

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

**FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y
ADMINISTRATIVAS**

2017



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
GENERADOS EN EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE CARBÓN
MINERAL EN LA VEREDA AGUA BLANCA DEL MUNICIPIO DE TUTA,
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

AUTORA: ERIKA EMILIA MORENO CUY



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

**FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y
ADMINISTRATIVAS**

2017



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
GENERADOS EN EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE CARBÓN
MINERAL EN LA VEREDA AGUA BLANCA DEL MUNICIPIO DE TUTA,
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

**Tesis presentada como requisito para optar al Título de Magíster en
Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

AUTORA: ERIKA EMILIA MORENO CUY

Director de Tesis: Mg. DIEGO HERNÁNDEZ GARCÍA



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

DEDICATORIAS

A mi madre Cecilia Cuy, por su espíritu guerrero, de mujer y madre incansable, que ha sembrado en mí un fuego que arde en el interior de mi corazón y mantiene caliente el espíritu de lucha contra las adversidades que conlleva el día tras día en el camino de la vida para alcanzar los sueños que aventure a soñar.

A Mario, por su apoyo, ternura y comprensión has hecho un excelente trabajo de padre

A mis hermanos José, Vanesa, Diego y Esteban por su apoyo y amor.

Erika Emilia Moreno Cuy

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo "CIMAD", en el programa académico Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, por el compromiso con los más altos estándares de calidad académica

A mi asesor de tesis, el docente-investigador: Diego Hernández García, por exigencia académica, disposición y paciencia.

Al Ingeniero Edgar Aldana, y su empresa INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE "YO IMPORTO S.A.S", NIT: 900566301 – 6, por aportar al proyecto desde su vasta experiencia profesional.

Erika Emilia Moreno Cuy



ÍNDICE

ÍNDICE.....	iv
GLOSARIO	viii
LISTA DE ABREVIATURAS O SIGLAS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABLAS	xii
ABSTRACT.....	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
1. DISEÑO TEÓRICO.....	16
1.1 TÍTULO DEL TRABAJO	16
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA	19
1.4.1 Localización.....	19
1.4.2 División territorial.....	20
1.4.3 Reseña histórica (Municipio de Tuta, 2013).....	20
1.4.4 Ecología (Municipio de Tuta, 2013).....	21
1.4.5 Economía (Municipio de Tuta, 2013).....	21
1.4.4 Geología económica.....	22
1.4.5 Geología de carbón en Boyacá (UPME, 2016).....	22
1.4.6 Geología del carbón en Tuta (ESAP, 2013).....	23
1.4.7 Condiciones socioeconómicas.	24
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	25



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

1.6	OBJETIVOS	26
1.6.1	Objetivo general	26
1.6.2	Objetivos específicos	26
1.7	HIPÓTESIS	26
1.8	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	27
2	MARCO TEÓRICO.....	30
2.1	MARCO LEGAL.....	30
2.1.1	Normatividad referente al recurso hídrico	30
2.2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	32
2.2.1	Evaluación Ambiental.....	32
2.2.2	Evaluación ambiental sin proyecto o pre-operacional	33
2.2.3	Identificación y evaluación de impactos ambientales para el proyecto	35
2.2.4	Análisis de Impactos Ambientales	36
2.2.5	Evaluación Cualitativa de Impactos.....	40
2.2.6	Evaluación Cuantitativa de Impactos.....	43
2.2.7	Marco teórico para la evaluación económica.....	45
2.2.8	Métodos de Valoración Económica de Impactos Ambientales	47
2.2.9	Análisis Costo Beneficio Ambiental.....	49
3	DISEÑO METODOLÓGICO.....	52
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.2	UNIDAD DE ANÁLISIS Y UNIDAD DE TRABAJO	54
3.3	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	55
3.3.1	Fase 1. Diagnostica	55
3.3.2	Fase2. Planeación.....	55



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

3.3.3	Fase 3: Evaluación	56
3.3.4	Fase 4. Análisis y conclusiones	56
4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	57
4.1	PROCESOS DE EXPLOTACIÓN DE CARBÓN MINERAL	57
4.1.1	Actividades y operaciones unitarias de la explotación subterránea.....	57
4.1.2	Descripción del método de extracción del carbón	58
4.2	ANÁLISIS Y JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS	60
4.2.1	Impactos definidos sobre cada componente.....	65
4.2.2	Vertimientos.....	66
4.3	VALORACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS O COSTOS AMBIENTALES 67	
4.3.1	Medio Abiótico	67
4.3.2	Medio Biótico	68
4.3.3	Valoración de los Impactos No Internalizables	69
4.3.4	Medio Socioeconómico	71
4.4	VALORACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS O BENEFICIOS AMBIENTALES	74
4.4.1	Medio Biótico	74
4.4.2	Medio Socioeconómico	74
4.5	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO.	76
4.5.1	Análisis costo beneficio para el proyecto de explotación minera.....	77
4.5.2	Relación Costo Beneficio	78
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES.....	80
	BIBLIOGRAFÍA	81



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

ANEXO 1. ENCUESTA SOCIO DEMOGRÁFICA84



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

GLOSARIO

Agua de drenaje de la mina: Son aguas bombeadas generas por la explotación de mina ya sea está a cielo abierto, subterránea.

Agregados económicos: Son aquellas que se obtiene como resultado de la consolidación del sistema de cuentas nacionales donde son utilizados como indicadores de la actividad económica que se desarrolla dentro de estos indicadores se encuentra el PIB.

Vertimientos: Los vertimientos son aguas residuales de origen urbano donde estas aguas No son tratadas mediante ningún elemento.

Valoración económica: Herramienta utilizada para realizar el análisis costo beneficio y es utilizada para escoger la mejor alternativa de desarrollo para un proyecto.



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

LISTA DE ABREVIATURAS O SIGLAS

ABD: Banco de Desarrollo de Asía.

ACB: Análisis costo beneficio

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social.

CORPOBOYACA: Corporación Autónoma de Boyacá.

EIA: Estudio de Impacto Ambiental

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial

ESAP: Escuela Superior de Administración Pública

FEDESARROLLO:

INGEOMINAS:

MAVDT: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible.

MT: Millones de toneladas

PMA: Plan de Manejo Ambiental

POT: Plan de Ordenamiento Territorial.

RBC: Relación costo beneficio.

SINA: Sistema Nacional Ambiental

UPME: Unidad de Planeación Minero Energética.

VAN: Valores actuales netos

VE: Valor de Existencia

VET: Valor económico Total.

VNU: Valor de no uso.

VO: Valor de opción



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

VPN: Valor presente neto.

VPNE: Valor Presente Neto Económico.

VU: Valor de Uso

VUD: Valor de Uso Directo.

VUI: Valor de Uso Indirecto.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 Reservas de Carbón en Colombia	17
Figura 1-2 División Política del Municipio de Tuta	19
Figura 2-1 Evaluacion de impactos ambientales en escenarios con y sin proyecto.....	46
Figura 2-2 Clasificación de los impactos ambientales acorde al autor Freeman (1979) ...	47
Figura 2-3 Métodos de evaluación económica de impactos ambientales	48
Figura 3-1 Esquema metodológico	53
Figura 3-2 Unidad de Análisis y Unidad de trabajo.....	54
Figura 4-1 Visita al al proyecto minero, Vereda Aguas Blancas Municipio de Tuta	58
Figura 4-2 Método de Escalones Invertidos	59
Figura 4-3 Evidencia, Visita a campo - acompañamiento en Identificación y Evaluación de Impactos ambientales	64



LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 División Verdal Municipio de Tuta	20
Tabla 1.2 Diagnostico socioeconómico	24
Tabla 1.3 Estudios previos de apoyo al desarrollo del presente estudio.....	28
Tabla 2.1 Documentos de apoyo para las bases teóricas	32
Tabla 2.2 Descripción de las principales etapas y actividades del proyecto.....	37
Tabla 2.3 Identifican los elementos e indicadores ambientales	37
Tabla 2.4 Matriz de Identificación de impactos.....	39
Tabla 2.8 Definición de atributos y rangos o límites para la evaluación	44
Tabla 2.9 Interpretación del indicador VPN	50
Tabla 2.10 Interpretación del indicador RBC	51
Tabla 4.1 Evaluación cualitativa en la etapa de construcción y montaje.....	61
Tabla 4.2 Evaluación cualitativa en Explotación.....	62
Tabla 4.3 Evaluación cualitativa en la etapa de cierre y abandono	63
Tabla 4.5 Costo de morbilidad por enfermedades respiratorias.....	68
Tabla 4.6 Costo de mantenimiento vial trimestral	72
Tabla 4.7 Resumen de valoración de impactos negativos del proyecto.....	73
Tabla 4.8 Valor de la nómina en el proyecto	74
Tabla 4.9 19 Resumen de valoración de impactos positivos del proyecto	75
Tabla 4.10 Total costos impactos positivos y negativos.....	76
Tabla 4.11 Análisis Costo beneficio	77
Tabla 25 Encuesta Socio demográfica.....	84
Tabla 26 Evidencias aplicación de encuestas	87



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

ABSTRACT

This research emerges from the debates and discussions which have been growing in the municipality of Tuta, Boyacá; In relation to the subject of the processes of mining, and their contribution to the society and economy of the places where they are carried out, it has been defined for the present work process ore mining coal at vereda Agua Blanca of the Municipality of Tuta, Department of Boyaca.

A methodological framework was developed for the identification and evaluation economic of impacts environmental derived from the mining activity of coal mining on vereda Agua Blanca of the Municipality of Tuta, Department of Boyacá.

It begins with the bibliographical compilation of existing mining titles in Tuta Municipality with emphasis on the area of interest, followed by the application of surveys in the area delimited for the present study, then be able to determine the environmental impacts, finally in data analysis, the assessment economy of environmental impacts is done using the methodology of cost-benefit analysis. The present research uses the research methodology corresponding to a descriptive and explanatory aspect.

Research was obtained that the economic evaluation of environmental impacts generated by the coal mining project in the verda Agua Blanca of the Municipality of Tuta, Department of Boyacá, resulted in the project being viable, supported by the positive VPN and the Cost Benefit Ratio ($RCB = 7.77$) result in favor of the positive impacts.

KEY WORDS: Coal mining, Social impact, Economic impact, Boyacá, Tuta, Tuta River



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

RESUMEN

La presente investigación surge a partir de los debates y discusiones que han venido creciendo en el Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá en torno al tema de los procesos de explotación minera, y su aporte a la sociedad y economía de los sitios en donde se adelanta, se ha delimitado para el presente trabajo el proceso de explotación de carbón mineral en la Vereda Agua Blanca.

Se elaboró un esquema metodológico para identificar y valorar económicamente los impactos ambientales que se derivan del proyecto minero de explotación de carbón en la Vereda Agua Blanca, del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá.

Se procede a realizar la recopilación bibliográfica de títulos mineros existentes en Municipio de Tuta con énfasis en el área de interés, luego se prosiguió con la aplicación de encuestas en el área delimitada para el presente estudio, posteriormente se determinaron los impactos ambientales, finalmente en el análisis de datos se realizó la evaluación económica de los impactos ambientales utilizando la metodología de Análisis Costo Beneficio. La presente investigación utiliza la metodología de investigación correspondiente a un aspecto de tipo descriptivo y explicativo.

De la investigación se obtiene que la evaluación económica de impactos ambientales generados por el proyecto de explotación de carbón mineral en la Vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá, dio como resultado que el proyecto es viable, soportado por el VPN positivo y la Relación Beneficio Costo(RCB=7.77) resultado a favor de los impactos positivos.

PALABRAS CLAVES: Explotación de carbón, Impacto Social, Impacto Económico; Boyacá, Tuta, Rio Tuta.



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

INTRODUCCIÓN

Se está propagando un clima de preocupación en torno al tema de los procesos de explotación de carbón tanto en los aspectos sociales y ambientales, así como el fenómeno creciente, de preocupación en torno a afectaciones económicas como resultado de los impactos ambientales que genera la implementación de dichos procesos extractivos

El presente trabajo pretende determinar el impacto ambiental social y económico en la Vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá, en relación con la implementación de un proyecto de explotación de carbón mineral.

Describiendo los procesos de explotación minera que se existen actualmente en la Vereda Agua Blanca del municipio de Tuta, Departamento de Boyacá, el presente trabajo realizó la valoración económica los impactos ambientales en la vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá.

Finalmente se estableció la Relación Costo Beneficio de los impactos ambientales que se producen en la vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá como resultado de la implementación de un proceso de explotación de carbón mineral.

1. DISEÑO TEÓRICO

1.1 TÍTULO DEL TRABAJO

Evaluación económica de los impactos ambientales generados en el proyecto de explotación de carbón mineral en la Vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de producción del carbón mineral se realiza en minas subterráneas y a cielo abierto. Este mineral se presenta en forma de roca, compuesto por carbono y elementos como hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno; Se usa generalmente como combustible. Con base en las propiedades físicas y químicas que exhibe el mineral, se clasifica en diversos tipos de carbón mineral, sus compuestos y para qué tipo de actividad pueden estar destinado. (Aktiva Servicios Financieros, 2017).

En Colombia se extraen dos tipos de carbón: El carbón térmico, que se usa principalmente para la generación de energía y el Carbón metalúrgico, destinado a la producción de coque y acero. Según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2004), el carbón pasa por el proceso de exploración, beneficio, transformación y transporte, para luego pasar a una comercialización, distribución y hasta exportación. La exploración es la examinación de un yacimiento carbonífero para valorar las condiciones geológicas, donde se presentan los resultados económicos en que se incurren para la extracción del mineral, el potencial de la mina y la calidad del carbón. Luego de evaluar que es viable el proyecto, se procede a la explotación, donde se dan las fases de desarrollo, montaje, preparación, arranque, extracción y producción en la mina. (Aktiva Servicios Financieros, 2017).

El carbón mineral en Colombia tuvo un desempeño histórico en 2016, alcanzando una producción de 90.5 millones de toneladas anuales, debido a que presentó un aumento del 5.7% en el valor agregado, pasando de registrar COP\$ 6.85 miles de millones anuales en 2015 a COP\$ 7.25 mm en 2016. Este auge causó que la extracción de carbón mineral pasara a tener una participación del 20.8% dentro de la rama de explotación de minas y canteras (Aktiva Servicios Financieros, 2017)

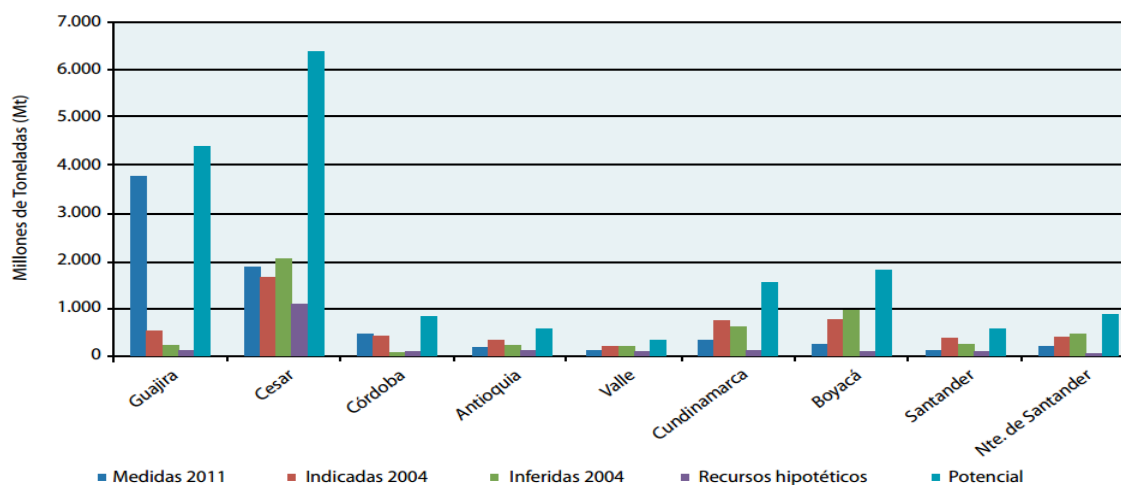
Dentro de la minería de carbón en Colombia existe una alta demanda de agua, los vertimientos generados por la explotación minera, afloran durante la etapa de desagüe de las minas subterráneas, y en las operaciones a cielo abierto se genera vertimiento de las



aguas de esorrentía de los botaderos. (UPME CI-002-2015, 2015)

Las reservas geológicas de carbón en el país son aproximadamente de 6648 millones de toneladas (MT), mientras que las reservas indicadas son del orden de 2322 MT, y se encuentran distribuidas en las tres grandes cordilleras (Oriental, Central y Occidental), localizadas en el interior del país y en la Costa Atlántica, donde se encuentra el 89.80% del total del carbón nacional, que a su vez corresponde al 98% del carbón térmico. El 95% de las reservas se ubica en los departamentos de La Guajira, Cesar, Córdoba, Norte de Santander, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Valle del Cauca y Cauca. (http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon, s.f.)

Figura 1-1 Reservas de Carbón en Colombia



Fuente: INGEOMINAS, El carbón colombiano - recursos, reservas y calidad, 2004; actualizó UPME.

En el Municipio de Tuta Departamento de Boyacá, existen diversas actividades mineras como explotación de materiales de construcción, caolín, grava y carbón mineral, con un potencial de explotación de otros recursos como la asfaltita y diatomitas; las cuales ha ocupado históricamente un renglón importante en la economía de la región, pero, actualmente están generando una creciente preocupación por los impactos ambientales y sus repercusiones sociales y económicas, que conlleva el desarrollo de estas actividades en los lugares en que se ejecutan. (ESAP, 2013)

La presente investigación surge a partir de la necesidad de los propietarios de títulos mineros por argumentar ante la comunidad del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá y entes gubernamentales los efectos económicos que causan los impactos ambientales producto de los procesos de explotación minera, así como su aporte a la sociedad y economía de los lugares en que se llevan a cabo, de igual forma realizar la evaluación económica de los impactos ambientales para ser presentados como requisito en el proceso de obtención de licencia ambiental.

Se ha delimitado para el presente trabajo el proceso de explotación de carbón mineral en la Vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, en relación con la evaluación económica de los posibles impactos ambientales



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

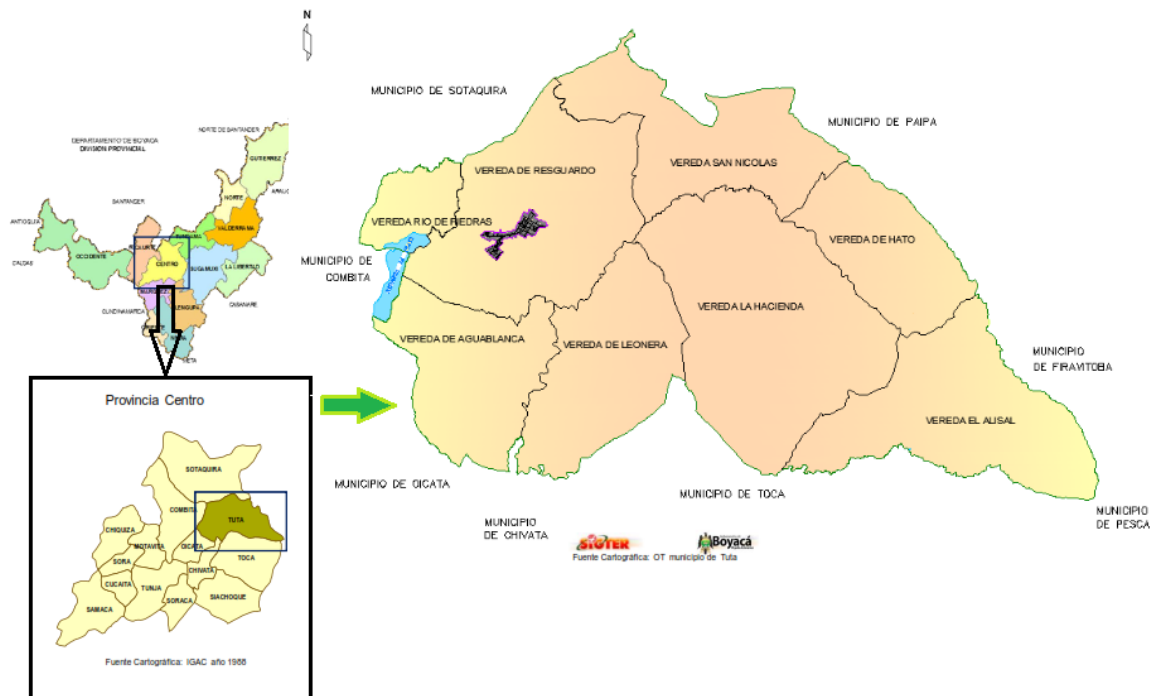
¿Cuál es la evaluación económica de los impactos ambientales generados por el proyecto de explotación de carbón mineral en la Vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá?

1.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA

1.4.1 Localización

El Municipio de Tuta está localizado a los 05° 41' 36" de latitud norte y 73° 13' 51" de longitud oeste. La altura sobre el nivel del mar es de 2600 metros, la temperatura media es de 14°C y la precipitación anual es de 935 mm. Dista de Tunja 26 Km. El área municipal es de 165 km². y limita con el norte con Sotaquirá y Paipa, por el este con Paipa y Firavitoba, por el sur con Toca, Oicatá y Cóbbita. (ESAP, 2013).

Figura 1-2 División Política del Municipio de Tuta



Fuente: Modificado de <http://www.dapboyaca.gov.co/wp-content/uploads/2015/06/TUTA-VEREDAL.pdf>

1.4.2 División territorial

El área municipal es de 165 km² El territorio de Tuta está dividido en 8 veredas que son: Alisal, Hato, Hacienda, San Nicolás, Leonera, Agua Blanca, Resguardo y Río de Piedras.

Tabla 1.1 División Verdal Municipio de Tuta

LOCALIZACIÓN	ÁREA EN HECTÁREAS
HACIENDA	36.346.64
RIO DE PIEDRAS	5.216.86
RESGUARDO	28.684.48
AGUA BLANCA	17.435.34
HATO	14.017.85
ALISAL	23.836.52
SAN NICOLAS	19.494.47
LEONERA	18.942.0
TOTAL	165.000.00

Fuente: IGAC, 1996

1.4.3 Reseña histórica (Municipio de Tuta, 2013)

- Fecha de fundación 04 de junio de 1776
- Nombre del/los fundadores (es): Los conquistadores Miguel Sánchez y Juan Rodríguez Parra.
- TUTA: “Propiedad del Sol”, “Labranza Prestada”
- El caserío es anterior a la conquista de los españoles, bajo las órdenes de Tutazua jefe tributario y hermano del Zaque de Hunza, Tunja, sus primeros evangelizadores fueron los padres dominicanos que arribaron al caserío en 1556. Como encomenderos llegaron a Tuta Miguel Sánchez, señalado este como uno de los soldados que participo en el incendio del templo del sol en Sogamoso y Juan de Avendaño. El Arzobispo de santa fe, doctor don Agustín de Alvarado y Castillo expidió en 1776 un Decreto sobre la fundación de nuevas parroquias en donde quiera que las pidan los feligreses, esto dio pie para que los habitantes de Tuta solicitaran que el caserío fuera exaltado a la categoría de

parroquia, hecho que se oficializo el 23 de marzo de 1777, cuando fue publicado el Decreto respectivo.

- El Municipio de Tuta perteneció durante el siglo XVIII a la administración territorial de Oicata y Combita. El 22 de Diciembre de 1786 el corregidor de justicia mayor de la ciudad de Tunja nombró como Alcalde pedáneo a Don Jerónimo Escobar; a partir del 2 de enero de 1794 el territorio de Tuta es anexo a la administración del valle de Sotaquira bajo la dependencia directa del Alcalde de Paipa, permaneciendo hasta 1816, año en el cual logró su propia administración, siendo su primer alcalde el señor Pedro Fonseca. Tuta y Sotaquira permanecieron gobernadas por un solo Alcalde hasta los primeros años de 1800. En la firma de la constitución de Tunja, 9 de diciembre de 1811, Tuta estuvo representada por el electo doctor Don Francisco de Jove Huego. En 1813, cuando se proclamó la independencia de la provincia de Tunja, entre los firmantes del acta estuvo el presbítero Manuel García, delegado de Tuta. Con la organización de la provincia en departamentos, Tuta estuvo formado parte del Departamento del norte junto con Sotaquira, Paipa, Duitama, Santa Rosa de Vitervo, Susacón, Soata, Petaquero, Beteitiva, Tutaza, Corrales, Tobacía y Busbanzá. El libertador Simón Bolívar pasó por Tuta en cinco ocasiones en el año 1820. (Municipio de Tuta, 2013)

1.1.4 Ecología (Municipio de Tuta, 2013)

150 hectáreas de terreno sembradas con árboles nativos, estas zonas que son importantes para los acueductos del municipio de Tuta. Existen en protección 8000 árboles frutales como proyecto de reforestación protectora productora. Conjuntamente, se viene desarrollando la reforestación de 28 hectáreas con árboles nativos para la protección de cuencas hidrográficas, y riveras de las quebradas del Municipio.

1.1.5 Economía (Municipio de Tuta, 2013)

El perfil económico agroindustrial del Municipio de Tuta; dentro de su territorio se encuentran grandes complejos industriales como: MAGUNCIA, el Grupo Siderúrgico DIACO, TERMO-PAIPA. La producción agrícola se basa en cultivos de: papa, cebada, fríjol, maíz, habas, hortalizas, arveja, cebolla, frutales. El comercio ganadero presenta una tendencia al crecimiento, ejemplo de ello son: la cría de ganado vacuno, caballo, mular, asnal y lanar; cobrando mayor importancia la producción lechera. (Municipio de Tuta, 2013)

Referente al sector minero, existen yacimientos de: asfalto, cal, yeso, carbón, caolín, hierro,



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

arena y azufre. Y algunas esmeraldas han aflorado en el Alto de Ginua. La pavimentación de sus vías de acceso y el servicio regular y permanente de transporte desde las principales ciudades del Departamento, han apalancado el crecimiento económico.

Algunos de los pilares económicos de Tuta son las siguientes:

- Frutales (durazno, ciruela, manzano, pera, fresa, mora, uchuva, vid).
- Bosques comerciales, Eucaliptos y pino de zonas de ladera, su explotación se hace para usos de construcción, cercas y carpintería.
- Ganadería bovina, Hollstein y Normando.
- Porcicultura, Cunicultura, Piscicultura, Avicultura.

Empresas importantes en el desarrollo económico de Tuta son: Tubos Maguncia, Pollos el Dorado y Parmalat. En el casco urbano del Municipio se desarrolla la actividad comercial como: víveres, agro insumos, carne, ferreterías, panaderías, papelerías. (ESAP, 2013)

1.4.4 Geología económica.

De las formaciones geológicas que afloran en el Municipio de Tuta, con un interés especial, son formaciones que ofrecen materiales para construcción, minerales y yacimientos industriales importantes, para uno de los principales renglones de la economía de una región, como es la minería. El presente estudio se centrará en los yacimientos de carbón (ESAP, 2013)

1.4.5 Geología de carbón en Boyacá (UPME, 2016)

- **Subcuenca Tunja-Duitama:** Está ubicada en el Departamento de Boyacá entre el Puente de Boyacá al sur y el Municipio de Duitama al norte. Corresponde al sinclinal de Tunja y se extiende en una longitud de unos 35 Km con un ancho promedio de 8 Km. Los carbones se encuentran en el miembro medio de la Formación Guaduas en 8 mantos con espesores entre 0,70 y 2,0 metros. La mayoría de estos carbones están clasificados como subbituminosos A hasta bituminosos de altos volátiles C.
- **Subcuenca Sogamoso-Jericó:** La cantidad y espesores de los mantos es variable de 1 a 9 y 1,0 a 3,2 metros respectivamente, los espesores acumulados varían entre 8,30 y 10 m. Las reservas se calculan en 102.8 millones de toneladas, los cuales se tratan principalmente de carbones bituminosos altos en volátiles B y C.
- **Subcuenca Chinavita-Umbita-Tinabá:** Esta ubicada en el centro-sur del departamento

de Boyacá en los municipios de su nombre y Machetá Cundinamarca. Los carbones se encuentran en los flancos del Sinclinal de Umbita. (UPME, 2016)

1.4.6 Geología del carbón en Tuta (ESAP, 2013)

Los yacimientos de carbón del Municipio se localizan sobre la Formación Guaduas, según un estudio adelantado por ECOCARBON LTDA en 1.997 para la Cuenca de Duitama – Paipa – Tunja, se estableció que dentro del Municipio se tienen cuatro bloques carboníferos, delimitados tectónicamente por fallas de rumbo e inversas, estos bloques son Bloque Salitre, Bloque Bolívar, Bloque Boquerón y Bloque Piamonte. El número de mantos varía en cada uno de ellos entre 2 y 5 mantos, con espesores variables

- **Bloque El Salitre** se localiza en la parte Nor-oriental del Municipio, en la vereda de San Nicolás, los mantos de se extienden desde el Municipio de Paipa, teniendo su continuidad en el Municipio de Tuta, en este bloque se identificaron cinco mantos de carbón con espesores que oscilan entre 0.80m y los 3.00m, son carbones clasificados como térmicos y su destino principal es la Electrificadora de Boyacá. Según un estimativo de reservas calculadas para este bloque fue del orden de 25.000.000 de toneladas.
- **El Bloque Bolívar** se localiza a continuación del anterior y separado de este por la Falla Bolívar, en este bloque tan solo se identificaron dos mantos de carbón con espesores de 1.10m y 1.70m, son carbones sub-bituminosos alto volátiles, las reservas calculadas fueron de 8.000.000 de toneladas; la minería en este bloque es baja.
- **Bloque Piamonte** se reportaron tres mantos de carbón, con espesores de 1.80m, 3.0m y 1.60m, de los cuales, sobre el manto Grande es donde se localiza la mayor parte de explotaciones, estos carbones al igual que los de los anteriores bloques son clasificados dentro del rango de carbones térmicos y cuyo principal uso es la generación de energía eléctrica en la Termoeléctrica de Paipa. Las reservas calculadas para este bloque fueron del orden de las 15.000.000 de toneladas.
- **Bloque del Boquerón** que se ubica en la Vereda Agua Blanca se identificaron tres mantos de carbón, dos de los cuales tienen un espesor de 0,80m y el tercero un espesor de 1,20m, estos carbones al igual que los anteriores se clasifican como térmicos y su uso principal es la generación de energía eléctrica; las condiciones de estos mantos, en cuanto a espesor y calidad dificultan el desarrollar proyectos mineros medianos además las reservas geológicas calculadas son bajas, pues están alrededor de los 5.000.000 de toneladas, las cuales no se pueden explotar en su totalidad por diversos factores. (ESAP, 2013)



1.4.7 Condiciones socioeconómicas.

Se presente la tabla 1.2 tomada del Plan de Desarrollo 2012-2015 del Municipio de Tuta presentado durante el periodo del alcalde Wilder Iván Suesca Ochoa y el secretario de planeación Carlos Humberto romero Alvarado.

Tabla 1.2 Diagnostico socioeconómico

<u>GRUPO</u>	<u>USO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>LOCALIZACIÓN</u>
GANADERÍA	Pastoreo de ganado bovino especialmente para leche y carne en zonas de pasto mejorado, las demás zonas existe pastoreo de bovinos y ovinos a baja escala.	Ganado normando, Holstein criollo, ovejas y otras especies menores.	Se localiza a lo largo de la margen del río Tuta en el valle, vereda de San Nicolás, Hacienda, Alizal, Hato.
GANADERO AGRÍCOLA	Pastoreo de ganado bovino especialmente de engorde y leche, uso agrícola tradicional en algunas áreas y oras predomina el agrícola semi-mecanizado.	Normando, Criollo, papa, maíz, arveja	Hacienda, San Nicolás, Agua Blanca y Resguardo
AGRÍCOLA /GANADERO	Predomina la agricultura al igual que pastoreo de ganado ovino y bovino a baja escala en algunas zonas; en otras predomina el uso pecuario a gran escala y la agricultura mecanizada intensiva	Normando, Criollo, ovinos, porcinos y otras especies menores, en lo agrícola papa, maíz, trigo, frutales de varias especies especialmente en Río de Piedras, San Antonio, Regencia, cultivos mecanizados intensivos en Hacienda, Leonera y Aguablanca, de papa, maíz, trigo.	se desarrolla en todo el territorio municipal
COBERTURA CONSTRUIDA	Zona urbana para usos comerciales y de servicios	Administrativos, Educativos, Financieros, Gastronómicos de Servicios	Se localiza en la zona urbana
EXPLOTACIÓN MINERAL	explotación de minerales a cielo abierto y bajo tierra	Carbón, arena, cascajo, piedra	Veredas Hato, San Nicolás, Hacienda y Aguablanca.
INDUSTRIAL	Usos industriales de varios productos	lácteos, pollos , hierro, ladrillo	Resguardo sector San Antonio y sector Regencia

Fuente: EOT de TUTA 2004 y Oficina de Planeación Municipal 01 (Municipio de Tuta, 2012)



1.5 JUSTIFICACIÓN

Es importante el presente estudio puesto que le permite tener una base técnica a las autoridades del Municipio de Tuta, para evaluar el grado de afectación social y económica que ejercen los proyectos mineros de explotación de carbón en la vereda Aguas Blancas del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá, ya que existe incertidumbre acerca de las contrariedades sociales que se le atribuyen a las actividades mineras sobre las cuales no se ha establecido plenamente una relación directa entre procesos mineros e impactos sociales y económicos en el lugar donde se adelanta la actividad.

La presente investigación le aporta a las autoridades ambientales y administrativas del Municipio de Tuta, una metodología, la cual es posible replicar a proyectos de explotación minera de carbón que se estén adelantando en el Municipio de Tuta, para evaluar económicamente los impactos ambientales y sociales que se deriven de dicho proceso.

El resultado del presente trabajo de investigación le es de gran utilidad en primera instancia a los propietarios de títulos mineros de explotación de carbón del Municipio de Tuta, vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá, puesto que se convierte en un documento de consulta para el proceso de trámite de licencias ambientales, ya que es un requisito obligatorio solicitado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

En segunda instancia el documento que resultan de esta investigación puede ser usado como guía por las autoridades ambientales como la CORPORACIÓN AUTÓNOMA DE BOYACÁ CORPOBOYACA y por la alcaldía municipal de Tuta, para dimensionar en cifras monetarias los impactos sociales y económicos que genera un proyecto de explotación de carbón mineral.

El presente estudio realiza una recopilación bibliográfica de las diferentes metodologías existentes para la evaluación económica de impactos ambientales y sigue lo propuesto por el Manual Técnico (CONESA FERNANDEZ-VÍTORA, 1997) y el Manual técnico de evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental (Universidad de los Andes & MAVDT) entre otras, además proponer una metodología que se adapta a los proyectos de explotación subterráneas de carbón mineral que se adelantan en el Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

Evaluar económicamente los impactos ambientales generados en el proyecto de explotación de carbón mineral en la vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá.

1.6.2 Objetivos específicos

- ✓ Describir los procesos de explotación de carbón mineral que se existen actualmente en la Vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá
- ✓ Determinar el impacto ambiental social y económico en la Vereda Agua Blanca a raíz del proyecto de explotación de carbón mineral.
- ✓ Analizar la Relación Beneficio Costo de los impactos ambientales generados por el proyecto de explotación de carbón mineral en la Vereda Agua Blanca

1.7 HIPÓTESIS

La evaluación económica de los impactos ambientales causados por el proyecto minero son económicamente positivos para el desarrollo económico de la Vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá.



1.8 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Colombia tiene un gran impacto tanto social, como laboral para el país y especialmente las comunidades donde se encuentran ubicadas las grandes zonas carboníferas. Los empleos asociados a la producción nacional en el sector carbón y otros minerales hacen a 240.000 de los cuales 40.000 son indirectos y 200.000 mil personas dependen directamente de la producción de carbón y otras de la minería; contrario a lo que se podría pensar, Boyacá y Cundinamarca emplean mucha más mano de obra para la explotación del carbón que proyectos como El Cerrejón y Colcarbón. Según Fenal carbón, El Cerrejón tiene cerca de 3.500 trabajadores y Colcarbón, una cifra similar, mientras en Boyacá y Cundinamarca esta cifra hace a 20.000 el carbón del Altiplano cundiboyacense es metalúrgico, el cual genera un valor agregado, porque no solo se hace la explotación minera sino que se somete a un proceso de destilación para producir coque, que genera un ingrediente de empleo casi igual o mayor que la minería a gran escala. (Empresa Comercializadora de Minerales, 2017).

El carbón metalúrgico tiene varios impactos sociales: genera empleo en la explotación minera, en la transformación a coque, en la logística interna y en la construcción de hornos, de equipo y maquinaria para el coque. Pero también la minería de carbón las aguas residuales generadas corresponden a aquellas extraídas desde el fondo de los socavones, estas aguas cuando no son aprovechadas en su totalidad deben ser tratadas antes de ser vertidas a cuerpos receptores. Las aguas residuales de la minería de carbón se caracterizan por tener altos contenidos de material en suspensión alterando la turbiedad del agua. De acuerdo a las características del manto rocoso, las aguas pueden presentar altos contenidos de metales pesados y/o alteraciones en el pH, lo que genera la necesidad de eliminar las altas concentraciones de metales pesados, controlar el pH y sedimentar los sólidos (UPME CI-002-2015, 2015, pág. 28)

Para el Municipio de Tuta en cuanto a la parte ambiental los posibles impactos generados por esta actividad sobre el medio ambiente ocasionan daños principalmente en el suelo, en las aguas superficiales y en el aspecto paisajístico. Los principales problemas que se prevén son fenómenos de erosión de diverso grado, algunos eventos de subsidencia originadas en las labores bajo tierra, así mismo la disposición no técnica de los materiales estériles; en cuanto a las aguas superficiales. El paisaje también se ha visto afectado por la tala de los bosques, en especial de eucaliptos, ya que son maderas necesarias principalmente para el sostenimiento de las labores bajo tierra. (ESAP, 2013).

A continuación, se presentan algunos antecedentes que servirán como referencia en relación con las afectaciones que ha generado la explotación mineral de carbón en casos estudio en Colombia, enfocándose primordialmente en los relevantes al departamento de Boyacá.



Tabla 1.3 Estudios previos de apoyo al desarrollo del presente estudio.

TÍTULO	RESUMEN	AUTOR	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	AÑO
Explotación Minera En El Páramo De Pisba-Boyacá	Trata la relevancia de los ecosistemas dada su gran riqueza ecológica y en especial el de su recurso hídrico, ubicados en el límite superior del bosque de niebla y por debajo del límite superior de las montañas tropicales.	Yesika Osorio Fernández Erika Johana Ruiz Suárez	Tesis De Especialización En Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales	Colombia- Pisba Boyacá	2015.
El Carbón de Colombia: ¿Quién Gana? ¿Quién Pierde? Minería, Comercio global y Cambio climático.	Reflexiones de campos como la ecología política y los derechos humanos. Además, en contrastar información oficial con la perspectiva comunitaria	Diego Melo Ascencio Rosa Peña Lizarazo Johana Rocha Gómez Andrea Torres Bobadilla	Estudios para la Justicia Social “Tierra Digna”.	Colombia- departamentos de Cesar y Magdalena	2015
Impacto socioeconómico del sector carbonífero en el Municipio de Samacá en Boyacá.	Establecer el impacto que tiene la minería del carbón en el desarrollo socioeconómico del Municipio de Samacá en Boyacá.	Jairo Orlando Pedraza Canaria Mauricio Andrés Pineda Contreras	Tesis de maestría en administración económica y financiera	Colombia, Departamento de Boyacá, Municipio de Sumaca	2014
La minería de carbón a gran escala en Colombia: impactos económicos, sociales, laborales, ambientales y territoriales	Impactos Socio territoriales De La Explotación Minera En El Cesar Y La Guajira	Guillermo Rudas Daniel Hawkins	Analysis Friedrich-Ebert-Stiftung (FES)		
Estudio sobre los impactos socioeconómicos del sector minero en Colombia: encadenamientos sectoriales	Cuadernos de Fedesarrollo Número cuarenta y siete	Astrid Martínez Ortiz Tatiana Aguilar FEDESARROLLO	Estudio preparado para la Asociación del Sector de la Minería a Gran Escala	Colombia- Bogotá	2013



<p>Análisis del impacto económico de la minería en Colombia y control ejercido por el Estado frente al tema de ilegalidad años 2010 - 2011</p>	<p>análisis del impacto económico generado a raíz de la explotación minera en Colombia entre los años 2010-2011, al igual que se busca identificar y analizar los controles, regulación y acciones implementadas por el Estado frente a la problemática en general suscitada por la ilegalidad en este sector de la economía</p>	<p>Nataly Jiménez Guantiva</p>	<p>Tesis de Especialización En Finanzas Y Administración Pública</p>	<p>Colombia</p>	<p>2012</p>
<p>La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal</p>	<p>“La actividad del sector minero colombiano ha venido mostrando en los últimos años una creciente dinámica, y ha generado en la opinión pública una serie de interrogantes sobre la real importancia y el positivo impacto que pueda generar dicha actividad en el desarrollo económico y social del país.</p>	<p>Cárdenas Mauricio Reina Mauricio</p>	<p>Cuadernos de Fedesarrollo No. 25</p>	<p>Colombia</p>	<p>2008</p>
<p>Impacto Socioeconómico Y Ambiental De La Pequeña Minería Del Carbón En Los Municipios De Zipaquirá, Nemocón, Cogua, Suesca, Tausa, Sutatausa, Cucunuba Y Lenguazaque</p>	<p>Determinar el impacto tanto socioeconómico como ambiental de la zona, por medio de indicadores, estadísticas y análisis comparativos, que ha tenido la minería del carbón en ocho municipios mineros de</p>	<p>María Del Pilar Rodríguez. Camilo Ernesto Ardila Rubio</p>	<p>Informe final de prácticas administrativas, realizadas en cumplimiento del último semestre del programa de formación profesional en Ciencias Políticas y Administrativas ESAP</p>	<p>Colombia-Cundinamarca</p>	<p>1999</p>

Fuente: Autora

2 MARCO TEÓRICO

En el desarrollo del presente capítulo se tratan dos importantes aspectos, uno de ellos, se cita el marco legal aplicable a la actividad minera en Colombia, el otro corresponde al marco teórico, referente a las bases teóricas que se emplearon para llevar a cabo la evaluación económica de los impactos ambientales, parte fundamental es la determinación de los impactos sociales y económicos.

2.1 MARCO LEGAL

Se presenta un breve compendio de parte del marco legal aplicable en Colombia a la actividad minera, así como el recurso hídrico. (tomado y modificado de (Zapata, 2016))

2.1.1 Normatividad referente al recurso hídrico

Decreto 1449 de 1977	Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática
Decreto 1541 de 1978	226 a 230: Vertimiento por uso industrial, Art. 231: Reglamentación de vertimientos. Art. 1 a 21 Definiciones. Art. 22-23 Ordenamiento del recurso agua. Art. 29 Usos del agua. Art. 37 a 50 Criterios de calidad de agua Art. 60 a 71 Vertimiento de residuos líquidos. Art. 72 a 97 Normas de vertimientos. Art. 142 Tasas retributivas. Art. 155 procedimiento para toma y análisis de muestras
Ley 1333 del 21 de julio de 2009:	Régimen Sancionatorio Ambiental



Decreto 953 del 17 de mayo de 2013	Reglamenta el artículo 111 de la ley 99 de 1993, modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011 con el fin de promover la conservación y recuperación de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales. Legislación Minera Aplicable (Red por la Justicia Ambiental en Colombia, 2016).
Ley 685 de 2001	La presente Ley tiene como objetivo de interés público fomentar la explotación técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada.
Ley 99 del 22 de diciembre de 1993	Ley por medio del cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se establecen los principios generales del medio ambiente.
Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010	Por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 (Licencias Ambientales).
Decreto 3573 del 27 de septiembre de 2011:	El presente decreto establece la creación de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.

Fuente: Legislación Colombia

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Como el presente documento fue pensado y desarrollado para la consulta y guía de propietarios de títulos mineros de explotación de carbón en el Municipio de Tuta, en el marco teórico se describen los conceptos necesarios para realizar una evaluación económica de impactos ambientales generados por los proyectos de explotación de carbón mineral, es por ello que se resumió los tópicos más relevantes de la documentación expuesta en la tabla 2.1, con lo cual se le facilita la comprensión de los lineamientos técnicos que establece la normatividad colombiana referente a estudios ambientales por entidades como la ANLA.

Tabla 2.1 Documentos de apoyo para las bases teóricas

DOCUMENTO	LINK DE CONSULTA
❖ Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.	http://acmineria.com.co/sites/default/files/regulations/1_metodologia_ea_ajustes_19-05-2015.pdf
❖ El Manual Técnico de Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos Sujetos a Licenciamiento Ambiental.	http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/MAES-09/Unidades_academicas/Unidad_5/Manual_tecnico.pdf
❖ Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales	http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/metodologia_presentacion_ea.pdf

Fuente: Autora

2.2.1 Evaluación Ambiental

La escala de valoración para caracterizar los impactos se soportó en una metodología esencialmente cualitativa, toda vez que al tomar en cuenta la zonificación ambiental del proyecto, es fácil vislumbrar que a pesar de que existen zonas cuya valoración de la sensibilidad ambiental se encuentra entre media y alta, la oferta ambiental de la zona a ser intervenida con la infraestructura y las actividades conexas al proyecto es relativamente baja y por lo mismo presenta una baja sensibilidad ambiental, no obstante de manera subjetiva, se establecen unos parámetros de valoración cuantitativa, la cual es asignada según los



factores ambientales afectados y la posible la incidencia de cada impacto sobre los mismos, que permite obtener elementos de análisis que ayudan a identificar las actividades del proyecto más impactantes, sus componentes y elementos ambientales con mayor afectación (jerarquización), es importante resaltar que la evaluación ambiental pre-operacional es decir los impactos pre-existentes son analizados de manera descriptiva para establecer un diagnóstico inicial y evidenciar que ya existen afectaciones ambientales que no son responsabilidad del desarrollo de las actividades conexas al proyecto.

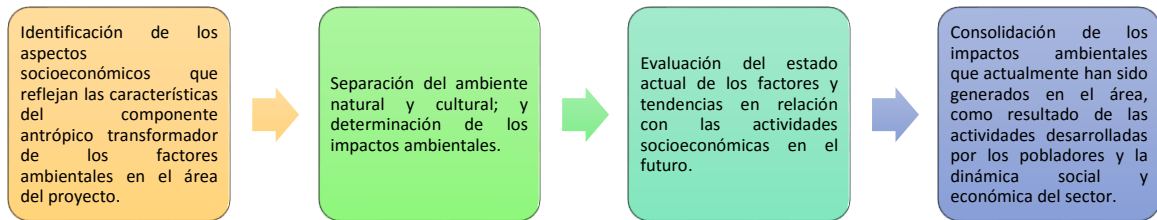
2.2.2 Evaluación ambiental sin proyecto o pre-operacional

Es importante establecer que toda actividad desarrollada por el ser humano genera impactos, los cuales una vez identificados y analizados permiten la generación de medidas para su adecuado manejo en aras de compatibilizar las actividades a ser desarrolladas, con las características del entorno; con base en ésta premisa a nivel mundial se han desarrollado normas de toda clase y procedencia que permiten enmarcar las actividades antrópicas en conceptos de desarrollo sostenible.

Colombia no es la excepción, no obstante hay actividades que han presentado una mayor atención por parte del estado por ser consideradas más impactantes con el medio donde se desarrollan, y las cuales han sido cobijadas con la normativa actual para exigir un proceso de licenciamiento ambiental para el desarrollo de las mismas, como es el caso de la minería, pero es claro que la mayor parte de las actividades que llevan implícitos impactos de importancia, no se les presta atención y terminan degradando en forma importante el ecosistema que las contiene como es el caso de las actividades agropecuarias.

Desde éste punto de vista se presentan las actividades ya existentes en la zona que a través de la historia se han desarrollado dentro del área de influencia del proyecto y que han dejado sobre la misma una importante huella por estar conexas a las actividades propias del desarrollo del ser humano, lo cual permite tanto una evaluación más exacta de la magnitud del impacto como de los factores principales sobre los que hay que incidir en la recuperación ambiental, los componentes más frágiles del medio, aquellos factores de impacto irreversible, reversible, recuperable, irrecuperable, etc.

Para este propósito se describen los factores ambientales, su estado actual y la relación entre la demanda y oferta ambiental que presenta el área de influencia del proyecto, con la siguiente metodología:



A continuación, se describen las actividades que se llevan a cabo en la zona.

Agricultura: Es la actividad que aún se desarrolla en la región, existen algunos cultivos principalmente de arveja, maíz y otros productos de clima frío los cuales fueron desarrollados a gran escala en épocas anteriores, pero que actualmente se desarrolla de manera artesanal o de subsistencia. También se encuentran en la zona pequeñas parcelas para el cultivo de hortalizas y en general en la zona actualmente la agricultura es principalmente de minifundio.

Ésta actividad ha generado en la zona impactos ambientales importantes como la deforestación para ampliación de la frontera agrícola, procesos de erosión en los suelos como consecuencia de la alteración de su estructura y cambios en sus propiedades físico químicas, contaminación del suelo por uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes con la subsecuente contaminación de las aguas por los lixiviados de éstos elementos, así mismo, ésta actividad lleva conexos impactos relacionados con la generación de residuos sólidos como resultado de los elementos de envase y embalaje de los agroquímicos y fertilizantes, lo cual habla de las condiciones actuales de los suelos circundantes a la zona donde se proyectan los trabajos mineros.

Ganadería: Es otra actividad de la región, caracterizada por el cuidado de ganado para producción de carne siendo más importante en el Municipio la cría de ganado vacuno para la producción de leche y sus derivados.

En cuanto a los impactos relacionados con el sector ganadero es importante precisar que genera el 18% de las emisiones mundiales de los gases de efecto invernadero es considerada una de las principales causas de la degradación del suelo y los recursos hídricos, contamina el aire de comunidades aledañas, la propicia la destrucción de las coberturas vegetales originales para convertirlas en pastizales y utiliza inmensas cantidades de agua.

Minería: La actividad de explotación de la Carbón, el Municipio de Tuta se ha venido consolidado en las últimas décadas como un renglón importante en la economía, lo que ha generado que ésta actividad se desarrolle algunas veces sin el debido control por parte del



estado y en muchos casos amparados con la laxa regulación que ha sido implementada para los procesos de legalización de la minería informal; es así como se encuentran a lo largo y ancho de las zonas mineras impactos severos relacionados con el desarrollo de ésta actividad y entre los más importantes son el vertimiento de aguas acidas que provienen del interior de los trabajos mineros y que no reciben ningún tipo de tratamiento para su descontaminación, manejo inadecuado del material estéril, alteración de la calidad visual en el entorno, alteración morfológica de las zonas intervenidas, deforestación e inducción de procesos erosivos relacionados con la alteración de los suelos y la subsidencia propia de técnicas inapropiadas de aprovechamiento del recurso.

2.2.3 Identificación y evaluación de impactos ambientales para el proyecto

Fue necesario para la evaluación económica de impactos ambientales generados por el proyecto de explotación minera de carbón, realizar una identificación de los impactos ambientales, ya que esta valoración ambiental solo es confiable cuando es elaborada por profesionales del área ambiental como por ejemplo Ingenieros Ambientales, fue prudente solicitar apoyo a un equipo consultor interdisciplinario que le diera una mayor confiabilidad al presente estudio, este equipo consultor basa la elaboración del informe en el trabajo desarrollado por (CONESA FERNANDEZ-VÍTORA, 1997), que es llevado a cabo con la finalidad de transformar una opinión subjetiva, basada en la caracterización ambiental y la experiencia del consultor, en un número que permita obtener una medida relativa de la gravedad de los impactos ambientales considerados.

La identificación de los impactos se basa en el análisis del comportamiento y modificación de factores bióticos, abióticos, socioeconómicos y culturales que caracterizan el medio ambiente en un tiempo determinado bajo la influencia de proyecto, para poder de esta manera, evaluar y determinar las medidas de mitigación necesarias para evitar o disminuir los impactos en el caso que sean negativos.

El Manual Técnico de Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos Sujetos a Licenciamiento Ambiental. (Universidad de los Andes & MAVDT) dentro de su metodología general para la presentación de estudios ambientales dicta requisitos para la prevención, mitigación, protección, conservación, compensación y/o reparación del medio ambiente afectado por la explotación minera de carbón y son aspectos que se deben tener en cuenta cada vez que se replique o adapte el presente estudio.

Por lo anterior es importante correlacionar claramente todos los impactos sobre los elementos o factores ambientales afectados a partir de las acciones que los causan, para así facilitar el desarrollo de las etapas de evaluación, mitigación, corrección y compensación ambiental. Estas características se relacionarán tubularmente en los distintos escenarios de



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

tiempo: planeación, desarrollo, preparación y explotación, y se analizarán relacionándolos con los componentes biótico, abiótico, socioeconómico y culturales.

Si se considera el ambiente como un sistema complejo, la evaluación del impacto ambiental deberá efectuarse mediante el examen en parámetros que muestren su alteración. Los impactos ambientales deben ser evaluados y analizados de modo que permitan obtener una visión integral del problema y así mismo plantear soluciones efectivas. Esta etapa es muy importante, además, para definir impactos inadmisibles y presentar los datos de una forma que permita la síntesis de la significancia de los efectos para la sociedad humana y el medio.

2.2.4 Análisis de Impactos Ambientales

Busca detectar los cambios que se producen en el ecosistema, como resultado del progreso de las distintas actividades del proyecto de explotación de carbón mineral, estas alteraciones que se producen en el medio físico y biótico, se estudiaron antes durante y después de la intervención.

En dicha sección se identifican y valoran los diferentes impactos que se pueden producir por el desarrollo del proyecto de explotación de carbón. Teniendo en cuenta la descripción del medio expuesta en anteriormente, la calificación ambiental se inicia con la elaboración de las principales etapas del proyecto y las diferentes actividades a realizar. Posteriormente a la definición de la metodología de evaluación a ser utilizada se seleccionan los indicadores ambientales sobre los cuales van a recaer los posibles impactos generados y a generar por el proyecto y de esta forma facilitar el seguimiento ambiental al desarrollo del proyecto de explotación de carbón mineral.

Tabla 2.2 Descripción de las principales etapas y actividades del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADORES	IMPACTOS	
	AIRE		Emisión de gases.
			Emisión de material <u>particulado</u> .
			Generación de ruido.
	AGUAS		Contaminación físico química.
			Deterioro recursos hídricos.
			Alteración drenajes superficiales.
			Alteración de aguas subterráneas.
			Aporte de sedimentos a corrientes.
	SUELO Y SUBSUELO		Cambios geomorfológicos – Subsistencia.
		Erosión superficial y movimientos en masa.	
		Movimientos del macizo rocoso.	
PAISAJE		Contaminación del suelo.	
		Deterioro del entorno.	
BIOTICO		Contrastes visuales.	
		Pérdida de cobertura vegetal.	
SOCIO ECONOMICO		Afectación de flora y fauna.	
		Cambio de costumbres,	
		Sistemas productivos y patrimonio cultural.	
		Procesos de migración.	
		Incremento de la demanda de servicios públicos.	
	Cambios de empleo e ingresos.		
	Deterioro de la infraestructura vial.		
	Cambios en uso del suelo.		
	Incremento de riesgos y accidentes.		

Fuente: Tomado de Guía Minero Ambiental. Minera Subterránea 2004.

Tabla 2.3 Identifican los elementos e indicadores ambientales

ETAPA	ACTIVIDAD
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	Adecuación de unidad locativa casetas para malacates y unidades sanitarias.
	Adecuación de vías internas y externas.
	Adecuación de patios.
	Adecuación de botaderos.
ARRANQUE Y TRANSPORTE	Apertura de túneles.
	Entibación.
	Extracción de carbón.
	Extracción de estériles.
	Desagüe de la mina.
	Transporte interno.
	Disposición de estériles.
CIERRE Y ABANDONO	Sellamiento de bocaminas.
	Señalización áreas explotadas.
	Manejo de aguas de desagüe.
	Desmantelamiento de tolva e infraestructura en madera.

FUENTE: Tomado de Guía Minero Ambiental. Minera Subterránea 2004

Una vez descritas las diferentes fases y actividades que se desarrollan en el proyecto de extracción de carbón y los principales indicadores ambientales de posible alteración, se procede a interrelacionarlos con las actividades a ser desarrolladas en el proyecto, mediante una matriz de doble entrada con el fin de identificar los impactos a generar por la continuidad del proyecto. Ver Tabla 2.4. cabe anotar que ésta matriz es de gran importancia porque desglosa detalladamente los impactos que pueden ser generados con cada una de las actividades a ser desarrolladas y que es la carta de navegación para el manejo ambiental del proyecto, toda vez que la metodología empleada está orientada a jerarquizar los impactos de manera que se identifiquen los factores ambientales sobre los cuales hay que centrar la atención en cada una de ellas y es ésta matriz la que orienta al responsable de las actividades en cuanto a la aplicación de las medidas de manejo ambiental, se identifica cada componente de acuerdo con la cantidad de impactos que sobre éste se generan jerarquizándolos de manera que los que reciben entre el 1 y el 25% del total de los impactos se consideran sin afectación, entre el 25 y el 50 % afectados levemente, entre el 50 y el 75% con afectación considerable y superior al 75% severamente afectados y se resaltan en color verde, amarillo, rojo y morado respectivamente



Tabla 2.4 Matriz de Identificación de impactos

COMPONENTE - IMPACTO		ACTIVIDAD	ACTIVIDADES, OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE CARBÓN													Magnitud Relativa por componente		
			CONSTRUCCIÓN MONTAJE				EXPLOTACIÓN							CIERRE ABANDONO				
			Adecuación de infraestructura	Construcción y adecuación de vías internas y externas	Adecuación de patios	Adecuación de botaderos	Apertura de túneles	Entibación	Extracción y manejo de Carbón	Manejo y disposición de estériles de estériles	Desagüe de la mina	Transporte	Manejo y disposición de residuos sólidos	Sellamiento de bocaminas	Recuperación de áreas intervenidas		Desmantelamiento de Infraestructura	Limpieza y restauración final
COMPONENTE AMBIENTAL	AIRE	Emisión de gases	X	X	X	X	X		X		X	X			X			77.8%
		Emisión de material particulado	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	
		Generación de Ruido	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	AGUAS	Contaminación físico química aguas					X		X	X	X	X						57.3%
		Deterioro recursos hídricos	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X		
		Alteración drenajes superficiales	X	X	X	X			X	X	X							
		Alteración aguas subterráneas					X		X	X	X		X					
		Aporte de sedimentos a corrientes	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		
	SUELO SUBSUELO	Cambios geomorfológicos o Subsistencia	X	X	X	X	X		X	X				X			61%	
		Erosión superficial y movimientos en masa	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X					
		Movimientos del macizo rocoso					X		X	X								
	PAISAJE	Contaminación del suelo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	76.7%	
		Deterioro del entorno	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X		
	BIÓTICO	Contrastes visuales	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	70%	
		Pérdida de cobertura vegetal	X	X	X	X	X	X		X	X				X	X		
	ECONÓMICO	Afectación de flora y fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	75.6%	
Generación de empleo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Generación de regalías						X	X	X	X									
Desarrollo regional		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Procesos de migración		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Deterioro de infraestructura vial							X	X			X	X						
Cambios en uso del suelo		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			
ECONÓMICO	Incremento de riesgos y accidentes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	71.7%		

Fuente: INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE “YO IMPORTO S.A.S”, NIT: 900566301 – 6



2.2.5 Evaluación Cualitativa de Impactos.

Consiste en determinar los cambios producidos en el ecosistema, como consecuencia del desarrollo de las actividades que involucra el proyecto de explotación de carbón mineral, estas transformaciones son efectuadas en el medio físico, biótico y socioeconómico, se analizaron durante y después de la puesta en marcha del proyecto de explotación de carbón mineral, para la evaluación de impactos se utilizó una metodología espacial, que busca comparar dentro del área de estudio las zonas intervenidas por las diferentes actividades que involucra el proyecto de explotación de carbón mineral, con las zonas cercanas y que no hayan sido alteradas por las actividades del proyecto de explotación minera. En las Tablas 2.5, 2.6 y 2.7 se evidencia la evaluación cualitativa de los impactos ambientales generados por el proyecto de explotación de carbón mineral, obedeciendo a la etapa a realizar. La evaluación de impactos se lleva a cabo a través de parámetros de calificación diseñados por el equipo consultor contratado, con base a los resultados arrojados en la evaluación cualitativa de impactos ambientales, se pueden tomar medidas de prevención o compensación según el caso y realizar un posterior seguimiento. (Las tablas 2.5, 2.6 y 2.7 se presentan en esta sección del documento, para comodidad y entendimiento del usuario que consulte el presente trabajo)

Como características del impacto para su cualificación son considerados los siguientes parámetros.

Presencia Pr: Indica la ocurrencia del impacto causado por las diferentes actividades del proyecto.

Cierto	Ci
Muy Probable	MP
Probable	Pr
Poco Probable	PP

Desarrollo De: Se refiere al tiempo que tarda el impacto en alcanzar la mayor alteración luego de incidir en el medio.



Muy Rápido	< 1 mes	Mr
Rápido	1 a 6 meses	Ra
Medio	6 a 12 meses	Me
Lento meses	12 a 24	Le
Muy lento meses	> de 24	MI

Magnitud Mr: Valora el grado de alteración, generado por las actividades, sobre las escenarios o particularidades iniciales del elemento afectado se expresa en %.

Muy Alta	Ma
Alta	Al
Media	Me
Baja	Ba
Muy Baja	Mb

DURACIÓN Du: Se refiere a la permanencia temporal del impacto, independientemente de toda acción de mitigación.

Permanente años	≥ 11	Pe
Larga años	7 a 10	LA Me
Media años	4 a 7	Co



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

Corta años	1 a 4	Mc
Muy corta	< 1 año	



2.2.6 Evaluación Cuantitativa de Impactos

Los diagramas elaborados permiten obtener un listado de los impactos ambientales que actualmente afectan el área y que serán generados o incrementados con la continuidad del proyecto

El siguiente paso consistió en analizar los impactos, de forma que sea posible determinar su importancia con relación a la magnitud, consecuencias, perdurabilidad o velocidad de desarrollo entre otros para poder cualificar y cuantificar la actividad que más deterioro o beneficio produce o producirá sobre el medio.

Para el análisis se utilizó la expresión Calificación Ambiental la cual permite descomponer el impacto utilizando parámetros de interacción como son: Clase, Presencia, Desarrollo, Magnitud y Duración, como elementos que determinan la calificación ambiental de los impactos.

La calificación ambiental (Ca) es el término numérico de la interacción de los atributos que describen los impactos ambientales de la siguiente manera:

$$Ca = Pr \left\{ a \left(\frac{De \times Mr}{10} \right) + b(Du) \right\}$$

Ca = Calificación ambiental expresada entre 1 y 10

Pr = Presencia o probabilidad de ocurrencia

De = Desarrollo o carácter del efecto

Mr = Magnitud relativa

Du = Duración

a, b = Factores de ponderación: $a = 0.7$; $b = 0.3$

En la Tabla 2.8, se definen los criterios ya mencionados y propone los rangos o límites que definen la calificación, es importante tener en cuenta que las categorías aquí establecidas se hicieron teniendo en cuenta las condiciones medio ambientales existentes, la duración del proyecto y la magnitud de las obras a realizar.

Indicadores Ambientales: Es un elemento del medio afectado por un agente de cambio y



que permite mediante un índice cuantitativo, evidenciar la magnitud, cuantía del impacto que se producen como consecuencia del proyecto.

Tabla 2.5 Definición de atributos y rangos o límites para la evaluación

CARACTERÍSTICAS DE EVALUACIÓN	ESCALA	GRADO DE CALIFICACIÓN
CALIFICACIÓN AMBIENTAL	Muy Alto Alto Medio Bajo Muy Bajo	8-10 6-8 4-6 2-4 0.1 – 2
PRESENCIA	Cierto Muy Probable Probable Poco Probable	1 0.7 - 0.9 0.3 - 0.7 0.1 - 0.3
DESARROLLO	Muy Rápido < 1 mes Rápido 1 a 6 meses Medio 6 a 12 meses Lento 12 a 24 meses Muy lento > de 24 meses	0.8 – 1.0 0.6 – 0.8 0.4 – 0.6 0.2 – 0.4 0.1 – 0.2
MAGNITUD	Muy Alta Alta Media Baja Muy Baja	80 – 100 60 – 80 40 – 60 20 – 40 0.1 – 20
DURACIÓN	Permanente < 10 años Larga 7 a 10 años Media 4 a 7 años Corta 1 a 4 años Muy corta < 1 año	10 7 – 10 4 – 7 1 – 4 0.1 – 1

Fuente: Empresas Públicas de Medellín Arboleda J. Et Al, 1989



2.2.7 Marco teórico para la evaluación económica

Los proyectos de explotación minera de carbón pueden generar diversos impactos ambientales, donde la importancia y la ponderación de dichos efectos están en función de la magnitud y del grado de irreversibilidad del daño ambiental causado.

Llevar de la teoría la evaluación de impactos ambientales a la práctica en los proyectos de explotación de carbón mineral de escala media tiene un alto grado de dificultad, en ocasiones generados por la complejidad de los impactos que se generan, o por la carencia de información para valorar dichos impactos, o de igual forma la incertidumbre intrínseca asociada a las reales dimensiones de las alteraciones ambientales causadas por el proyecto de explotación de carbón mineral a lo largo del tiempo, es por ello que el *parágrafo 2° del artículo segundo del decreto 2041 de 2014* donde se reglamenta por parte del estado todo lo relacionado con el trámite de licencias ambientales quedó establecido que “*el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible fijará los criterios que deberán aplicar los usuarios para la elaboración de la valoración económica de los impactos positivos y negativos del proyecto en un término no superior a seis (6) meses los cuales se cumplieron el 15 de abril de 2015*” sin que hasta la fecha se hayan establecido dichos criterios, no obstante en el presente estudio se hace una aproximación a dicha valoración empleando las metodologías disponibles para este tipo de valoraciones, para lo cual es beneficioso esclarecer el valor que tienen para el dueño del título minero de explotación de carbón los impactos ambientales por usos de los bienes y servicios ambientales por parte del proyecto de explotación de carbón, del valor que el uso de estos bienes y servicios tiene para la sociedad.

El uso o no de los bienes y servicios en un proyecto de explotación de carbón mineral depende del nivel de rentabilidad mínimo exigido por el inversionista interesado o el propietario del título minero y de la rentabilidad producto de la evaluación financiera con una tasa de interés de oportunidad en función del costo de oportunidad del dinero.

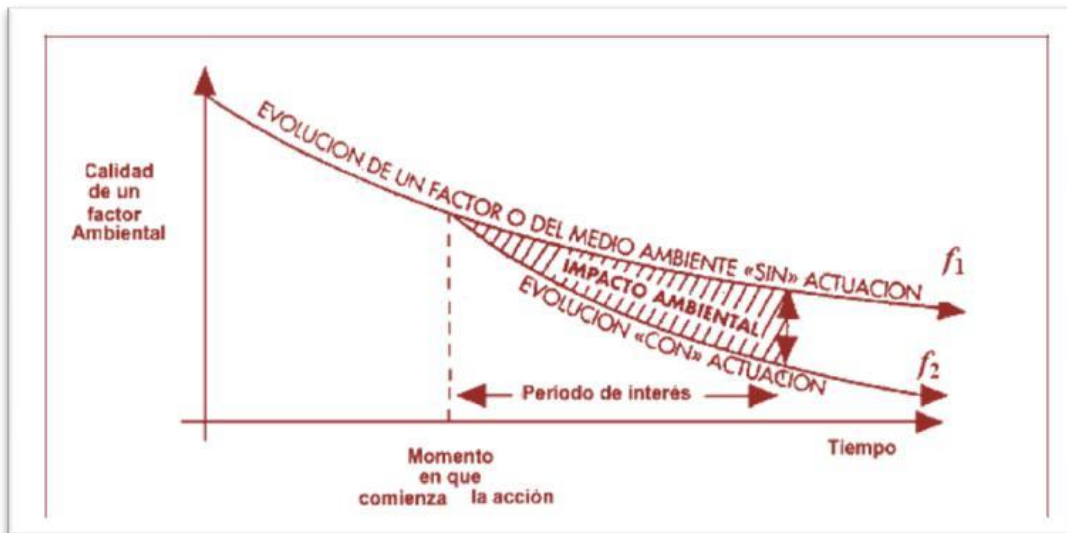
Para la sociedad el costo ambiental internalizado varía respecto al valor que tiene para la sociedad el impacto derivado del uso de los bienes y servicios ambientales en el proyecto de explotación de carbón, por lo que es necesario evaluar económicamente los impactos ambientales que posiblemente genera el proyecto de explotación de carbón mineral, en el bienestar de la sociedad.

Los impactos ambientales producto del desarrollo de proyectos de explotación de carbón pueden ser negativos y positivos, y valorarlos pertenece a expresiones económicas de costos y beneficios.

El significado económico del impacto ambiental se ejemplifica por (Lara Ángel Esterling, 2010.) en el gráfico 2.1, en el cual el área sombreada representa la pérdida de un factor ambiental generada a partir de la puesta en marcha de un proyecto minero respecto a un escenario sin dicha acción.



Figura 2-1 Evaluacion de impactos ambientales en escenarios con y sin proyecto.



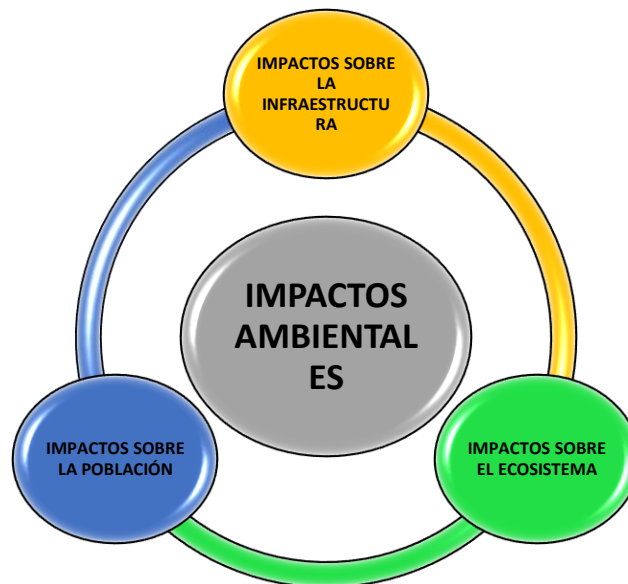
Fuente: Lara Ángel Esterling. 2010.



2.2.8 Métodos de Valoración Económica de Impactos Ambientales

En el tema referente a la valoración económica de impactos ambientales el autor Freeman (Freeman III, 2003) clasifico los impactos ambientales y la forma como ellos impactan de manera directa o indirecta al hombre y al ecosistema, dictando las pautas para la clasificación de los impactos ambientales a partir del tipo de afectación que genera y que establece la forma de seleccionar el método de valoración más adecuado acorde a la información que se disponga, se ilustra en la figura 2-2 dicha clasificación.

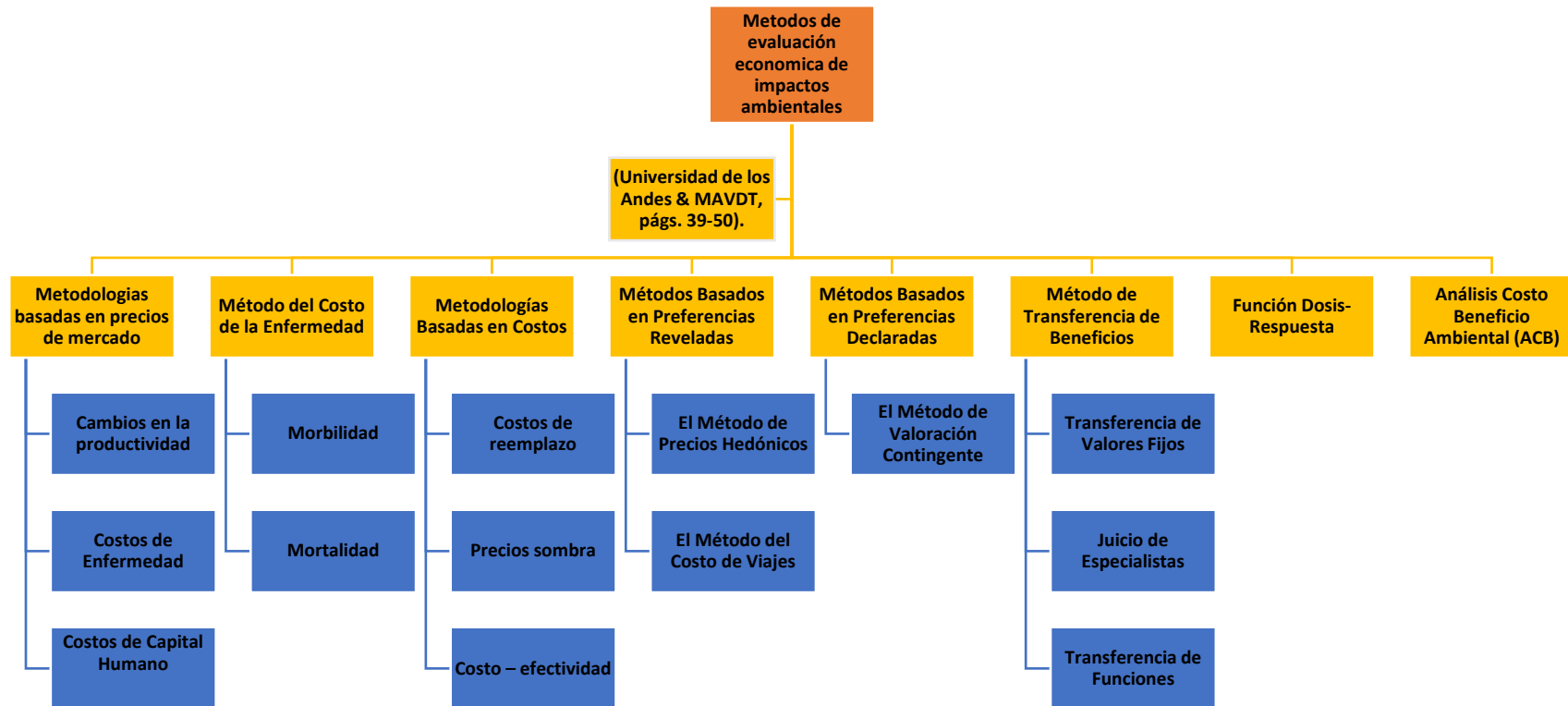
Figura 2-2 Clasificación de los impactos ambientales acorde al autor Freeman (1979)



Fuente: Autora

Las metodologías para la evaluación económica de los impactos ambientales están dispuestas en el Manual Técnico de Valoración Económica del MAVDT (Universidad de los Andes & MAVDT), con el fin de no transcribir los conceptos, definiciones, formulas, esquemas, figuras y términos que son cruciales para el entendimiento del análisis económico de impactos ambientales que se desarrollaron en el presente trabajo, en la figura 2.3 se consolida en forma de flujograma las metodologías de evaluación económica de impactos ambientales que se encuentran en el documento citado anteriormente.

Figura 2-3 Métodos de evaluación económica de impactos ambientales



Fuente Autora



2.2.9 Análisis Costo Beneficio Ambiental

Se describe a detalle la metodología ACBA (Análisis Costo Beneficio Ambiental) ya que esta metodología se empleó en la elaboración del presente estudio, donde los conceptos que se presentan a continuación son copiados literalmente de la fuente de información, puesto que; estas definiciones están ya preestablecidas.

Son indicadores de rentabilidad social, el Valor Presente Neto Económico – VPNE y Relación Beneficio Costo - RBC, para calcular los indicadores de rentabilidad es necesario de una evaluación económica o Análisis Costo Beneficio ACB. El ACB se define como una herramienta de evaluación de proyectos, la cual permite estimar el beneficio neto de un proyecto de explotación de carbón mineral, midiendo las pérdidas y ganancias generadas sobre el bienestar social.

El Análisis Costo Beneficio implica primero realizar la valoración de los impactos positivos y negativos del proyecto de explotación minera de carbón, las cuales son expresiones monetarias de los costos y beneficios.

Valor Presente Neto se estima con la siguiente expresión.

$$VPN = \sum_i \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Beneficios B_i : corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año

C_i Costos: el valor de los impactos negativos en el año

i : es la tasa social de descuento



Para el análisis del VPN, Valor Presente Neto se aplican los criterios de aprobación o rechazo del proyecto que se está evaluando ya sea que el VPN mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, es por ello que se presenta en la Tabla 2.9. la interpretación que se le da ha este indicador.

Tabla 2.6 Interpretación del indicador VPN

Valor Presente Neto	Interpretación
VPN > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por lo tanto, el proyecto es rentable desde el punto de vista social
VPN = 0	El proyecto de explotación minera de carbón genera beneficios iguales a los costos, considerando la tasa social de descuento, se puede decir entonces , que no genera cambios sustanciales en el bienestar social.
VPN < 0	Los costos del proyecto de explotación minera de carbón son mayores a sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el de explotación de carbón mineral, puesto que producirá pérdidas en bienestar social.

Fuente: CEDE, Uniandes. MAVDT 2010

Otro indicador de rentabilidad social es la Relación Beneficio Costo (RBC), que es el cociente entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costos.

$$RBC = \frac{\sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{VAN_{beneficios}}{VAN_{costos}}$$

El resultado del indicador RCB exhibe el aporte del proyecto de explotación minera de carbón al bienestar de la sociedad, en la tabla 2.10 se encuentra la interpretación



prestablecida de los resultados del indicador.

Tabla 2.7 Interpretación del indicador RBC

Relación Beneficio Costo	Interpretación
$RBC > 1$	El proyecto genera bienestar social es decir se acepta el proyecto.
$RBC = 1$	El proyecto no presenta cambios en bienestar social, por cual es indiferente.
$RBC < 1$	El proyecto deteriora el bienestar social. No se recomienda su ejecución.

Fuente: CEDE, Uniandes. MAVDT 2010

El Análisis Costo Beneficio Ambiental evalúa económicamente y socialmente los proyectos de explotación minera de carbón siendo este un instrumento que permite identificar y evaluar físicamente los impactos ambientales, que se requieren para la obtención de la licencia ambiental.



3 DISEÑO METODOLÓGICO

Ante la problemática social y ambiental que pudiese generar el proyecto minero de explotación de carbón en el Municipio de Tuta, Vereda Aguas Blancas, sector Aguas Calientes, se hace necesaria la identificación, evaluación y análisis de los impactos social y económicos a través de la aplicación de diferentes metodologías que permitan realizar un análisis integral del impacto que está generando la actividad minera.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de poder alcanzar los objetivos planteados en este proyecto, la metodología que se va a utilizar corresponde a un aspecto de tipo descriptivo y explicativo (Hernández Sampieri, Baptista Lucio, & Fernández Callado, 2010) puede incidir positiva o negativamente sobre la situación socioeconómica de las familias que ahí residen.

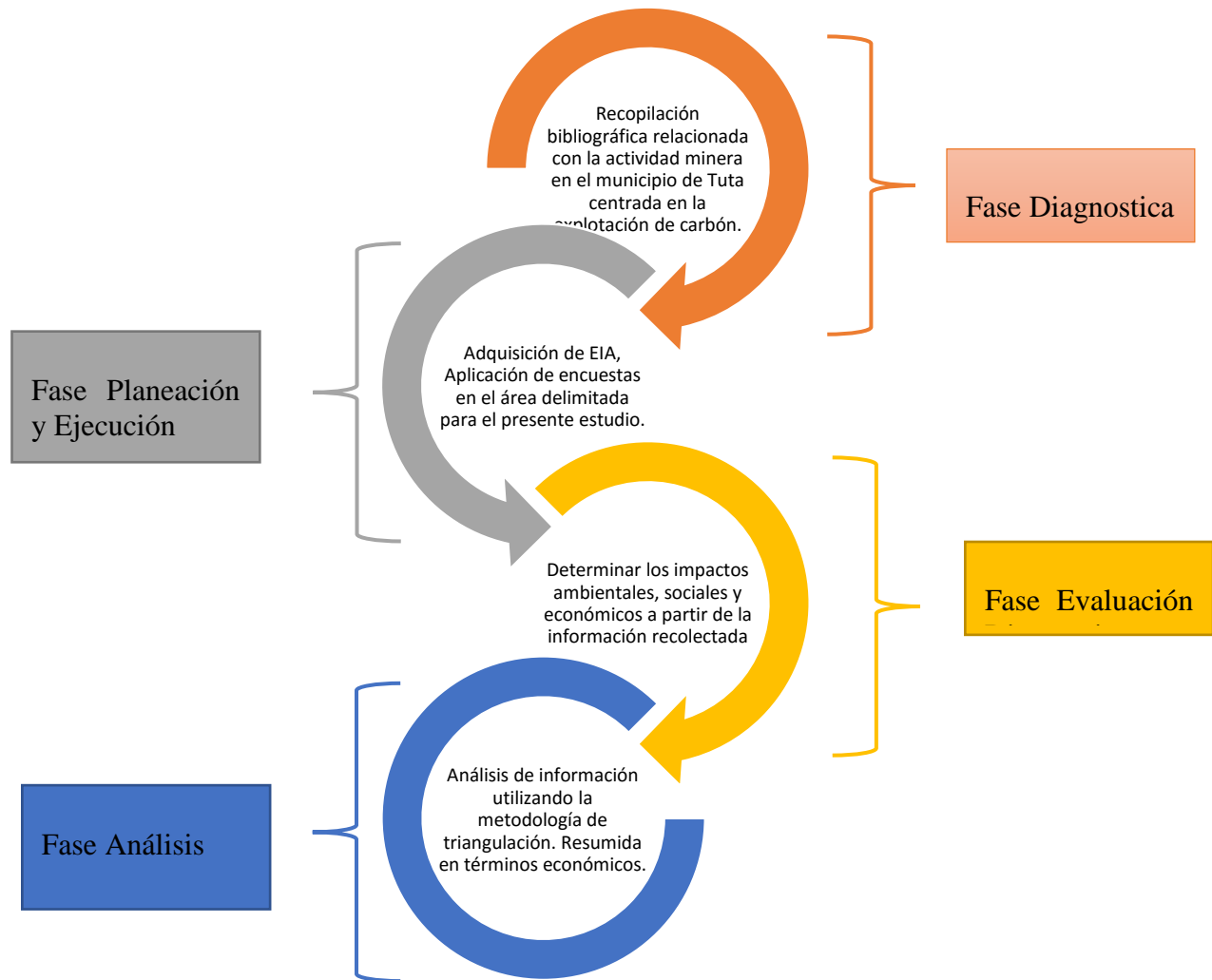
En la figura 4.1 se ilustra el esquema metodológico trazado para la identificación y evaluación los impactos sociales y económicos que se derivan de la actividad minera de explotación de carbón en la vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá.

Descriptivo: puesto que pretende exponer la situación ambiental y social que circunda al proyecto minero de explotación de carbón ubicado en la Vereda aguas Blancas sector aguas calientes del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá.

Explicativo ya que, en el desarrollo del presente trabajo, se realiza un recorrido por los aspectos teóricos que contemplan el desarrollo de un proyecto minero en términos de la normatividad que los rige, expone los tópicos más relevantes de la evaluación de impactos ambientales y las metodologías que se deben emplear para valorar estos impactos ambientales en términos económicos, así como su relacionan con factores sociales.



Figura 3-1Esquema metodológico



Fuente: Autora



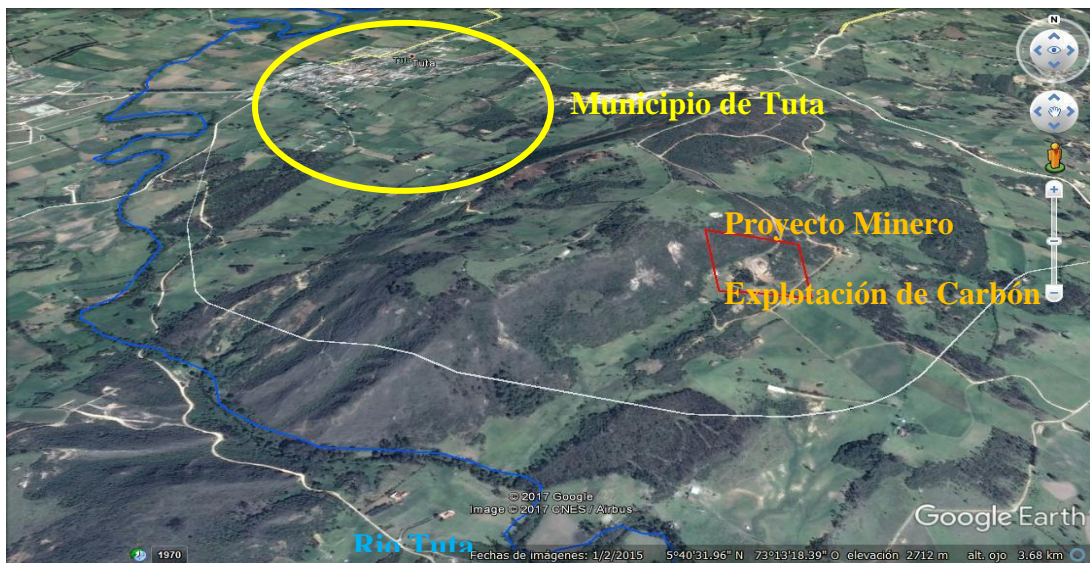
UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

3.2 UNIDAD DE ANÁLISIS Y UNIDAD DE TRABAJO

Unidad de Análisis: Municipio de Tuta, Vereda Agua Blanca.

Unidad de Trabajo: Sector Aguas Calientes, próxima al Río Tuta

Figura 3-2 Unidad de Análisis y Unidad de trabajo



Fuente: Tomado y modificado de Google Earth.



3.3 DESARROLLO METODOLÓGICO

A continuación, se describe el desarrollo metodológico que se llevó a cabo para alcanzar los objetivos planteados en el presente trabajo.

3.3.1 Fase 1. Diagnostica

Recopilación bibliográfica relacionada con la actividad minera en el Municipio de Tuta centrada en la explotación de carbón.

En esta primera fase diagnostica se centró la búsqueda de información en aspectos de la Ecología, Economía, Geología del carbón en Tuta, así como la tabulación de la información de las condiciones socioeconómicas que se pueden encontrar en el capítulo 1 del presente estudio.

3.3.2 Fase2. Planeación

Adquisición de EIA, aplicación de encuestas en el área delimitada para el presente estudio.

Para el desarrollo de esta segunda fase se inició exhibiendo lo teórico y conceptual sobre evaluación de impactos ambientales, tomando como referente diferentes autores, tal y como se muestra en los fundamentos teóricos del capítulo 2, además de la incorporación de las temáticas relacionadas con la metodología de valoración económica de impactos ambientales.

En la ausencia de Estudios de Impacto Ambiental, disponibles para el desarrollo del presente trabajo, fue necesario contratar los servicios de consultoría de la empresa **INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE “YO IMPORTO S.A.S”**, NIT: 900566301 – 6 cuyo equipo de profesionales liderado por la Ingeniera Ambiental **VANESSA MORENO CUY** Tarjeta Profesional N°15238320187, para así obtener la matriz de impactos ambientales y el correspondiente análisis sobre el área de interés, asimismo su relación con el proyecto minero de explotación de carbón que se trabajó en el presente estudio.

La matriz de impactos ambientales fue fundamental para aplicar sobre éstos, las metodologías de valoración economía de impactos ambientales.

Lo anterior en base a que la elaboración de estudios de impacto ambiental (EIA) se deben



realizar por profesionales en el área ambiental, además, se aclara que por motivos de confidencialidad las empresas mineras se abstienen de mostrar o presentar sus EIA, sumado a un clima de desconfianza por eventos ocurridos en el sector que se vienen presentando estafas, y actos delictivos utilizando el nombre de corporaciones gubernamentales que supuestamente verifican aspectos ambientales.

3.3.3 Fase 3: Evaluación

Determinar los impactos sociales y económicos a partir de la información recolectada

Se realizaron varias visitas a campo, una primera, para acompañar la elaboración del EIA, posteriormente se hicieron visitas a la comunidad cercana al proyecto minero de explotación de carbón en la Vereda Aguas Blancas sector Aguas Calientes, para llevar a cabo entrevistas y encuestas socio demográficas con las personas que allí residen.

Una vez obtenida la información técnica elaborada por el equipo consultor contratado, es decir la matriz de impactos ambientales, se aplicó la metodología de valoración económica de impactos ambientales, descritas en el marco teórico 2.2 Fundamentos teóricos, (Ver numerales 2.2.7 a 2.2.17).

3.3.4 Fase 4. Análisis y conclusiones

Análisis de información utilizando la metodología de triangulación. Resumida en términos económicos.

Se describió de forma breve las actividades y operaciones unitarias de la explotación subterránea, seguido de la descripción de los métodos de extracción de carbón que se emplean en el proyecto minero de la Vereda Aguas Blancas sector aguas calientes Municipio de Tuta. En segundo lugar, se presentó el resultado del estudio de impacto ambiental, acorde a las metodologías planteadas en los fundamentos teóricos.



4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1 PROCESOS DE EXPLOTACIÓN DE CARBÓN MINERAL

En la vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá, actualmente se realiza la explotación subterránea de carbón, la minería subterránea es un sistema de extracción del carbón, que consiste en la realización de una serie de labores que permiten la extracción de carbón por métodos subterráneos, por ejemplo, cámaras y pilares, tajo largo entre otros, hasta ser llevado a la superficie. Este sistema es propicio para cuando las condiciones geológicas de un depósito de carbón son tales que, la remoción del material estéril hace que la minería de cielo abierto sea antieconómica. Por lo tanto, nos centraremos en este proceso subterráneo describiendo los tópicos más relevantes.

4.1.1 Actividades y operaciones unitarias de la explotación subterránea.

En breve se describen las actividades y operaciones unitarias propias de la explotación minera por el sistema subterráneo.

- **Apertura y Desarrollo.** Comprende el conjunto de labores principales subterráneas que permiten conectar la explotación con la superficie, de duración relativamente larga y mediante las cuales se hace accesible el yacimiento. A estas labores pertenecen: Túneles cruzados horizontales, Pozos o galerías inclinadas, Pozos Verticales.
- **Preparación.** Es el conjunto de labores mineras que sirven para dividir el yacimiento, previo a la explotación y que constituyen el punto de ataque al mismo. Lo conforman: Galerías, sobre guías, diagonales, tambores.
- **Explotación del Carbón.** Comprende la extracción del carbón, en cantidades previamente establecidas por un plan de operación, en esta etapa las labores son: arranque, cargue, transporte dentro del tajo, sostenimiento.
- **Almacenamiento y cargue en galerías principales.** Se utilizan compuertas de madera y tolvas que descargan por gravedad o con alimentadores accionados por malacates.
- **Transporte hasta el exterior.** Este se realiza por medio de bandas transportadoras, tiene vagonetas manuales y elevadores.

4.1.2 Descripción del método de extracción del carbón

Los métodos de extracción por minería subterránea de carbón son diseñados con base a las condiciones geológicas del yacimiento (tamaño, calidad, continuidad, geometría, inclinación, ubicación, profundidad, espesor de los mantos de carbón, y de las rocas encajantes, etc.), y por las restricciones ambientales y legales prevalecientes al momento del desarrollo del proyecto minero. Los procedimientos de arranque y transporte, la distribución geométrica del depósito, y los equipos utilizados permiten distinguir diversos métodos de extracción. (Ministerio de Minas y Energía, 2004)

Figura 4-1 Visita al al proyecto minero, Vereda Aguas Blancas Municipio de Tuta



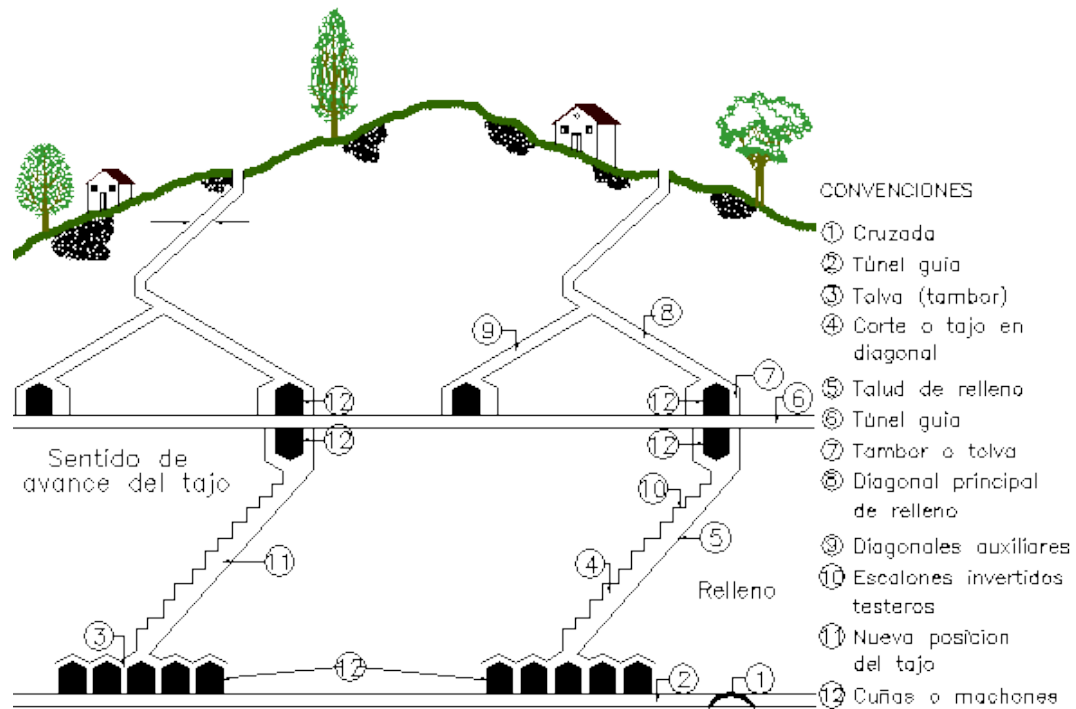
Fuente: Autora

En el proyecto minero de la Vereda Aguas Blancas Municipio de Tuta el método que se



utiliza actualmente es **Escalones invertidos o testers**: Se emplea en yacimientos con buzamientos muy pronunciados, en donde se descompone el yacimiento en niveles. La explotación comienza por el nivel inferior y es dispuesto a un frente de trabajo que se va ampliando y formando bloques escalonados que van aumentando a medida que avanza la explotación. El descenso del carbón se realiza por gravedad hasta la galería inferior de transporte. Este manto se utiliza en mantos con espesores entre 0.5 metros y 3 metros; buzamientos mayores de 50 grados; requiere de sistemas especiales de ventilación. Ver figura 4.2

Figura 4-2 Método de Escalones Invertidos



Fuente: Tomado y modificado de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/min_sub/contenid/analisis.htm



4.2 ANÁLISIS Y JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

La identificación y evaluación de impactos generados para el proyecto minero de explotación de carbón del sector Aguas Calientes Vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, se evidencia en las tablas 4.1 , 4.2 , 4.3.

Realizada la identificación y evaluación de impactos generados por el proyecto, después de la tabla 4.3 se muestra la sustentación ambiental que motiva dicha calificación. El análisis comprende la evaluación de las causas y consecuencias de los impactos cualitativos y cuantitativos del proyecto, explicando la razón de la evaluación ambiental.



Tabla 4.1 Evaluación cualitativa en la etapa de construcción y montaje

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	Pr	De	Mr	Du	IMPORTANCIA	Magnitud relativa	
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE		Emisión de gases	1	0,6	40	1	1,98	2,66	
		Emisión de material particulado	1	0,9	50	1	3,45		
	Adecuación de campamento y tolva	Generación de Ruido	1	0,8	40	1	2,54		
		Contaminación físico química						2,11	
		Deterioro recursos hídricos	0,3	0,4	30	8	0,97		
		Alteración drenajes superficiales	0,3	0,3	30	8	0,91		
		Alteración aguas subterráneas							
	Construcción y adecuación de vías internas y externas		Aporte de sedimentos a corrientes	0,8	0,9	50	8	4,44	3,34
			Cambios geomorfológicos – Subsistencia	0,9	0,4	30	8	2,92	
			Erosión superficial y movimientos en masa	0,5	0,1	30	8	1,31	
			Movimientos del macizo rocoso						
		Contaminación del suelo	1	0,8	50	10	5,80	4,93	
	Adecuación de patios		Deterioro del entorno	1	0,7	40	10		4,96
			Contrastes visuales	1	0,9	30	10		4,89
			Pérdida de cobertura vegetal	1	0,9	30	10	4,89	
		Afectación de flora y fauna	0,5	0,5	30	2	0,83	2,86	
	Adecuación de botaderos	Generación de empleo	1	0,6	40	5	3,18	3,13	
	Infraestructura de servicios públicos	Generación de regalías							
		Desarrollo regional	0,5	0,9	50	10	3,08		
		Procesos de migración	1	0,1	30	1	0,51	2,29	
		Deterioro de infraestructura vial	0,5	0,7	20	5	1,24		
		Cambios en uso del suelo	1	0,9	50	10	6,15		
		Incremento de riesgos y accidentes	0,5	0,7	20	5	1,24		

Fuente: INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE “YO IMPORTO S.A.S”, NIT: 900566301 – 6



Tabla 4.2 Evaluación cualitativa en Explotación

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	Pr	De	Mr	Du	IMPORTANCIA	Magnitud relativa	
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE		Emisión de gases	1	0,7	50	10	5,45	6,43	
		Emisión de material particulado	1	0,8	80	10	7,48		
	Adecuación de campamento y tolva	Generación de Ruido	1	0,8	60	10	6,36		
		Contaminación físico química	1	0,7	70	10		3,77	
		Deterioro recursos hídricos	0,5	0,5	50	10	2,38		
		Alteración drenajes superficiales	0,8	0,5	50	10	3,80		
		Alteración aguas subterráneas	0,5	0,5	70	10			
		Aporte de sedimentos a corrientes	0,8	0,7	70	10	5,14		
		Construcción y adecuación de vías internas y externas	Cambios geomorfológicos – Subsistencia	0,6	0,6	70	5	2,66	3,02
			Erosión superficial y movimientos en masa	0,5	0,3	50	10	2,03	
			Movimientos del macizo rocoso	0,8	0,3	50	5		
		Contaminación del suelo	0,8	0,7	50	10	4,36		
		Adecuación de patios	Deterioro del entorno	0,8	0,7	60	5	3,55	2,83
			Contrastes visuales	1	0,7	40	0,5	2,11	
			Pérdida de cobertura vegetal	1	0,7	30	10	4,47	4,02
			Afectación de flora y fauna	0,8	0,7	30	10	3,58	
		Adecuación de botaderos	Generación de empleo	1	1	50	10	6,50	5,45
		Infraestructura de servicios públicos	Generación de regalías	1	1	50	10	6,50	
			Desarrollo regional	1	0,5	40	10	4,40	
			Procesos de migración	1	0,5	40	10	4,40	4,45
			Deterioro de infraestructura vial	1	0,5	50	10	4,75	
			Cambios en uso del suelo	0,5	0,7	20	5	1,24	
			Incremento de riesgos y accidentes	1	0,9	70	10	7,41	

Fuente: INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE “YO IMPORTO S.A.S”, NIT: 900566301 – 6



Tabla 4.3 Evaluación cualitativa en la etapa de cierre y abandono

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	Pr	De	Mr	Du	IMPORTANCIA	Magnitud Relativa
CIERRE Y ABANDONO	Clausurar bocaminas	Emisión de gases	0.2	0.7	20	1	0.50	1.67
		Emisión de material particulado	1	0.7	30	1	1.77	
		Generación de Ruido	1	0.7	50	1	2.75	
		Contaminación físico química	0.2	0.7	20	1	0.50	0.51
		Deterioro recursos hídricos	0.2	0.74	20	1	0.51	
		Alteración drenajes superficiales	0.2	0.7	20	1	0.50	
		Alteración aguas subterráneas	0	0	0	0	0.00	
		Aporte de sedimentos a corrientes	0.5	0.7	30	1	1.04	1.04
	Señalización áreas Explotadas	Cambios geomorfológicos – Subsistencia	0	0	0	0	0	
		Erosión superficial y movimientos en masa	0	0	0	0	0	
		Movimientos del macizo rocoso	0	0	0	0	0	
		Contaminación del suelo	0.5	0.7	30	1	1.04	
		Deterioro del entorno	0.2	0.7	30	1	5.45	
		Contrastes visuales	1	0.5	70	10	5.45	
	Desmantelamiento de tolvas	Pérdida de cobertura vegetal	0.2	0.7	20	5	1.70	2.09
		Afectación de flora y fauna	1	0.7	20	5	2.48	
		Generación de empleo	1	0.7	50	1	2.75	2.89
		Generación de regalías	0.2	0.7	20	1	0.496	
		Desarrollo regional	1	0.5	70	10	5.45	
		Procesos de migración	0.5	0.7	50	5	2.73	3.915
		Deterioro de infraestructura vial	0.5	0.7	50	5	2.73	
		Cambios en uso del suelo	1	0.9	50	10	6.15	
		Incremento de riesgos y accidentes	0.5	0.7	20	5	4.05	

Fuente: INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE “YO IMPORTO S.A.S”, NIT: 900566301 – 6

En la metodología de evaluación de impactos se realizó para cada etapa encontrándose lo siguiente para cada etapa

En construcción y montaje. Los impactos más importantes considerados como medios están relacionados con la alteración drenajes superficiales, aporte de sedimentos a corrientes, cambios geomorfológicos, pérdida de cobertura vegetal, y cambios en uso del suelo, encontrándose además que el impacto que ocupa la mayor importancia en esta etapa



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

por estar en el rango de impacto alto es el cambio de uso del suelo, pues dentro del área del contrato de concesión no hay actividades mineras.

En explotación. Los impactos más importantes considerados como altos en ésta etapa se encuentran relacionados con la emisión de material particulado, cambios en uso del suelo, incremento de riesgos y accidentes y los impactos considerados como medios se refieren a emisión de gases, generación de ruido, alteración drenajes superficiales, aporte de sedimentos a corrientes, contaminación del suelo, pérdida de cobertura vegetal, afectación de flora y fauna, generación de empleo y desarrollo regional.

En cierre y abandono. Los impactos más importantes considerados como medios son los contrastes visuales y los cambios en el uso del suelo, pero estos impactos son positivos por ser lo más destacado de la etapa de recuperación de la zona.

Figura 4-3 Evidencia, Visita a campo - acompañamiento en Identificación y Evaluación de Impactos ambientales



Fuente: Autora.



4.2.1 Impactos definidos sobre cada componente

Se analizaron los impactos identificados y se contrastan con los factores ambientes afectados de acuerdo con la importancia relativa establecida y presentada en la tabla 2.4

Impacto sobre el componente atmosférico (aire y ruido). Su importancia relativa fue del 77.8 % y sus valores más altos fueron registrados en la etapa de explotación y se considera que ha recibido una valoración adecuada en ésta etapa puesto que presentará durante toda la vida útil del proyecto, relacionada con casi todas las actividades desde el arranque del material, pasando por su manejo en superficie y el transporte del mismo, puesto que el proyecto para su desarrollo requiere mantener áreas desnudas para los patios de maniobras y escombreras las cuales están permanentemente expuestas a la acción del viento, así mismo las labores de manejo del material en superficie puede generar dispersión de polvillo de carbón y el transporte del material es un factor de generación permanente de material particulado sobre las áreas aledañas a las vías de acceso

Impactos sobre el elemento agua. Tiene una magnitud relativa del 57.3% alcanzando también sus valores más altos en la etapa de explotación, haciendo claridad que específicamente en la zona donde se desarrolla el proyecto, no se altera ningún drenaje natural puesto que los afluentes secundarios son de flujo estacionario, no obstante por las condiciones del área se prevé un aporte importante de sedimentos sobre las aguas escorrentías que deberá ser adecuadamente manejado y finalmente en cuanto al agua proveniente de las labores subterráneas es importante aclarar que la explotación de carbón tiene conexas la generación de aguas ácidas por la descomposición de los sulfuros de hierro presentes en la mayoría de los carbones de la región

Impactos sobre el componente suelo. Se estableció en la tabla 2.4 una magnitud relativa de 61 % alcanzando sus mayores valores en la etapa de construcción y montaje por la construcción obras conexas como patios, vías de acceso, infraestructura y área de acopio de estériles, en la etapa de explotación la afectación directa está relacionada con la adecuación de botaderos o escombreras, es importante resaltar que en el proyecto de explotación minera la erosión hídrica es la más importante y la de efectos más perjudiciales, en cuanto a que en pendientes moderadas y fuerte que presentan ausencia de cobertura vegetal se puede favorecer la activación de procesos erosivos.

Impacto sobre el Paisaje. Tiene una magnitud relativa del 76.7% y alcanza sus mayores valores en las etapas de construcción y montaje de manera negativa y en la etapa de cierre y abandono de manera positiva, puesto que la mayor afectación se encuentra tipificada en la adecuación de infraestructura conexas al proyecto que introduce en el entorno elementos que intervienen en el equilibrio del paisaje natural y generan cambios cromáticos que inciden en la calidad del paisaje

Impacto Sobre el Componente Biótico. Alcanza una magnitud relativa del 70% y se genera por la adecuación de terrenos para la instalación de infraestructura y botaderos, teniendo en cuenta que en la zona a ser intervenida presenta una escasa cobertura vegetal y



que no hay evidencia en la misma de relictos de bosque o alguna otra oferta importante desde este punto de vista, en cuanto a la eliminación de microfauna es evidente debido a la intervención del terreno por acciones de explotación, así como la disposición final de estéril.

Impacto Sobre el Componente Socioeconómico. En este ítem hay que resaltar que los impactos positivos tienen una magnitud relativa del 75.6% y los negativos del 71.7% lo que implica que desde el punto de vista socio-económico el proyecto presenta una prefactibilidad estableciéndose que los valores más altos se encuentran en la generación de empleo y el desarrollo regional.

4.2.2 Vertimientos.

Asociada a la actividad minera se encuentra con frecuencia la generación de las llamadas "aguas ácidas de mina", que de no ser tratadas pueden dar lugar a un importante impacto ambiental, pero es importante aclarar que el proyecto minero en que se basa el presente estudio, actualmente **no existen** aguas provenientes del interior de las labores subterráneas, aun así se considera que en las operaciones mineras de carbón es muy común que se encuentren conexas aguas asociadas a éstos trabajos que pueden generar un vertimiento ácido que ocurre cuando los minerales del sulfuro se ponen en contacto con el oxígeno y el agua, condiciones favorables para su oxidación química.



4.3 VALORACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS O COSTOS AMBIENTALES

4.3.1 Medio Abiótico

4.3.1.1 Geomorfología

Cambios geomorfológicos. En cuanto a los cambios geomorfológicos, se estableció que en la zona del estudio destinada a la adecuación de la infraestructura existen trabajos mineros pre-existentes que han generado serios deterioros a la geomorfología de la zona no obstante la zona afectada por el botadero y la zona de restauración cubren un área de 1.862m² que para su reconfiguración morfológica y revegetalización se debe destinar una cuadrilla de dos (2) persona durante 15 días al año es decir a todo costo un valor de nómina de 100.000 de pesos por persona al mes es decir en total un valor de \$ 1.000.000 anuales. (Valores calculados en base a trabajos previos desarrollados por los propietarios de los títulos mineros)

4.3.1.2 Suelos

Se valoraron las afectaciones causadas por las actividades que implican la explotación mineral de carbón sobre los recursos Forestales existentes en la vereda de agua blanca del Municipio de Tuta, específicamente en la zona de adecuación de la infraestructura del proyecto minero, parámetros dispuestos en el EIA y se valoró el área en Plantación de eucalipto, la densidad de plantación, los costos de producción, la inversión total y la ganancia por metro cúbico de madera que puede producir la zona, lo cual y en consideración a que por las características de la zona la afectación es un tema de la dinámica económica del sector, se valora en el ítem de valoración en el medio socio económico establecido a cambio económico por modificaciones en el uso de suelo.

4.3.1.3 Calidad atmosférica

En el presente estudio se tomó como referencia la población que se encontraba sobre la vía



de acceso que corresponde a 18 unidades habitacionales en todo el recorrido desde el proyecto hasta la intersección de la vía veredal con la intermunicipal que son en total 18 casas y se toma el promedio del censo levantado en las viviendas que se encuentran dentro del polígono minero, que suman un total de 32 personas. En la Tabla 4.5 se muestran los resultados.

Tabla 4.4 Costo de morbilidad por enfermedades respiratorias

VALORACIÓN DE AFECTACIÓN DE LA SALUD DE LA POBLACIÓN	
Población vulnerable (niños < 14 años y adultos >60 años)	32
Morbilidad en enfermedad vías respiratorias superiores por pm10 (70%)	22.4
Incidencia esperada por contaminación ambiental (8%)	2.56
Valor consulta médica y tratamiento	\$100.000
Costo con incidencia esperada	\$2.496.000
Costo sin incidencia esperada	\$2.240.000
Valor adicional por contaminación PESOS (\$)	\$256.000

Fuente: ** Los datos base para aplicar la técnica de transferencia de beneficios se obtienen del estudio realizado por la Universidad Javeriana 2000.

4.3.2 Medio Biótico

4.3.2.1 Flora

Disminución de cobertura vegetal. El requerimiento constructivo para la adecuación de la infraestructura comprende la intervención de 0.65 has Hectáreas, que comprende el patio de maniobras, área de tolvas, casetas para malacate, bocaminas y campamento.

Desde el punto de vista de coberturas vegetales, se ha establecido una ficha de compensación por pérdida de cobertura que induce la necesidad de reforestar para compensar un área de 13.000 m² cuya valoración se encuentra en un costo de aplicación de la medida establecida en \$652.500 anuales.(INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE “YO IMPORTO



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

S.A.S", NIT: 900566301 – 6)

La pérdida de la cobertura vegetal, y se juzgó como moderado, para el área requerida para el desarrollo de las actividades de esta etapa constructiva pues como se ha mencionado reiterativamente es una zona altamente intervenida por el desarrollo de antiguos trabajos mineros, por lo cual y en consideración a que el suelo en las actuales condiciones no presenta un servicio ambiental diferente a la regulación hídrica y a la retención de sedimentos y esto asumiendo que el suelo que se va a intervenir presenta cobertura aunque sea de pastizales lo cual sucede solo en forma parcial y en un porcentaje cercano al 30%, situación ésta que induce a que la valoración económica se realice desde la perspectiva de regulación hídrica y de retención de sedimentos en los ítem subsecuentes referido a la valoración de los impactos no internalizables.

4.3.3 Valoración de los Impactos No Internalizables

Los impactos no internalizables se valoran mediante la metodología de transferencia de función para medir los beneficios que generaron el área a ser intervenida reforestada con plantación de eucalipto que sería el principal uso del suelo en el evento de no existir la minería.

Con la ejecución del proyecto de explotación de carbón mineral el área marginada de poder contar con la plantación de eucalipto se refiera a la zona de intervención del proyecto y para la medición de los costos ambientales se valoraron los servicios ambientales que facilitan las coberturas boscosas tales como: la regulación hídrica, reducción en la sedimentación de arroyos y la captura de CO₂, estos se interpretan como costos ambientales del proyecto de explotación minera.



4.3.3.1 Valoración del servicio de regulación hídrica.

La escorrentía es regulada por la cobertura vegetal de tal manera que evita la disminución drástica del suministro de agua en fuentes utilizadas para acueductos y otros usos y en éste punto cabe aclarar que aunque la zona de intervención del proyecto minero de explotación de carbón no tiene ninguna corriente de agua afectable por el mismo, si es claro que la regulación hídrica en la superficie terrestre es en contexto de la cuenca vista de manera integral es decir incluyendo las zonas donde el sistema de drenaje es difuso como es el caso del área de intervención del proyecto minero y en la ausencia de cobertura la escorrentía fluye de manera más libre con una más alta probabilidad de generar zonas de acumulación superficial de con la posibilidad de afectar los terrenos aledaños de más baja cota, lo cual es menos probable con la protección de una buena cobertura vegetal sobre el suelo y lo que puede redundar en el detrimento de la calidad ambiental de la zona.

Por otra parte al hablar de zonas que no regulan directamente sobre la cuenca es importante resaltar que la función de regulación hídrica de los suelo con cobertura incide directamente sobre el microclima pues se alteran los parámetros de evapotranspiración. Una hectárea que recibe, determinados mm/año de precipitación puede aportar una fracción de esta (en m³) durante los periodos secos del año, no necesariamente por infiltración para recarga de la microcuenca, sino para el aporte de humedad relativa en evapotranspiración, local lo que incide directamente sobre la demanda de agua para el desarrollo de las plantas en las áreas circundantes a las zonas boscosas. El valor de este volumen de agua es el beneficio del proyecto, que se dejaría de percibir y por tanto se constituye en un costo ambiental.

Para una precipitación media anual en el proyecto de 829 mm/año, se ha estimado que sería equivalente a 8.290 m³/ha-año lo que quiere decir que en un área de intervención de 0.65Ha sería de 5388.5 m³

Se considera la tasa por uso de agua que fijó el Ministerio de Ambiente en el año 2004, mediante la Resolución 155 de 2004 y decreto 4742 de 2005, y cada Corporación Autónoma Regional debe fijar el Valor de la Tasa de Utilización de Agua – TUA que le corresponde mediante Resolución dentro de la cual se incorpora el coeficiente de escasez del recurso. La TUA representa solamente el valor de uso del recurso, es decir no se contemplan otros servicios del agua. Desde el punto de vista teórico el valor de la tasa representa el valor de la productividad marginal del recurso o el valor del impacto por extracción, y dado que el monto de pago mínimo fue definido por CORPOBOYACÁ mediante resolución No. 1120 de 2004 y decreto reglamentario 864 de 2006, quedando la tasa calculada para el municipio de en un valor aproximado de \$1.3/m³, el costo ambiental anualizado por la pérdida de los beneficios de la regulación hídrica para la zona a intervenir, sería de únicamente \$7.005



4.3.3.2 Retención de sedimentos.

El manejo apropiado de las zonas con cobertura vegetal contribuye a reducir la erosión y la carga de sedimentos a las fuentes de agua, lo que se traduce en ahorros en costos de tratamiento para mejorar los índices de turbiedad. La reforestación de una hectárea puede reducir la sedimentación de cauces mediante una reducción de la pérdida de suelo, lo cual se puede reflejar en una reversión de la tendencia decreciente en la capacidad de los cauces para evacuar caudales (inundaciones) y en la entrega de agua de mejor calidad (menos turbiedad) a los acueductos y sistemas de riego.

Si se utiliza el volumen generado por la precipitación media anual en el área (829 mm sobre el área de intervención (0.65 Ha) es decir 5.388,5 m³ y el costo de tratamiento por turbiedad (sedimentación) es de \$50 por m³ (Valor obtenido de la base de datos de INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE “YO IMPORTO S.A.S”, NIT: 900566301 – 6) se estima que el total del costo ambiental de la pérdida por retención de sedimentos en valor presente para la totalidad del Sector es de \$ 269.425.

4.3.3.3 Captura de CO₂.

Fue estimada tala de árboles en 25% por hectárea, la captura de carbono será de 74 ton/ha, equivalente a 2.6 Ton de CO₂ por año y por hectárea, es decir que para las 0.65 Ha, se estaría hablando de 1.69 ton.

El Banco Mundial afirma que el valor de la tonelada de CO₂ es de US\$5. Se estima que en los últimos años este valor pueda llegar hasta los US\$15 pero hasta el momento esto no ha sido aprobado, así el costo por captura de CO₂ para el área intervenida con un valor presente estimado en \$2.900/US es de 1.69 ton X 10 US , es igual a 49.010

4.3.4 Medio Socioeconómico

4.3.4.1 Dimensión Económica.

Cambio económico por modificación en el uso del suelo. La Valoración de este impacto se enfoca a determinar la disminución en la demanda de mano de obra en el sector forestal por cambio de uso del suelo con ocasión del desarrollo del proyecto minero.

Con base en la información recolectada se obtuvo el valor económico de los ingresos por empleo en el sector forestal que se dejarán de percibir a raíz de la ejecución del proyecto. Ese valor monetario constituye un costo ambiental para los habitantes de la zona afectados en su actividad económica. De acuerdo con éste aspecto se considera que para sembrar una



hectárea empleando el sistema tres bolillo¹ se pueden sembrar 1.155 por hectárea se requiere una cuadrilla de dos (2) personas, durante una semana con jornales de \$25.000 diarios es decir \$250.000 en mano de obra para siembra; y el aprovechamiento como tal, una hectárea de eucalipto produce entre 10 y 40 m³ por hectárea (www.mylagro.com, 2014) y por año, que para efectos del cálculo se tomara un valor promedio establecido 25 m³ por hectárea y por año y considerando que 1 m³ de eucalipto cuesta en valor presente es de \$350.000 en finca, así, los costos que se pueden dejar de percibir en 1 hectárea en la zona para producción de eucalipto en 1 año son de \$250.000 en mano de obra y \$8.750.000 en precio de venta para un total de \$9.000.000 anuales, \$5.850.000 para las 0.65 Ha intervenidas

4.3.4.2 Dimensión espacial

Afectación por daños a terceros e infraestructura. Infraestructura vial, en lo relacionado con afectación a la infraestructura, el desarrollo del proyecto contempla en uso de las vías veredales, cuyo tráfico para el transporte de las 1.500 toneladas mensuales proyectadas, en 25 días de trabajo implica el desplazamiento de 125 viajes de 12 toneladas que requieren 250 recorridos mensuales (ida y vuelta) que hace presumir un mantenimiento trimestral de la vía que para el kilómetro de longitud que tiene requiere unos 60 metros cúbicos de afirmado (1.000 metros de largo * 6 metros de ancho * 0.01 m de espesor) es decir 5 viajes de 12 toneladas que en el mercado pueden costar a \$160.000/viaje y 3 horas de servicio de motoniveladora a \$150.000, así el resumen de costo por mantenimiento de vía bien sea a cargo del municipio o del titular sería como se muestra en la tabla 4.9, y teniendo en cuenta los 4 trimestres del año, el costo anual de mantenimiento vial sería de \$5.000.000

Tabla 4.5 Costo de mantenimiento vial trimestral

Actividad/obra	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Viaje de recebo	\$160.000	5	\$800.000
hora/máquina	\$150.000	3	\$450.000
Total Trimestral			\$1.250.000
Total Anual			\$5.000.000

¹ La siguiente fórmula nos determina el número de plantas por superficie que se pretende plantar al tresbolillo:

$$n = \text{Su} \cdot m^2 / (d \cdot d) \cdot \text{Cos } 30^\circ$$

Dónde: n = número de plantas, Su = superficie del campo, en metros cuadrados (m²), d = distancia entre plantas, en metros (m), multiplicada por sí misma; Coseno de 30° = es un coeficiente que siempre es invariable, cualquiera que sea el marco. (para el presente estudio: Su=1000, d=1)



Fuente: Autora

Afectación de predios. en cuanto a los predios a ser intervenidos en el diseño minero propuesto se establece que el riesgo de subsidencia se encuentra concentrado en los primeros 100 metros de avance de túnel que consolidan un área aproximada de 5 Ha, lo que implicaría un costo asociado al riesgo de subsidencia sobre dicha área que afecta el valor de los predios y que en el panorama más crítico requeriría el pago de los mismos, que en valor actual la hectárea en la zona se encuentra avaluada en \$15.000.000 es decir que la valoración económica de impactos para éste ítem sería de \$45.000.000

4.3.4.3 Dimensión Cultural

Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico. Para valorar los impactos por protección del patrimonio arqueológico, mediante el Programa de Arqueología Preventiva, se revisaron los requerimientos del ICANH con el fin de conocer los componentes de un Programa de Arqueología Preventiva, posteriormente se asimilaron los costos previstos para este tipo de programa dentro del EIA, resaltando que la zona de acuerdo con la zonificación del ICANH, no es de interés arqueológico, lo que redunda únicamente en el costo de la elaboración del Plan de Arqueología Preventiva, cuyo costo es de \$5.000.000

Tabla 4.6 Resumen de valoración de impactos negativos del proyecto

ACTIVIDAD	COSTO (\$)
Cambios geomorfológicos	1.000.000
Deterioro de la calidad del aire	256.000
Disminución de cobertura vegetal	652.500
Valoración pos servicio de regulación hídrica	7.005
Retención de sedimentos	269.425
Captura de CO ₂	21.165
Cambio económico por modificación uso del suelo	5.850.000
Afectación por daños a terceros e infraestructura	5.000.000
Afectación de predios	45.000.000
Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico	5.000.000
TOTAL	63.056.095

Fuente: Autora



4.4 VALORACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS O BENEFICIOS AMBIENTALES

4.4.1 Medio Biótico

4.4.1.1 Flora.

Los impactos no internalizables que tiene la misma connotación de la realizada para los impactos negativos, pero en consideración a que el establecimiento de la cobertura vegetal nativa puede demorar varios años, éstos costos tienen un valor poco representativo, que para efectos del cálculo no se tiene en cuenta

4.4.2 Medio Socioeconómico

4.4.2.1 Dimensión económica

Contratación de personal para el desarrollo del proyecto. El proyecto contempla el empleo permanente de 23 personas entre trabajadores bajo tierra, malacateros, oficios varios y personal administrativo cuya nómina se presenta en la tabla 4.11

Tabla 4.7 Valor de la nómina en el proyecto

Personal	Valor unitario (\$)	Cantidad	Valor total mes (\$)	Valor total año (\$)
Personal bajo tierra, malacateros y oficios varios	1.000.000	21	18.000.000	378.000.000
Administrador	1.200.000	1	1.200.000	14.400.000
Tecnólogo en minería	1.500.000	1	1.500.000	18.000.000
Total año				410.400.000

Fuente: Autora



Pago de regalías. De acuerdo con la resolución No. 125 del 27 de marzo de 2015, por medio de la cual se fijan los precios base de liquidación de regalías de carbón el precio para la vigencia actual es de \$4.420 por tonelada que para las 18.000 toneladas propuestas daría un costo anual de \$79.560.000.

Tabla 4.819 Resumen de valoración de impactos positivos del proyecto

ACTIVIDAD	COSTO
Contratación de personal	410.000.000
Pago de Regalías	79.560.000
Total	489.960000

Fuente: Autora



4.5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO.

En la tabla 4.10 se muestra de manera desglosada la valoración económica de impactos positivos y negativos del proyecto.

Tabla 4.9 Total costos impactos positivos y negativos

VALOR IMPACTOS NEGATIVOS	
ACTIVIDAD	COSTO
Cambios geomorfológicos	1.000.000
Deterioro de la calidad del aire	256.000
Disminución de cobertura vegetal	652.500
Valoración pos servicio de regulación hídrica	7.005
Retención de sedimentos	269.425
Captura de CO ₂	21.165
Cambio económico por modificación uso del suelo	5.850.000
Afectación por daños a terceros e infraestructura	5.000.000
Afectación de predios	45.000.000
Pérdida, daño y/o afectación del patrimonio arqueológico	5.000.000
TOTAL	63.056.095
VALOR IMPACTOS POSITIVOS	
ACTIVIDAD	BENEFICIO
Contratación de personal	410.000.000
Pago de Regalías	79.560.000
Total	489.960.000

Fuente: Autora



4.5.1 Análisis costo beneficio para el proyecto de explotación minera

De acuerdo con la fórmula propuesta en la metodología empleada, tomando para los cinco primeros años del proyecto y con una tasa social de descuento del 12% anual, para ésta valoración económica de impactos dentro del proyecto de explotación de carbón del proyecto que se adelanta en la vereda de aguas calientes Municipio de Tuta, los resultados del análisis costo beneficio fueron los siguientes:

$$VPN = \sum_i \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Tabla 4.10 Análisis Costo beneficio

AÑO	BENEFICIO	TOTAL	COSTO	TOTAL
1	<u>489.960.000</u> (1+0.12) ¹	437.464.285,7	<u>63.056.095</u> (1+0.12) ¹	56.300.084,8
2	<u>489.960.000</u> (1+0.12) ²	390.593.112,2	<u>63.056.095</u> (1+0.12) ²	50.267.932,9
3	<u>489.960.000</u> (1+0.12) ³	348.725.978,6	<u>63.056.095</u> (1+0.12) ³	44.879.782,9
4	<u>489.960.000</u> (1+0.12) ⁴	311.481.246,0	<u>63.056.095</u> (1+0.12) ⁴	40.086.519,3
5	<u>489.960.000</u> (1+0.12) ⁵	278.070.374,6	<u>63.056.095</u> (1+0.12) ⁵	35.786.660,0
TOTAL		1.766.334.997,1		227.320.979,9

Fuente: Autora



$$VPN = \sum_i \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

VPN = Sumatoria Beneficios – Sumatoria Costos

$$\mathbf{VPN = \$1.539.014.017}$$

4.5.2 Relación Costo Beneficio

De acuerdo con la fórmula propuesta en la metodología empleada para ésta valoración económica de impactos dentro del proyecto de explotación de carbón los resultados de la relación costo beneficio fueron los siguientes:

$$RBC = \frac{\sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{VAN_{beneficios}}{VAN_{costos}}$$

$$\mathbf{RCB = \frac{VAN Beneficios}{VAN Costos} = \frac{1.766.334.997,1}{227.320.979,9} = 7,77}$$



CONCLUSIONES

- ❖ Actualmente se realiza la explotación subterránea de carbón en la Vereda Aguas Blancas, Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá se realiza la extracción mediante la técnica de **escalones invertidos o testers**-. Este método se utiliza ya que los mantos tienen espesores entre 0.5 metros y 3 metros y buzamientos pronunciados que requiere de sistemas especiales de ventilación.

- ❖ La evaluación económica de impactos ambientales generados por el proyecto de explotación de carbón mineral en la vereda Agua Blanca del Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá, dio como resultado que el proyecto es viable, puesto que el indicador económico del valor presente neto para la valoración económica resultado de la evaluación económica de impactos ambientales es positiva. (**VPN = \$1.539.014.017**)

- ❖ La Relación Beneficio Costo de los impactos ambientales generados por el proyecto de explotación de carbón mineral en la Vereda Agua Blanca resulta a favor de los impactos positivos, cuyo resultado es $RCB= 7.77$, de lo cual se puede afirmar que impacta positivamente el proyecto.

- ❖ La presente investigación da como resultado un documento guía para para los actores o partes interesadas, que necesiten valorar económicamente los impactos ambientales que generen sus proyectos mineros en proximidad a la Vereda Aguas Blancas, Municipio de Tuta, Departamento de Boyacá, ya que aquí encontraran una metodología clara que les permite replicar y adaptar el estudio a sus requerimientos.



RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de análisis y caracterización físico y químico de las aguas residuales generadas en el proyecto minero del que es objeto el presente estudio, de igual forma se recomienda realizar muestreos en el Rio Tuta aguas arriba del proyecto minero y aguas abajo, ya que esta fuente hídrica esta próxima a la localización del proyecto.
- Se recomienda la elaboración de un estudio para la selección y diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el proyecto minero de explotación de carbón ubicado en la Vereda de Aguas Blancas del Municipio de Tuta.
- Se recomienda que la corporación autónoma regional CORPOBOYACA realice capacitación y socialización en lo referente al diseño de los planes de manejo ambiental para la explotación minera.
- Realizar visitas de control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales frente a las licencias ambientales otorgadas en conjunto con seguimientos a los planes de manejo de las fuentes hídricas del Municipio de Tuta por parte de las autoridades Ambientales.
- Verificar la actualización del plan de saneamiento y manejo de vertimientos PSMV de las minas de carbón en el municipio de Tuta, Departamento de Boyacá. De igual forma se identifica la necesidad de actualizar el esquema de ordenamiento territorial EOT del Municipio de Tuta.



BIBLIOGRAFÍA

- Municipio de Tuta. (22 de 05 de 2013). *Alcaldía de Tuta - Boyacá*. Obtenido de <http://www.tuta-boyaca.gov.co>: http://www.tuta-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml#historia
- Aktiva Servicios Financieros. (27 de 02 de 2017). <http://www.aktiva.com.co/>. Recuperado el 03 de 2017, de Estudios Sectoriales: http://www.aktiva.com.co/app/webroot/blog/Estudios%20sectoriales/2017/Sector_minero2016.pdf
- Castañeda, C. M., González, D., & García Ortega, A. (15 de 08 de 2012). *IMPACTO DE LA GANADERIA EN EL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de files.especializacion-2012.webnode.com.co/200000127-5657c584bb/ganaderia.pptx
- CONESA FERNANDEZ-VÍTORA, V. (1997). GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL. En *Instrumentos de la gestión ambiental en la empresa*. (pág. Tema III y IV). Madrid Barcelona-México: Editorial MUNDI-PRENSA. Obtenido de http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf
- Dixon, J. F. (2009). *Projects, Economic Analysis of Environmental Impacts of Development*. Asian Development Bank: Earthscan Library Collection.
- Empresa Comercializadora de Minerales. (05 de 01 de 2017). <http://ecm.com.co>. (info@ecm.com.co) Obtenido de http://ecm.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=184&Itemid=185
- ESAP. (13 de 05 de 2013). *Escuela Superior de Administración Pública*. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BibliotecaVirtual.asp>: [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/diagnostico%20general%20-%20tuta%20\(446%20pag%20-%208633%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/diagnostico%20general%20-%20tuta%20(446%20pag%20-%208633%20kb).pdf)
- Eugenio, F. (2003). *Valoración Económica del Daño Ambiental*. Universidad de Chile: CENTRO DE ESTUDIO PARA EL DESARROLLO (CED).
- Freeman III, M. A. (2003). The Measurement of Environmental and Resource Values. En M. A. Freeman III, *Resources for the Future*. Washington, D.C.
- Hernández Sampieri, R., Baptista Lucio, M., & Fernández Callado, C. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). (J. M. Chacón, Ed.) México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA DE EDITORES, S.A. DE C.V.



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

Ministerio de Minas y Energía, M. d. (2004). *GUÍA MINERO AMBIENTAL DE MINERÍA SUBTERRÁNEA Y PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN*. Bogotá.

Municipio de Tuta. (2 de Mayo de 2012). *PLAN DE DESARROLLO 2012-2015*. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/tutaboyac%C3%A1pd20122015.pdf>

Red por la Justicia Ambiental en Colombia. (08 de 04 de 2016). *justiciaambientalcolombia.org*. Obtenido de Red por la Justicia Ambiental en Colombia: <https://justiciaambientalcolombia.org/2016/04/28/resumen-politica-minera/>

Universidad de los Andes & MAVDT. (s.f.). <http://www.ucipfg.com>. Obtenido de Repositorio/MAES/MAES-09/Unidades_academicas: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/MAES-09/Unidades_academicas/Unidad_5/Manualtecnico.pdf

UPME CI-002-2015. (2015). *GUÍA DE ORIENTACIÓN PARA EL MINERO SOBRE EL CORRECTO MANEJO DE VERTIMIENTOS PARA LA MINERÍA DE METALES PRECIOSOS Y DE. CONTRATO INTERADMINISTRATIVO GGC 223*, (UPME) CI-002-2015, UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICO, Bogotá. Obtenido de www.upme.gov.co/...sp/Incidencia_real_de_la_mineria_sobre_recurso_hidrico.pdf

UPME. (2004). *La Caddena del Carbón*. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Bogotá: <http://www.digitosydisenos.com/>. Recuperado el 01 de 03 de 2017, de http://www.upme.gov.co/docs/cadena_carbon.pdf

UPME. (005 de 03 de 2016). Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/areas/zonas/indice.htm

www.mylagro.com. (25 de 07 de 2014). Obtenido de <http://www.mylagro.com/>

Bolt, Katherine; Ruta, Giovanni; Sarraf, Maria (2005). Estimating the cost of environmental degradation. The World Bank Environment Department. Environmental Department Papers. 2005
Canter, L. W. (2000).

Manual de Evaluación de Impacto Ambiental "Técnicas para la elaboración de los



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

estudios de impacto ambiental". Madrid: McGraw-Hill. Castro, R.; Mokate, K. (1996).

Evaluación Económica de Proyectos de Inversión, Facultad de Economía. Universidad de los Andes. Bogotá D.C. Colombia. Christopherson, R. (2006). Geosystems: An Introduction to Physical Geography. Pearson Prentice Hall. New Jersey. Sexta Edición. Conesa, V. (1995).

Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi Prensa, segunda edición. Barcelona. Constitución Política de Colombia 1991 arts, 334 ss.

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), Comisión Holandesa para la Evaluación Ambiental (2006) Cuaderno Técnico CDB No 26 de la Diversidad biológica en sus evaluaciones de impacto.

Ley 685 de 2001, Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones, Colombia. Ley 99 de 2003, Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se 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 y se dictan otras disposiciones, Colombia.

Mariño Ramirez, L. & Mora Gómez J. El Esquema de Licenciamiento Ambiental en Colombia. Génesis y perspectivas. Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Mendieta López, J. C., & Caraballo, L. J. (2005).

Economía de la contaminación y la Degradación ambiental (Primera ed.). San Cristóbal, Venezuela: Fondo Editorial Nuevo Tiempo. Mendieta, J.C. (2000).

Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables: Aplicación de la Técnica de Análisis Costos Beneficio y Medio. Facultad de Economía. Universidad de Los Andes. Bogotá – Colombia.

Hernández Sampieri, R., Baptista Lucio, M., & Fernández Callado, C. (2010). Metodología de la Investigación (Quinta ed.). (J. M. Chacón, Ed.) México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA DE EDITORES, S.A. DE C.V.



ANEXO 1. ENCUESTA SOCIO DEMOGRÁFICA

Se realizaron entrevistas y encuestas socio demográficas, En la Vereda Aguas Blancas Sector Aguas Calientes del Municipio de Tuta, se presenta el modelo de encuesta y las preguntas que se estructuraron en la tabla 4.5

Tabla 11 Encuesta Socio demográfica.

ENCUESTA SOCIO DEMOGRÁFICA Tuta-Vereda Agua Blancas -BOYACÁ.			
<u>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO (Debe ser mayor de edad)</u>			
EDAD	OCUPACIÓN	NIVEL DE ESTUDIOS	PROCEDENCIA
<u>INFORMACION SOCIO – FAMILIAR</u>			
Número de personas que habitan la residencia:			
COMPOSICION FAMILIAR			
ROL (padre, madre, hijo, hija, abuelo, tío, etc.)	EDAD	OCUPACION	NIVEL DE ESTUDIOS
<u>INFORMACION SOCIO – ECONOMICA.</u>			
ACTIVIDAD ECONOMICA EN EL SITIO	AGRICULTURA (Tipo de cultivo)	GANADERIA (Tipo de ganado)	OTROS – Cuál?
TIPO DE RELACION CON EL SITIO	PROPIETARIO	ARRENDATARIO	HACE CUÁNTO TIEMPO?
AREA TOTAL DEL PREDIO	NOMBRE DE LA VEREDA		
NOMBRE DEL PREDIO	NOMBRE Y TELEFONO DE CONTACTO DEL PROPIETARIO(opcional)		
<u>DESCRIPCION DE LA VIVIENDA</u>			
Coordenadas			
Área aproximada	Material de techos	Material de Pisos	Material de Muros
No. De habitaciones	Cocina	Baño	Sala-comedor



SERVICIOS	Acueducto o fuente de agua potable	Alcantarillado o disposición de aguas residuales	A que Institución educativa asisten los estudiantes
	En donde reciben el servicio de Salud	Como hacen el manejo de residuos	Poseen energía eléctrica?
	Señal de televisión	Internet	Celular
¿Pertenece a una Junta de Acueducto? Cuál?			
¿Pertenece a otra asociación? Cuál?			
Grupo religioso al que pertenece?			
OBSERVACIONES			
CONOCIMIENTO DEL PROYECTO			
¿Tiene conocimiento de lo que es un proyecto de explotación de carbón?			
Ha sido participante o vinculado a otros proyectos similares (trabajador)	Si	No	Cuál?
Cuáles de los siguientes aspectos le generan preocupación en relación con el proyecto de explotación de carbón:	Afectación de los terrenos aledaños		
	Problemas asociados a la salud		
	Seguridad en relación con la presencia de extraños		
	Afectaciones ambientales en la zona		
	Afectaciones al valor del predio		
	Otro		
ASPECTOS AMBIENTALES			
¿Existen QUEBRADAS, RIOS O NACIMIENTOS en el Predio? ¿Cuántos? ¿Cuáles?	¿Tiene conocimiento de tala árboles para obtener madera que será usada en las minas de carbón?		
	Con que frecuencia		
	Cuando fue la última vez que lo vio		
	Donde lo vio		



La calidad del paisaje para usted es?	Muy agradable		
	Agradable		
	Indiferente		
	Desagradable		
	Muy desagradable		
	qué porcentaje de sus ingresos estaría dispuesto a pagar por conservar el paisaje actual		
OBSERVACIONES FINALES DEL ENCUESTADOR: (Impresión general del entrevistado, amigable, renuente, facilidad en brindar la información, cualquier otra que se considere importante).			
<hr/>			
<hr/>			
<hr/>			
FECHA: _____			
FIRMA DEL ENCUESTADO: _____			

Fuente: Autora



Tabla 12 Evidencias aplicación de encuestas

ENCUESTA SOCIO DEMOGRÁFICA Tuta-Vered		
DATOS DE IDENTIFICACION DEL ENCUESTADO (Debe ser ma		
EDAD	OCUPACION	NIVEL DE EST
43	Conductor	Primario
NÚMEROS DE CONTACTO	CELULAR 1	
	3144521298	
INFORMACION SOCIO – FAMILIAR		
Número de personas que habitan la residencia:		
COMPOSICION FAMILIAR		
ROL (padre, madre, hijo, hija, abuelo, tío, etc.)	EDAD	OCUPACION
Padre	43	Conduct
INFORMACION SOCIO – ECONOMICA		
ACTIVIDAD ECONOMICA EN EL SITIO	AGRICULTURA (Tipo de cultivo)	GANADERIA ganado)
TIPO DE RELACION CON EL SITIO	PROPIETARIO	ARRENDATA
		X
AREA TOTAL DEL PREDIO		NOMBRE DE
		Agua
NOMBRE DEL PREDIO		NOMBRE Y T PROPIETARIO
DESCRIPCION DE LA VIVIENDA		
Coordenadas		
Área aproximada	Material de techos	Material de P
No. De habitaciones	Cocina	Baño
SERVICIOS	Acueducto o fuente de agua potable	Alcantarillado disposición residuales
	En donde reciben el servicio de Salud	Como hacen de residuos
	Señal de televisión	Internet
	Boena	N
¿Pertenece a una Junta de Acueducto?		

Cuál?	
¿Pertenece a otra asociación? Cuál?	
Grupo religioso al que pertenece?	
OBSERVACIONES	
CONOCIMIENTO DEL PROYECTO	
¿Tiene conocimiento de lo que es un proyecto de explotación de carbón?	Si No X Cu
Ha sido participante o vinculado a otros proyectos similares (trabajador)	Si No X Cu
Cuáles de los siguientes aspectos le generan preocupación en relación con el proyecto de explotación de carbón:	Afe Pre Se del Afe Afe Ott
ASPECTOS AMBIENTALES	
¿Existen QUEBRADAS, RÍOS O NACIMIENTOS en el Predio? ¿Cuántos? ¿Cuáles?	¿Tiene conocim obtener mader carbón?
	Si
	Con que frecue
	NO
	Cuando fue la
	AGOS
	Donde lo vió
	VEREDA
La calidad del paisaje para usted es?	Muy agradable Agradable Indiferente Desagradable Muy desagrad qué porcentaje a pagar por co
OBSERVACIONES FINALES DEL ENCUESTADOR: (Impresión g renuente, facilidad en brindar la información, cualquier otra que se	
facilito la informacion en el mo	
la encuesta	
FECHA: _____	
FIRMA DEL ENCUESTADO: William Cifuentes	



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES



Fuente. Autora