riesgos y Supuestos:</p> <p>Brevemente identifica los supuestos relevantes, y riesgos conocidos, si de alguna forma pueden ser anticipados para tener un mejor impacto en los procesos y/o resultados del proyecto, y qué decisiones o acciones son requeridas por el patrocinador o por el equipo.</p>	<p>Riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Administrativos: Cambio de prioridades económicas o políticas que afecten la ejecución del Proyecto. - Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales (aglomeración de público): Imposibilidad de ejecución del proyecto por orden público. - Asociados a fenómenos de origen natural (atmosféricos, hidrológicos, geológicos, otros): Afectación por eventos extraordinarios y condiciones climáticas adversas. - Asociados a fenómenos de origen biológico (Plagas, epidemias): Afectación de la plantación por plagas. - Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales (aglomeración de público): Oposición del sector minero de la zona a la realización del proyecto. - De Costos: Incremento súbito del precio de los materiales e insumos. - Operacionales: Incumplimiento por parte del contratista. - De mercado: No hay suministro de materiales para la realización del Proyecto en el mercado. - De mercado: Baja calidad de los insumos y demás requeridos para el proyecto.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

	<p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Administrativos: No se presentan cambios en las prioridades de inversión de las entidades involucradas. - Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales: No se presentan alteraciones ni afectaciones por orden público durante la ejecución del proyecto. - Asociados a fenómenos de origen natural: No se presentan eventos climáticos que afecten la ejecución del proyecto. - Asociados a fenómenos de origen biológico: No se presentan afectaciones por plagas que interfieran en el desarrollo de la plantación. - Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales: El sector minero de la zona recibe con beneplácito la realización del proyecto. - De Costos: Los precios de los materiales e insumos se mantienen estables durante el desarrollo de las actividades. - Operacionales: Se hace un proceso de selección riguroso y se selecciona el contratista adecuado y serio. - De mercado: Se garantiza el suministro de los insumos, equipos y materiales requeridos para el proyecto. - De mercado: Los suministros necesarios para las actividades se obtienen de proveedores idóneos y de trayectoria en el mercado.
<p>Recursos:</p> <p>Indica los recursos requeridos y/o disponibles para el proyecto. Conforme sea apropiado, indica recursos materiales, personal, económico (tales como instalaciones, equipos, suministros y servicios) detallados para cada uno de los entregables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Oficina con dotación de sillas y escritorios, sala de reuniones con mesa y sillas. Video beam, tablero acrílico. - Computadores. - Papelería en general, carpetas, archivadores. - Profesionales Expertos. - Tecnólogos Ambientales. - Herramienta y Equipo: palas, palines, paladragas, azadones, regatones, machetes, alambre, grapas, martillos, etc. - Maquinaria amarilla. - Insumos químicos. - Fertilizantes. - Abonos.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

<p>Comunicación e informes:</p> <p>Identifica los requerimientos de comunicación entre el patrocinador y el equipo.</p>	<p>El director del proyecto realizará reuniones quincenales con el Ingeniero Residente y los Técnicos, con presencia de la Interventoría, para hacer seguimiento al desarrollo de las actividades. De estas se elaborará acta firmada por los participantes</p> <p>Se realizarán reuniones con la Administración Municipal, cada mes, para dar a conocer avances y dificultades y se espera recibir retroalimentación del ente territorial. Se hará acta que debe ir firmada por el Alcalde Municipal o su delegado, la Interventoría y el director del Proyecto.</p> <p>Se realizarán reuniones semestrales con la comunidad del Corregimiento, incluyendo su Junta de Acción Comunal, para socializar los avances y dificultades en el desarrollo del proyecto. Igualmente se hará acta con registro fotográfico, y deberá ir firmada por el presidente de la Junta de Acción Comunal del Corregimiento, la Interventoría y el director del Proyecto.</p>
<p>Aceptación:</p> <p>Indica el método y el criterio para que el patrocinador y los interesados acepten las entregas específicas del proyecto como completadas y adecuadas.</p>	<p>CRITERIOS</p> <p>Los Productos para que sean aceptados deben:</p> <p>Producto 1. Suelo de 100 Ha recuperado en sus propiedades físicas y químicas y apto para siembra. Área a intervenir cercada e intervenida.</p> <p>Producto 2. Plantación de acacia mangium establecida y con independencia para continuar su desarrollo. Cumpliendo los criterios técnicos establecidos para las reforestaciones.</p>

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

<p>Gerencia del cambio:</p> <p>Indica los procedimientos que se usarán para realizar y documentar los cambios al acta.</p> <p>Los responsables para autorizar los cambios con su reemplazo en caso de ser requerido por ausencia del principal.</p>	<p>Los proyectos financiados con recursos del Sistema General de Regalías (Asignación para la Paz), dentro de la normatividad de la Comisión Rectora, no permiten cambios significativos sin la autorización del mismo ente que lo aprueba, que para este caso es el Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) Paz, por ello los cambios que se pretendan se deben analizar en su estructura y determinar si se requiere hacer solicitud de ajuste, al ente mencionado, para su realización.</p> <p>En cuanto a cambios de cantidades, mayores y menores, procesos y procedimientos técnicos (sin alterar el alcance ni el Presupuesto), se harán con el visto bueno de la Interventoría, su firma y la del Director del Proyecto.</p> <p>Dichos cambios deben ser justificados y argumentados técnica y financieramente en documento firmado, como se mencionó anteriormente.</p> <p>¿Quién autoriza el cambio?</p> <p>Como ya se expresó, si implica cambio en el alcance o el Presupuesto se debe autorizar por el Ocad Paz. Si no involucra estos dos aspectos, lo autoriza el director del Proyecto y la Interventoría, debidamente motivados.</p>	
<p>Aprobación</p>	<p>Director del proyecto:</p> <p>Maricela Muñoz Villa</p>	<p>Patrocinador:</p> <p>Órgano Colegiado de Administración y Decisión (Ocad Paz)</p>
<p><i>Hoja de vida del director del proyecto</i></p>		
<p>Apellidos</p> <p>Muñoz Villa</p>	<p>Fecha de Nacimiento</p> <p>30 de enero de 1989</p>	
<p>Nombre</p> <p>Maricela</p>	<p>Nacionalidad</p> <p>Colombiana</p>	
<p>Correo electrónico</p> <p>maric.89@hotmail.com</p>	<p>Documento de identidad</p> <p>1.040.321.776</p>	<p>Teléfono</p> <p>3023733801</p>
<p>Entidad donde labora</p> <p>Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena) Municipio de Ituango (Antioquia)</p>		<p>Teléfono</p> <p>604 5760000 604 8643174</p>
<p>Cargo o posición actual:</p> <p>Docente Técnica Directora Banco de Proyectos</p>		

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

TÍTULOS ACADÉMICOS OBTENIDOS

Tecnología en Agroambiental / Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia / 2009
 Profesional Ambiental y Agroforestal / Universidad Nacional Abierta y a Distancia / 2015
 Especialización en Gestión de Proyectos / Institución Universitaria Pascual Bravo / 2019

CARGOS DESEMPEÑADOS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS

Docente Técnica / Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena)
 Febrero 2021 a la fecha

Directora Banco de Proyectos / Municipio de Ituango (Antioquia)
 Enero 2021 a la fecha

Directora Banco de Proyectos / Municipio de Dabeiba (Antioquia)
 Febrero 2020 - Diciembre 2020

Profesional Forestal (Contratista) / Empresas Públicas de Medellín
 Enero 2016 - Noviembre 2019

Fuente: elaboración propia a partir de guía.

6.2 Alcance

El alcance del proyecto es la recuperación de 100 hectáreas de suelo degradados por minería en el Corregimiento El Pato del municipio de Zaragoza, en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño. Esto mediante la recuperación de la propiedades físicas y químicas propias del suelo con el fin de hacerlo apto para actividades productivas, para luego proceder a reforestar la misma extensión de suelo. El alcance se divide en dos fases que se encuentran contempladas en la Alternativa de solución propuesta, y son las siguientes:

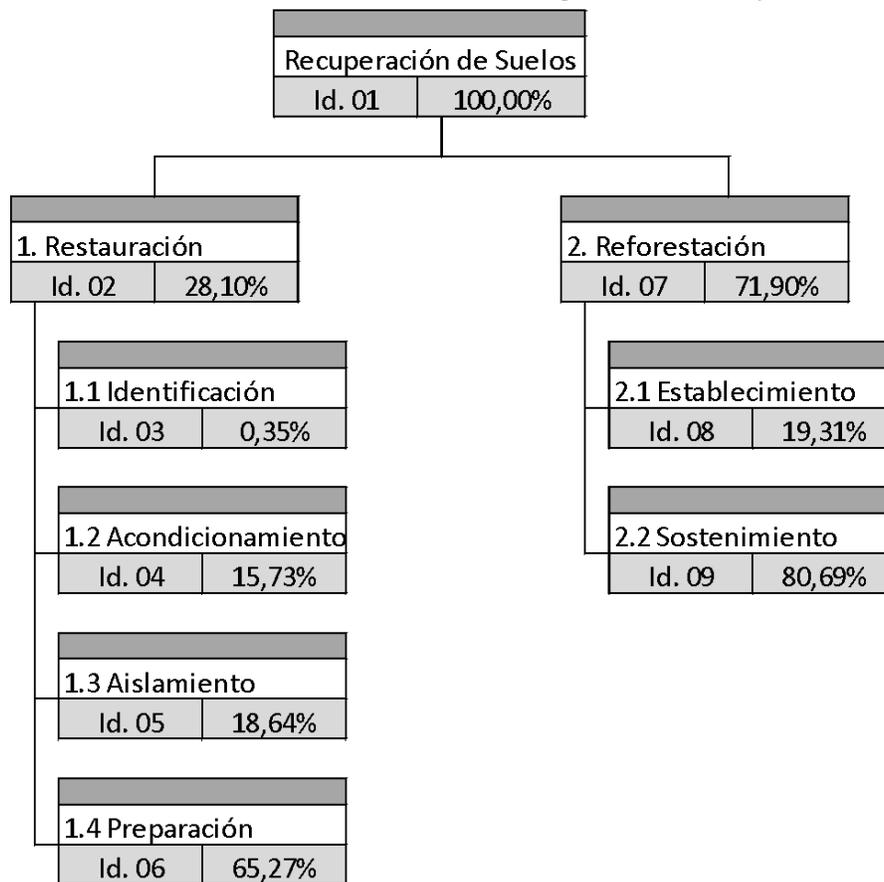
Fase 1: Recuperación. Comprende la identificación del área a recuperar, el acondicionamiento del suelo mediante procesos y compuestos calcáreos, el aislamiento del área a intervenir y acondicionada, y, por último, en esta fase, la preparación de los suelos para la fase 2.

Fase 2: Reforestación. Esta fase implica la siembra de los árboles de la especie Acacia Mangium con las especificaciones técnicas definidas y el sostenimiento de la plantación durante los 3 años que implica su independencia.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

6.3. Estructura de Descomposición De Trabajo – EDT

Ilustración 12 Estructura de desglose de Trabajo



Fuente: elaboración propia a partir de guía.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

6.4 Cronograma

Ilustración 13 Cronograma de Actividades

Producto	Actividades	Insumo	AÑO 1				AÑO 1				AÑO 1				AÑO 1				
			Tri. 1	Tri. 2	Tri. 3	Tri. 4	Tri. 1	Tri. 2	Tri. 3	Tri. 4	Tri. 1	Tri. 2	Tri. 3	Tri. 4	Tri. 1	Tri. 2	Tri. 3	Tri. 4	
Servicio de restauración de ecosistemas	Identificar área a recuperar	Id Mano de Obra calificada																	
		Identificación Trabajo de Campo																	
	Acondicionar suelos	Bomba de agua de 4"																	
		Retro excavadora Oruga E-200																	
		Moto niveladora 140 HP																	
		Mano de Obra no calificada																	
		Mano de Obra calificada																	
	Aislar área a intervenir	Insumos																	
		Mano de Obra no calificada																	
	Preparar suelos	Fertilizar Mano de Obra no calificada																	
		Fertilizar - enmienda calcárea																	
		Control Fitosanitario																	
		Trazado Mano de Obra no calificada																	
		Hoyado Mano de Obra no calificada																	
		Hoyado Herramientas																	
		Encalado Mano de Obra no calificada																	
		Encalado Herramientas																	
		Mano de Obra calificada																	
		Servicio de reforestación de ecosistemas	Sembrar los árboles	Adquisición de Plantulas															
	Transporte Plántulas																		
Siembra Mano de Obra																			
Fertilización y Mant. Mes 3																			
Fertilización Herram e Insum																			
Resiembra Mano de Obra																			
Resiembra Plántulas																			
Mano de Obra calificada																			
Sostener la Plantación	Rocería Mano de Obra																		
	Rocería Herram e Insum																		
	Fertilización Mano de Obra no calif.																		
	Fertilización Herram e Insum																		
	Mano de Obra calificada																		

Fuente: elaboración propia a partir de guía.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

6.5 Recurso humano

El recurso humano requerido para la ejecución del proyecto, con perfiles y experiencia se detalla a continuación:

Tabla 32 Recurso Humano requerido

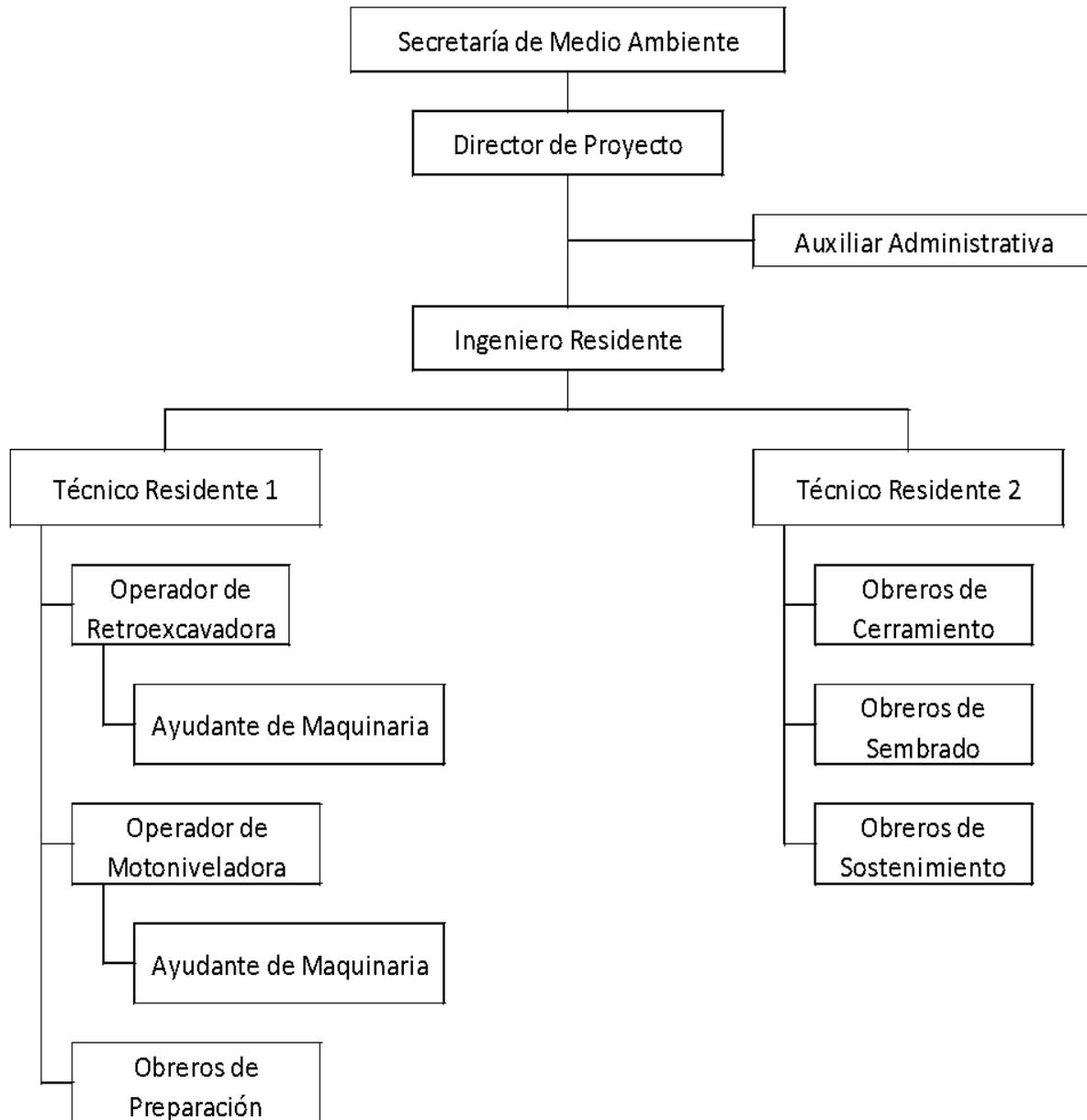
Cargo o Posición	Perfil y Experiencia	Porcentaje Dedicación al Proyecto
Secretario de Medio Ambiente	Perfil definido por la Alcaldía Municipal	Esporádica
Director del Proyecto	Ingeniero Ambiental o Forestal Especialista en Gestión de Proyectos o afines 3 años de experiencia específica	50%
Ingeniero Residente	Ingeniero Forestal 3 años de experiencia específica	100%
Técnico Residente 1	Técnico Forestal o Ambiental 3 años de experiencia específica	25%
Técnico Residente 2	Técnico Forestal o Ambiental 3 años de experiencia específica	75%
Operador de Retroexcavadora	Operario Certificado 2 años de experiencia específica	5%
Operador de Motoniveladora	Operario Certificado 2 años de experiencia específica	5%
Ayudante de Maquinaria	Operario Certificado 1 años de experiencia específica	5%
Obrero de Cerramiento	Operario Bachiller 2 años de experiencia general	20%
Obreros de Preparación	Operario Bachiller 2 años de experiencia general	30%
Obreros de Sembrado	Operario Bachiller 2 años de experiencia general	50%
Obreros de Sostenimiento	Operario Bachiller 2 años de experiencia general	100%
Auxiliar Administrativa	Técnica Contable o Administrativa o afines 3 años de experiencia general	100%

Fuente: elaboración propia.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

6.5.1 Organigrama

Ilustración 14 Organigrama del proyecto



Fuente: elaboración propia a partir de guía.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

6.5.2 Cargos y Funciones

Los cargos y funciones de cada uno de ellos se relacionan a continuación:

Tabla 33 Cargos y funciones del proyecto

Cargo o Posición	Funciones
Secretario de Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Brindar apoyo técnico de ser requerido con los recursos humanos y logísticos de la Administración Municipal. - Ser enlace entre la entidad financiadora y la ejecutora del Proyecto. - Servir como Supervisor de la ejecución del Proyecto y sus actividades.
Director del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar informes físico-financieros sobre los avances del Proyecto y la ejecución de las actividades para cobro. - Realizar seguimiento para garantizar la calidad de los trabajos realizados. - Realizar seguimiento mensual al Proyecto. - Coordinar con la Interventoría las actas de avance para solicitar los pagos. - Velar porque la ejecución del proyecto sea acorde con el cronograma establecido. - Adoptar las medidas necesarias para mantener el desarrollo y la ejecución del contrato bajo las condiciones técnicas, económicas y financieras estipuladas en el mismo. - Validar que el desarrollo del contrato se realice dentro del equilibrio económico estipulado al inicio del mismo.
Ingeniero Residente	<ul style="list-style-type: none"> - Ejercer el mando directo sobre el personal contratado para las actividades. - Distribuir actividades con personal responsable de cada una. - Garantizar los tiempos y rendimientos establecidos en el cronograma. - Controlar el uso de herramientas y equipos entregados a los trabajadores. - Elaborar actas de avance para presentar a la interventoría. - Ser el enlace entre los Técnicos Residentes y el Director del Proyecto. - Realizar las actividades propias del personal como liquidaciones, pagos de seguridad social, etc.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar y supervisar el cumplimiento de los componentes técnicos del proyecto. - Garantizar la calidad de insumos, equipo y herramientas. - Presentar informes mensuales de avance de actividades a la Dirección. - Velar y supervisar el cumplimiento de la seguridad en el trabajo.
Técnico Residente	<ul style="list-style-type: none"> - Acatar recomendaciones y directrices del Ingeniero Residente. - Velar por el cumplimiento de las instrucciones dadas por el Ingeniero residente en actividades y personal. - Realizar procesos de evaluación de desempeño de los obreros y hacer recomendaciones. - Constatar la calidad de los insumos y la operatividad de los equipos y herramientas al momento de su utilización o inicio de las actividades. - Supervisar la calidad y correcta ejecución de las actividades. - Supervisar y velar por la seguridad en el trabajo de los obreros del proyecto. - Coordinar labores de aseo y organización de herramientas, insumos y demás.
Operador de Retroexcavadora	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con las labores asignadas por el Técnico Residente. - Garantizar los rendimientos del trabajo realizado según lo planeado. - Realizar el trabajo asignado de forma segura y eficiente. - Velar por el cuidado de la maquinaria y el funcionamiento operativo esperado.
Operador de Motoniveladora	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con las labores asignadas por el Técnico Residente. - Garantizar los rendimientos del trabajo realizado según lo planeado. - Realizar el trabajo asignado de forma segura y eficiente. - Velar por el cuidado de la maquinaria y el funcionamiento operativo esperado.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Ayudante de Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyar las labores de los Operadores de la maquinaria amarilla. - Velar por la realización de las labores de forma segura y eficiente. - Tener una comunicación fluida con los Operadores de la maquinaria.
Obrero de Cerramiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acatar las instrucciones y orientaciones dadas por los Técnicos Residentes. - Realizar las labores de cerramiento acorde a lo planeado. - Mantener los protocolos de seguridad en el trabajo según las recomendaciones.
Obreros de Preparación	<ul style="list-style-type: none"> - Acatar las instrucciones y orientaciones dadas por los Técnicos Residentes. - Realizar las labores de fertilización, trazado, hoyado y encalado acorde a lo planeado y siguiendo las indicaciones específicas. - Mantener los protocolos de seguridad en el trabajo según las recomendaciones.
Obreros de Sembrado	<ul style="list-style-type: none"> - Acatar las instrucciones y orientaciones dadas por los Técnicos Residentes. - Realizar las labores de siembra, fertilización y resiembra, acorde a lo planeado y siguiendo las indicaciones específicas. - Mantener los protocolos de seguridad en el trabajo según las recomendaciones.
Obreros de Sostenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Acatar las instrucciones y orientaciones dadas por los Técnicos Residentes. - Realizar las labores de rocería y fertilización, acorde a lo planeado y siguiendo las indicaciones específicas. - Apoyar en lo necesario para la independencia de la plantación y cumplimiento de los objetivos propuestos. - Mantener los protocolos de seguridad en el trabajo según las recomendaciones.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Auxiliar Administrativa	<ul style="list-style-type: none"> - Apoya las tareas administrativas propias del desarrollo del proyecto. - Ejecución de encargos de sus jefes inmediatos (Director del Proyecto e Ingeniero Residente). - Manejo documental y archivo de todo lo relacionado a la ejecución del proyecto. - Proveer información a los diferentes participantes o involucrados que lo requieran. - Atención a usuarios en general. - Apoyar las tareas y labores en cuanto al manejo del personal. - Cualquier otra tarea a fin al puesto que le sea asignadas.
-------------------------	---

Fuente: elaboración propia.

6.6 Comunicaciones

El plan de comunicaciones del proyecto contempla las actividades propias de información a los interesados y participantes del mismo desde su inicio. Los componentes del mismo se relacionan a continuación:

Tabla 34 Plan de Comunicaciones

	Documento	Acta Reunión de Socialización
Información	Necesidades a cubrir	Dar a conocer el proyecto a ejecutar, con las actividades a desarrollar, alcance y demás pormenores del mismo. Además escuchar las inquietudes de la comunidad
	Contenido	Actividades y hechos de la reunión de socialización del proyecto.
	Formato	Archivo en PDF, firmado por el Director del Proyecto, la Interventoría y el Presidente de la Junta de Acción Comunal del Corregimiento, con nombre "Acta Reunión de Socialización del proyecto Recuperación de Suelos Zaragoza", contiene como anexo un registro fotográfico
	Fecha o periodicidad	Única vez
Comunicación	Quien la crea	Director del Proyecto - Director de Interventoría
	Destino Comunicación	Sistema General de Regalías - Comunidad en general

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

	Como se recopila	Con información de lo acontecido en la reunión de socialización realizada
	Como se distribuye	Plataformas del Sistema General de Regalías, página web del municipio de Zaragoza

	Documento	Acta del avance del proyecto
Información	Necesidades a cubrir	Cumplimiento de requisito del Sistema General de Regalías para proyectos financiados con recursos de esta fuente
	Contenido	Nombre del Proyecto, valor, fecha de inicio, fecha final estimada, fuente de financiación, contratistas, logos del SGR
	Formato	Valla informativa de 2 mt de ancho por 1.5 mt de alto.
	Fecha o periodicidad	Única vez
Comunicación	Quien la crea	Director del Proyecto
	Destino Comunicación	Financiadores del proyecto - SGR
	Como se recopila	Con información de la formulación y contratación del proyecto
	Como se distribuye	Publicada en lugar de ejecución del proyecto

	Documento	Actas de avance del proyecto
Información	Necesidades a cubrir	Entrega información del avance del proyecto y sirve de guía para realizar la veeduría ciudadana
	Contenido	Comparativo entre las actividades planeadas y las actividades ejecutadas
	Formato	Archivo en PDF firmado por el Director del Proyecto y la Interventoría, con nombre "Acta de Avance del proyecto Recuperación de Suelos Zaragoza X", contiene anexos con la información de soporte y necesaria
	Fecha o periodicidad	Mensual
Comunicación	Quien la crea	Director del Proyecto - Ingeniero Residente
	Destino Comunicación	Financiadores del proyecto - Sgr - Veedurías
	Como se recopila	Con la información entregada por los Técnicos Residentes

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

	Como se distribuye	Plataformas del Sistema General de Regalías, página web del municipio de Zaragoza
--	---------------------------	---

	Documento	Actas Reuniones de Seguimiento
Información	Necesidades a cubrir	Dar a conocer a la comunidad de la zona los avances del proyecto y los detalles de su ejecución
	Contenido	Listado de actividades planeadas Vs las actividades ejecutadas
	Formato	Archivo en PDF, firmado por el Director del Proyecto, la Interventoría y el Presidente de la Junta de Acción Comunal del Corregimiento, con nombre "Acta Reunión de Seguimiento del proyecto Recuperación de Suelos Zaragoza X", contiene anexos con la información de soporte y necesaria
	Fecha o periodicidad	Trimestral
Comunicación	Quien la crea	Director del Proyecto - Ingeniero Residente
	Destino Comunicación	Sistema General de Regalías - Comunidad en general
	Como se recopila	Con información de lo acontecido en las reuniones realizadas
	Como se distribuye	Plataformas del Sistema General de Regalías, página web del Municipio de Zaragoza

	Documento	Informe Plan de Mejoramiento
Información	Necesidades a cubrir	Programación de actividades y acciones a realizar para mejorar o solucionar las inconsistencias o procesos que requieren mejorar para el óptimo resultado del proyecto
	Contenido	Evaluación de cada una de las actividades o procesos detectados como susceptibles de mejoramiento
	Formato	Archivo en PDF, firmado por el Director del Proyecto, con nombre "Informe Plan de Mejoramiento del proyecto Recuperación de Suelos Zaragoza X", puede contener como anexo un registro fotográfico.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

	Fecha o periodicidad	Eventual
Comunicación	Quien la crea	Director del Proyecto - Ingeniero Residente
	Destino Comunicación	Sistema General de Regalías - Comunidad en general
	Como se recopila	Analizando los puntos a mejorar, las medidas implementadas para mejorar y los resultados obtenidos en el proceso
	Como se distribuye	Plataformas del Sistema General de Regalías, página web del Municipio de Zaragoza

	Documento	Informe Financiero del Proyecto
INFORMACION	Necesidades a cubrir	Realizar balance de los recursos económicos invertidos en el proyecto y los presupuestados para cada actividad
	Contenido	Comparativo de ejecución física y financiera contemplada en el flujo de inversiones y el cronograma de actividades
	Formato	Archivo en PDF, firmado por el Director del Proyecto, con nombre "Informe Financiero del proyecto Recuperación de Suelos Zaragoza X", puede contener como anexo lo que se requiera para dar mayor detalle y especificidad
	Fecha o periodicidad	Trimestral
COMUNICACIÓN	Quien la crea	Director del Proyecto - Ingeniero Residente
	Destino Comunicación	Comunidad en general
	Como se recopila	Estudio de ingresos y egresos, pagos y demás, en cuanto al componente financiero y económico. Se debe considerar los programado física y financieramente en el proyecto
	Como se distribuye	Página web del Municipio de Zaragoza

Fuente: elaboración propia a partir de guía.

6.7 Plan de Adquisiciones

En lo relacionado al plan de adquisiciones del proyecto, cabe resaltar que se deben cumplir con los lineamientos y normatividad vigente en materia de contratación pública de

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Colombia teniendo en cuenta que los recursos a los que se aspira, dentro de la presente iniciativa, son públicos. Sin embargo, a continuación, se plantea para cada insumo del Presupuesto, la modalidad propuesta de adquisición:

Tabla 35 Plan de Adquisiciones del proyecto

Producto	Actividades	Insumo	Tipo Adquisición	Modalidad de Adquisición	
Servicio de restauración de ecosistemas	Identificar área a recuperar	Id. Mano de Obra calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Profesionales	
		Identificación Trabajo de Campo	Contratación Directa	Contrato de Servicios de Transporte	
	Acondicionar suelos	Bomba de agua de 4"	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Técnicos	
		Retro excavadora Oruga E-200	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Técnicos	
		Motoniveladora 140 HP	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Técnicos	
		Mano de Obra no calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor	
		Mano de Obra calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Profesionales	
		Aislar área a intervenir	Insumos	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales
	Mano de Obra no calificada		Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor	
	Preparar suelos	Fertilizar Mano de Obra no calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor	
		Fertilizar - enmienda calcárea	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales	
		Control Fitosanitario	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Profesionales	
		Trazado Mano de Obra no calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor	
		Hoyado Mano de Obra no calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor	
		Hoyado Herramientas	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales	
		Encalado Mano de Obra no calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor	
		Encalado Herramientas	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales	
		Mano de Obra calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Profesionales	
	Servicio de reforestación de ecosistemas	Sembrar los árboles	Adquisición de Plántulas	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales
			Transporte Plántulas	Contratación Directa	Contrato de Servicios de Transporte
Siembra Mano de Obra			Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor	
Fertilización y Mant. Mes 3			Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor	

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

		Fertilización Herra m e Insum	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales
		Resiembra Mano de Obra	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor
		Resiembra Plántulas	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales
		Mano de Obra calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Profesionales
	Sostener la Plantación	Rocería Mano de Obra	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor
		Rocería Herra m e Insum	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales
		Fertilización Mano de Obra no calif.	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Obra Labor
		Fertilización Herra m e Insum	Contratación Directa	Contrato de Suministro de Materiales
		Mano de Obra calificada	Contratación Directa	Contrato de Prestación de Servicios Profesionales

Fuente: elaboración propia a partir de guía.

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

7. Referencias

Acosta, Díaz. (2017). Estudio multitemporal de la dinámica de explotación de oro de aluvión del Bajo Cauca Antioqueño en los años 2014 y 2017 a través de imágenes satelitales. Universidad Militar Nueva Granada.

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17300>

Agricultura, M. d. (2021). Presidencia de la República.

<http://es.presidencia.gov.co/noticia/180621-Gobierno-definio-Frontera-Agricola-Nacional-para-avanzar-hacia-el-desarrollo-rural-sostenible-y-proteger-la-biodiversidad>

Antioquia, G. d. (2021). *Gobernación de Antioquia*. <https://antioquia.gov.co/antioquia/datos-de-antioquia>

Ayala, H., Mosquera, J., y Murillo, W. (2008). Evaluación de la adaptabilidad de la acacia (*Acacia mangium* Wild), y bija (*Bixa orellana*) en áreas degradadas por la actividad minera aluvial en el Chocó biogeográfico, Condoto, Chocó, Colombia.

<https://bioetnia.iiap.org.co/index.php/bioetnia/article/view/113>

Candia, J., Perrotti, D. y Aldunate, E. CEPAL. (2015). Evaluación social de proyectos.

Cardona, J. (2021). *Mongabay*. <https://es.mongabay.com/2020/11/mineria-ilegal-de-oro-en-colombia-informe-2019/>

Constitución política de Colombia (1991) art 80.

Corantioquia, (2019);

<https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/informes%20de%20gesti%C3%B3n/Informe%20Gesti%C3%B3n%202019-II.pdf>

DANE; 2018:

https://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=55

Díaz, G. y Ceballos, G. (2000). Comportamiento inicial de *Acacia mangium* Willd en suelos degradados por minería de aluvión, en el bajo cauca antioqueño. *Corantioquia y*

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín).

https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_1827_1999.pdf

David, Giraldo. (2017). Procesos de degradación de suelos asociados a minería aurífera cielo abierto, caso de estudio Bajo Cauca Antioqueño. *Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.*

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63113/98696584.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Departamento Nacional de Planeación –DNP-. (2006). Manual de Valoración y Cuantificación de Beneficios.

Desarrollo, P. d. (2020). *Plan de Desarrollo Unidos Construimos 2020 - 2023*. Municipio de Zaragoza.

EIA, (2015): sistema de drenaje sostenible para el Aprovechamiento del agua lluvia como Recurso en procesos industriales.

FAO, (2016), Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra; El Estado de los Bosques; <https://www.fao.org/publications/sofo/2016/es/>

FAO. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>

Fedesarrollo. (2012). Impacto socioeconómico de la minería en Colombia. Informe para el Sector de Minería a Gran Escala. Directora: Martínez Ortiz, Astrid.

Figuerola D. (2004): Estrategias para la recuperación de suelos degradados;

<https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/73362-Estrategias-para-la-recuperacion-de-suelos-degradados.html>

IDEAM, (2019). <http://www.ideam.gov.co/>

Laricano, Flores. (2018). Análisis comparativo de la biorremediación de suelos contaminados con mercurio por actividad minera, aplicando la tecnología de vermicomposta. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/8584>

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Manos unidas, (1992): Cumbre de la tierra; <https://www.manosunidas.org/observatorio/cambio-climatico/cumbre-tierra>

Méndez Et Al: Citado por David (2017): La indagación en la educación flexible: una estrategia didáctica de educación ambiental en modelos de aceleración del aprendizaje en la escuela; <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/7314>

Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Comercio Exterior, Ministerio de Desarrollo Económico, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2000). Plan Nacional de Desarrollo Forestal.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Minambiente*. https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/mercuro/Sinopsis_Nacional_de_la_ASGM.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2003). Glosario técnico Minero. Obtenido de Agencia Nacional de Minería: <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>

ONU, (2018): <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-es.pdf>

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito UNDCO. (2020). Colombia Explotación de oro de aluvión Evidencias a partir de percepción remota 2020. Ministerio de Minas y Energía. https://www.unodc.org/documents/colombia/2021/Julio/EVOA_2020_Web.pdf

Peña, C. (2013). Mundo minero. <http://mundominero.com.co/mineria-hadestruido35-000-hectareas-de-selva-en-el-bajo-cauca/>

Piedrahita, E. (2016). Reforestación en Colombia: un sector por construir.

Reyes Hernández Humberto. Et. Al; (2018), Gobernanza ambiental y pagos por servicios ambientales en América Latina; <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1585>

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR MINERÍA EN EL CORREGIMIENTO EL PATO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA, ANTIOQUIA.

Rojas, J. (2015). Fertilidad de suelos en plantaciones forestales del trópico colombiano. Universidad Nacional de Colombia.

Ríos, Buendía Hidebrando (2002), Citado por David (2017): Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante compost de aserrín y estiércoles;
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2290>

Salazar, C. y Marín, O. (2016). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Beneficios de la Reforestación en la regulación hídrica en Colombia.

Secretaría de Minas. (septiembre de 2021). *Gobernación de Antioquia*. Obtenido de
https://issuu.com/gobantioquia/docs/mapa_minero_de_antioquia

SIAC. (septiembre de 2021). *Sistema de Información Ambiental de Colombia*. Obtenido de
<http://www.siac.gov.co/erosion>

Silva, L. J. y Triviño, T. 1990. Falacias y Realidades de la Reforestación. Revista Bosques y Desarrollo, Año I No. 1. Fundación Bosques y Desarrollo.

Society for Ecological Restoration International and IUCN Commission on Ecosystem Management. (2004). Ecological Restoration, a means of conserving biodiversity and sustaining livelihoods. *Society for Ecological Restoration International*, Tucson, Arizona, USA and IUCN, Gland, Switzerland.
<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/Folder-005.pdf>

Sostenible, M. d. (2021). MINAMBIENTE.
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3377-por-primera-vez-colombia-tiene-una-politica-para-frenar-la-degradacion-de-sus-suelos>

Villa, V. y Franco, G. (2013). Diagnóstico Minero y Económico de Antioquia.

Zaragoza, M. d. (2021). *Alcaldía Municipal de Zaragoza Antioquia*. <http://www.zaragoza-antioquia.gov.co/municipio/nuestro-municipio>