

**RECONOCIMIENTO DE LAS PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES POR EFECTO DE LA
MINERÍA SUBTERRÁNEA DE CARBÓN EN EL MUNICIPIO DE GUACHETÁ**

DEISY CAMILA ESCOBAR GONZÁLEZ



**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C**

2020

**RECONOCIMIENTO DE LAS PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES POR EFECTO DE LA
MINERÍA SUBTERRÁNEA DE CARBÓN EN EL MUNICIPIO DE GUACHETÁ**

AUTOR

DEISY CAMILA ESCOBAR GONZÁLEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

DIRECTOR(A):

GIOVANNI SANCHEZ

Máster en desarrollo sostenible y medio ambiente

Esp. Gestión Ambiental urbana

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

INGENIERÍA AMBIENTAL

BOGOTÁ D.C

2020

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a Dios por darme la salud y la oportunidad de vivir esta experiencia, a mis padres por brindarme su apoyo y ayuda económica, a mi esposo por brindarme todo el apoyo y motivación a lo largo de esta etapa, a mis tías y familiares que me apoyaron en esta etapa de mi vida, a la Universidad Antonio Nariño por haberme aceptado y poder ser parte de ella, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para poder seguir adelante día a día.

Agradezco al profesor Giovanni Sánchez por brindarme su tutoría, tiempo, apoyo y por la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos, igualmente por tenerme toda la paciencia del mundo para guiarme en mi proyecto de grado.

Gracias

TABLA DE CONTENIDO

1. Metodología	9
2. Introducción.	10
3. Objetivos	11
3.1 Objetivo general	11
2.2. Objetivo específicos	11
4. Marco teórico	12
4.1 Minería ilegal:	¡Error! Marcador no definido.
4.2 Carbón	13
4.3 Tipos de extracción de carbón	13
4.4 Minería de carbón en Colombia	14
5. Caracterización de extracción	15
5.1 Exploración Geológica de Superficie	15
5.2 Tipos de Carbón	17
5.3 Procesos de Licencias ambientales	18
6. MARCO JURÍDICO	20
7. Marco legal ambiental.	22
8. Generalidades del municipio	23
8.1 Ubicación	23
8.2 Temperatura	24
8.3 Topografía	24
8.4 Altitud y comportamiento climático.	25
9. Economía del municipio de Guachetá	26
9.1 Producción Agrícola	26
9.2 Producción Ganadera	27
9.3 Explotación de la Minería de carbón	27
9.4 Producción de coque	29
10. Problemáticas ambientales causadas por la minería de carbón en el municipio de Guachetá.	30
10.1 Problemática sobre la atmósfera	30
10.2 Problemática sobre el agua	32
10.3 Problemática sobre el suelo	35

10.4	Problemáticas sobre la vegetación	35
11.	Planes de Gestión para las problemáticas ambientales del municipio de Guachetá.	38
11.1	Descripción de medidas de prevención	39
11.2	Minimización de problemáticas generadas	40
12.	Conclusiones.	42
13.	Bibliografía	44

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Tipos de Carbón.	14
Ilustración 2: Trámites Licencia Ambiental (Art. 282, Ley 685/01)	16
Ilustración 3: División política del municipio de Guachetá Cundinamarca	22
Ilustración 4: Bocamina de la mina Ruby V en la vereda peñas en el municipio de Guachetá Cundinamarca	25
Ilustración 5: Hornos de coquización vereda peñas.	26
Ilustración 6: Aporte de Caudal vertido a la cuenca alta del Río Suárez	29
Ilustración 7: Mapa hidrológico del municipio de Guachetá	30
Ilustración 8: Usos del suelo en el Municipio de Guachetá	32

Lista de tablas

Tabla 1: Clasificación de Carbones	15
Tabla 2: Marco legal Ambiental y minero.	18
Tabla 3: Objetos principales de marco legal minero.	19
Tabla 4: Producción agrícola del municipio de Guachetá	24
Tabla 5: Planes de gestión para las problemáticas ambientales del municipio de Guachetá	36

1. Metodología

En los últimos años los recursos naturales del municipio de Guachetá se han venido afectando a causa de la minería subterránea de carbón, este tipo de afectación conlleva a la degradación de la calidad de vida de los pobladores del municipio.

El presente trabajo reconoce las tres principales problemáticas ambientales en el municipio de Guachetá, donde se establecen opciones de mejora en las minas de carbón, patios de acopio y zonas industriales.

Como primer lugar se determina los procesos de extracción de carbón metalúrgico y térmico en el municipio; luego se describen los efectos generados por causa de la exploración y extracción, por último se establecen las acciones de mejora para mitigar las problemática ambientales causadas.

La información para la realización del presente trabajo, fue tomada y descargada desde la biblioteca virtual de la Universidad Antonio Nariño de artículos tipo scopus, scienceDirect, journals y springer, adicionalmente a esto, se tomó información de literatura basada en las problemáticas ambientales por causa de minería subterránea de carbón.

2. Introducción.

En nuestro país Colombia contamos con una de las principales provisiones de carbón mineral bituminoso y subbituminoso de América Latina, ya que se cuenta con reservas de gran tamaño, paroximadamente de 16.992 Millones de toneladas (Mt) con los cuales 7.063 Mt son de medidas, 4.571 Mt son indicadas, 4.237 Mt son inferidas y 1.119 Mt es de materia hipotética, adicionalmente está catalogado en el sexto puesto de exportación del recurso no renovable del mundo, con un 6,3%, el cual equivalente a 50 Mt anuales de carbón (Umpe, 2002).

Guachetá es un municipio donde su principal economía se caracteriza por la extracción de carbón metalúrgico, gracias a su ubicación geográfica localizada en la cuenca sedimentaria de la cordillera oriental, el municipio está ubicado por la zona norte de Cundinamarca y por la zona sur de Boyacá.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Reconocer las problemáticas ambientales por efecto de la minería subterránea de carbón mineral en el municipio de Guachetá.

2.2. Objetivo específicos

- Determinar los procesos de extracción en minería de carbón en el municipio de Guachetá y su relación con el medio ambiente.
- Describir los efectos de la minería extractiva de carbón en el municipio de Guachetá de acuerdo a los procesos identificados.
- Establecer las acciones para mitigación y manejo de las afectaciones ambientales por la minería extractiva de carbón en el municipio de Guachetá Cundinamarca

4. Marco teórico

La minería del carbón es crucial para la economía china, ya que representa el 61.8% de la energía primaria del país consumo en 2016, y se espera que se mantenga similar niveles hasta al menos 2020. Mientras tanto, el agua subterránea es a menudo la fuente preferida de suministro de agua, ya que tiende a ser el recurso más confiable y económicamente viable que el agua superficial, y más resistente a la contaminación (Niu, 2019).

La minería ha ido aumentando y así mismo varias preguntas sobre la viabilidad de que sea tomado como el primer potencial en la economía y sociedad Colombiana. Estos interrogantes han surgido por la subida de precios de los minerales a nivel mundial, gracias a esto han llegado inversionistas mundiales a la explotación de estos recursos para así generar beneficios en la economía del país, el ejemplo de ello está en que la última década las multinacionales mineras han multiplicado sus inversiones, esto gracias a la explotación y exploración de carbón en el mundo (Villegas, 2016).

1.1 Minería ilegal:

En el territorio colombiano es considerado que si un trabajo público o privado es encontrado en captación, exploración y explotación de los minerales sin ningún permiso ni

título minero ante los entes territoriales son llamados de forma trabajos ilegales, ya que no cumple con la normatividad Colombiana.

Cuando se incumple con esta normatividad son evidenciados los fuertes impactos ambientales en las zonas de captación por lo cual se genera deterioro en la flora, fauna, atmósfera, cuerpos hídricos, ya que no existen sistemas de control que los regulen **(Espinoza, 2007)**.

4.1 Carbón

El carbón es un mineral de color negro, formado por material vegetal, estas se forman por sedimentos que a través de los años y la presión se van convirtiendo en carbón, su tiempo de formación tarda entre 1 y 400 millones de años, y que se extrae de las profundidades de la Tierra, algunas veces el carbón puede aflorar en la misma superficie, este mineral proviene de la descomposición de los bosques tropicales que crecieron en condiciones pantanosas. En las zonas donde se generan vetas de carbón, crecía una exuberante vegetación **(Ambientum 2020)**.

4.2 Tipos de extracción de carbón

En el Municipio existen varias formas y técnicas para la generar la extracción de carbón, las cuales son nombradas a continuación:

- Barreto: Es la forma manual y más usada, por la cual se usa dinamita o martillos de aire, para la extracción del mineral de los mantos.
- Arrastre: Es cuando el mineral es transportado de un frente de trabajo hacia las zonas de reserva para la extracción.
- Malacateo: Generalmente en este proceso se usa una caja de acero con rieles llamado coche para la extracción del mineral desde las zonas de reserva hacia la superficie.

Normalmente este tipo de extracción de carbón es usado en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá **(Cardona Trujillo & Carmona García, 2017)**.

Las minas subterráneas, pueden encontrarse yacimientos a cientos de metros de profundidad y su problemática no es tan amplia como la minería a cielo abierto, ya que todos los procesos de remoción excavación y extracción se generan en el interior de la mina.

4.3 Minería de carbón en Colombia

Actualmente en el territorio Colombiano cuenta con más de 9.600 minas de carbón y genera una empleabilidad de más de 100000 a 200000 trabajadores en las diferentes clases de extracción , el 70 % de estas minas son legales ya cuentan con el título minero, y normatividad **(Geoinnova, 2018)**. Aun así, este tipo de prácticas económicas generan problemáticas en la salud humana a raíz de estas labores realizadas día a día, el término es limitado a padecimientos

no infecciosos lo cuales son causados en su mayor parte a la exposición de gases o eventos del medio ambiental.

Los principales riesgos reportados en esta actividad económica, genera una amplia aparición de factores que traen consigo varias enfermedades como los son: las enfermedades crónicas, las lesiones físicas y algunas alteraciones, a un largo tiempo en el sistema osteomuscular **(Rodríguez Castillo & Jiménez Zubieta, 2019)**.

5. Caracterización de extracción

La caracterización de extracción es determinada por condiciones geológicas del suelo y por restricciones ambientales que son encontradas en las zonas de explotación. Los sistemas de exploración, transporte, los procedimientos específicos para la extracción de los materiales y los equipos utilizados permiten la realización de diversas formas de explotación, estos procedimientos se pueden aplicar de diferentes formas, esto depende del yacimiento según la inclinación de los mantos **(Umpe, 2002)**.

Normalmente en las zonas donde son encontrados los mantos entre un ángulos $< 25^\circ$ son llamados Horizontales, entre ángulos de 25° y 45° son llamados inclinados y los ángulos $> 45^\circ$ se llaman verticales.

5.1 Exploración Geológica de Superficie

En algunas zonas la exploración se distingue por tener técnicas geoquímicas, geológicas y geofísicas en detalle. Estas formas de trabajo, no originan impactos esenciales en el medio ambiente debido a su temporalidad, y gracias a esto no es necesario la elaboración de estudios de impacto ambiental.

Las concesiones mineras, tendrán que presentar de forma expresa y clara en la propuesta los compromisos al realizar en los documentos de explotación técnica, estos documentos deberán ir con subordinación a las guías minero ambientales **(Peña Vargas, 2012)**. Para los trabajos de exploración se deberá tener en cuenta el artículo 34 de la ley 685, la cual indica las zonas excluibles para el territorio nacional, y en el artículo 354 donde se especifica las zonas donde se pueden iniciar la exploración.

Luego que la autoridad competente haya aprobado y realizado los permisos para la ejecución de la exploración, el servicio geológico podrá aprobar el uso eficiente de los recursos renovables.

Para la identificación de la elaboración de una mina de carbón, el servicio geológico realiza análisis sobre los mantos del suelo, como la profundidad, posibles características del carbón, área de los yacimientos **(montaño & vargaz, 2018, pp. 16)**.

En los trabajos de explotación se empieza con la eliminación de las coberturas vegetales, suelo orgánicos, o depósito de rocas; esto con el fin de obtener una porción física de carbón para así definir la calidad. **(Peña Vargas, 2012)**. A partir de allí cuando las trincheras superan más de dos metros le empieza a excavar en forma escalonada para la seguridad de los trabajadores.

En el momento de encontrarse con los yacimientos de carbón, cabe resaltar que podría haber yacimientos de diferentes características a solo metros de distancia de forma vertical que pueden ser nombrados como mantos diferentes, a partir de allí se generan muestras donde se valora la calidad de carbón con la que cuenta la mina.

5.2 Tipos de Carbón

Las clasificaciones aceptadas para categorizar al carbón son las de *American Society for Testing and Materials (ASTMD-388-777)*. Como se muestra en la tabla 1, donde se muestra cuatro tipos de carbón este cambio se debe a las composiciones de carbón se deben a la composición vegetal, temperatura, presión, humedad entre otros.

Durante el periodo carbonífero que se presentó hace aproximadamente 225 a 350 millones de años sobre EEUU, Indonesia, China y su SurAmérica, en la ilustración N° 1 se muestra a través de los años y presión la transformación del cambio de turba a carbón.

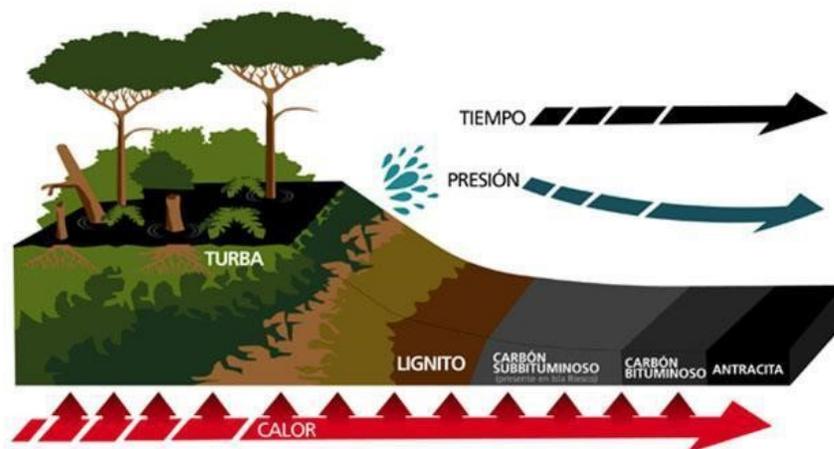


Ilustración 1: Tipos de Carbón.

Tomado de (Invierno, 2018)

Tabla 1: Tipos de Carbón

Tipo	Carbono Fijo (%)	Material Volátil (%)	Contenido Humedad (%)	Poder Calorífico (Btu/lb)	Poder Calorífico (MJ/Kg)	Poder Calorífico Kcal/Kg
Antracita	86 - 98	1	< 15	>14.000	>32.6	>7.780
Bituminoso	45 - 86	32	15 - 20	10.500-14.000	24.5 - 32.6	5.800-7.780
Subbituminoso	35 - 45	50	20 - 30	7.800 - 10.500	18.2 - 24.5	4.300- 7.780
Lignito y Turba	25 - 35	96	> 30	4.000 - 7.800	9.3 – 18.2	2.200 – 4.300

Fuente: (Peña Vargas, 2012)

En la anterior tabla N° 1 se puede identificar según sus características qué tipo de carbón representa, según la clase de este se establece la producción y su aporte a la economía.

Según la Alcaldía municipal de Guachetá, en el censo minero realizado el año 2018 fueron reportadas 128 minas de carbón, de las cuales el 98 % de ellas extraen carbón bituminoso, y el 2 % de minas extraen el mineral catalogado como sub bituminoso.

5.3 Procesos de Licencias ambientales

Las corporaciones autónomas regionales son las encargadas de generar los estudios previos para otorgar las licencias ambientales estos estudios deben adicionar una información dirigida al entendimiento de la oferta y demanda de los recursos naturales para ser estudiados y analizados, el trabajo minero a ser ejecutado para así poder verificar las retribuciones, manejo y el nivel de participación que se puedan realizar sobre ellos.

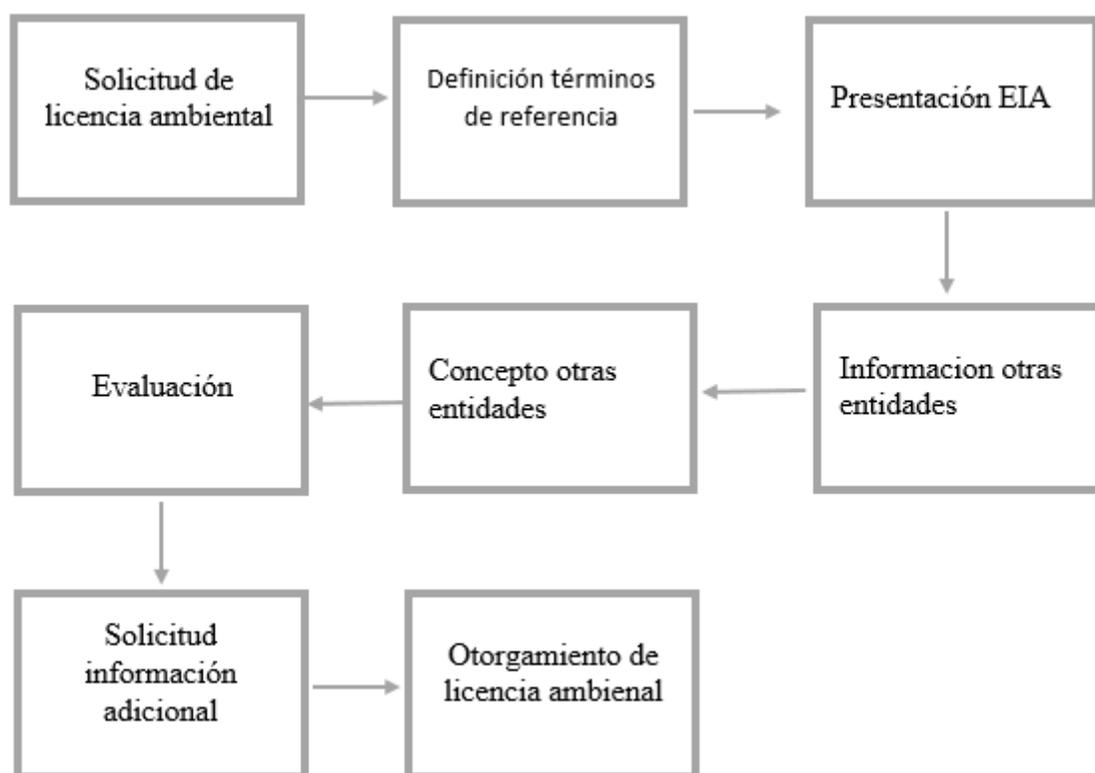


Ilustración 2: trámites licencia ambiental

tomado de montaña & vargaz (2018)

En la ilustración N° 2 se evidencia los trámites para la solicitud de una licencia ambiental, el trámite promedio puede durar hasta 150 días en otorgarse, si cumple con lo establecido por la ley.

En el objeto de uso se deberán relacionar los recursos naturales como los son el aprovechamiento o las afectaciones generadas por la actividad minera.

Según la ley 99 de 1993 artículo 52 numeral 2° y junto con el Ministerio de Ambiente el decreto 1728 del 2002 se podrá otorgar de manera privada, cuando la explotación de carbón sea igual o superior a 800.000 ton/año.

Por lo contrario cuando la explotación minera sea por debajo de 800.000 ton/año, según la ley 99 del 1993 y junto al artículo 9 del decreto 1728 del 2002, las autoridades pertinentes para generar la licencia u otorgar las licencias ambientales serán únicamente las corporaciones autónomas regionales.

6. MARCO JURÍDICO

Según la legislación Colombiana se encuentran dos marcos legales como se muestra en la tabla N° 2:

Tabla 2 – Marco legal Ambiental y minero

Marco legal Minero Ley 685 de 2001	Marco legal Ambiental Ley 99 de 1993
---------------------------------------	---

* Registro minero.	* Licencia Ambiental
*Normas reglamentarias y complementarias	*Permiso Ambiental
*Trámites Mineros	*Competencias Trámites Ambientales
*Medios e instrumentos Mineros y Ambientales	*Normas Ambientales Generales
*Trámites Ambientales	

Tomada de (Peña Vargas, 2012).

Los objetos fundamentales del marco legal minero ley 685 de 2001 del código minero son los siguientes el cual se verifica en la tabla N°3.

Los Principales objetos del Marco Legal Minero según la Ley 685 de 2001, Código de Minas, Fomenta la exploración y la explotación de los recursos mineros, incentiva el aprovechamiento de los recursos en las zonas mineras llevando de la mano las normas y principios de los recursos naturales no renovables, adicionalmente promueve el aprovechamiento de los recursos mineros dentro del concepto integral de desarrollo sostenible y así fortalece el sector económico y social del país (Peña Vargas, 2012).

En el momento de gestionar algún contrato con las concesiones mineras en el marco legal deberán tener en cuenta las zonas restringidas para la explotación minera de carbón, en este caso es necesario saber los tipos de zonas como los son: No estar dentro de un perímetro

urbano, no estar dentro de las zonas de protección arqueológica histórico cultural, estar en obras ocupadas por obra o servidor público.

En el caso de no estar dentro de las anteriores restricciones en necesario que se cumplan con el tiempo de duración de una concesión minera en Colombia, el cual se establece por etapas:

Etapa 1: La exploración deberá cumplir con 3 años con una prórroga máxima de 2 años.

Etapa 2: La construcción, adecuamientos y montaje deberá cumplir con 3 años, con prórroga máxima de 1 año.

Etapa 3: La explotación son 24 años de permiso sin prórroga, será menos si el solicitante realiza prórrogas de las dos etapas anteriores.

7. Marco legal ambiental.

Para lograr el óptimo cumplimiento de la normatividad relacionada con la solicitud y expedición de trámites de permisos, autorizaciones y concesiones de los recursos naturales no renovables que se requieren para las labores de exploración, se necesita tener el conocimiento de la administración ambiental como lo es oferta, demanda, aprovechamiento o afectación, con el fin de establecer el óptimo manejo y el grado de intervención que pueda realizarse sobre los mismos (**Peña Vargas, 2012**).

Es necesario que se tenga en cuenta las medidas de manejo ambiental, las cuales se conforman con el aprovechamiento forestal, emisiones atmosféricas, concesión de aguas superficiales entre otras.

8. Generalidades del municipio

El territorio Guachetuno se conforma de origen indígena, siendo este municipio el primer caserío chibcha de cundinamarca, fue descubierto por los Españoles en poder de Gonzalo Jiménez de Quesada el Lunes 12 de Marzo de 1537, nombrandolo por su dia de llegada como San Gregorio Magno **(Cifuentes , 2020)**.

8.1 Ubicación

El municipio de Guachetá esta ubicado en la zona nororiental del departamento a 118 km del distrito capital Bogotá, se limita por el norte el departamento de Boyacá, con los municipio de Ráquira y Samacá, por el sur con Ubaté y Lenguzaque por el oriente con Ventaquemada (Boyacá) y Lenguzaque (Cundinamarca) y por el Occidente con Fúquene y Ubaté. Su área total es de 177.45 Km² (17.745 Ha) según el plano catastral escala 1:10000 **(Cifuentes , 2020)**.

8.2 Temperatura

Su temperatura varía entre los 12° y 13° con una altitud de 2688 m.s.n.m, es encontrado entre los pisos térmicos frío y páramo, la precipitación es presente entre 832 mm y 746.5 mm. Anual.

La Cabecera Municipal se localiza a los 5°23'15". De latitud Norte y a los 73°41'20" de longitud al Oeste del Meridiano Greenwich y a. Dista de Santafé de Bogotá.

8.3 Topografía

En el territorio de Guachetá se encuentra una topografía muy variada; desde los inicios de las quebradas pasando por laderas. Las fronteras agrícolas se han ido expandiendo hacia el páramo, siendo este uno de los principales problemas que están afectando el ecosistema del Municipio (**Cifuentes , 2020**).

En la zona urbana es catalogado con un perímetro de 4 barrios y 59 manzanas y en el sector rural esta conformada por 20 veredas, donde la vereda de San Antonio es la más extensa 25 km² seguida por Peñas, Falda de Molino y Ticha. Las más pequeñas en extensión son Santuario y Cabrera; no obstante estas dos son las mas habitadas con un promedio de 133 y 118 hab/km² respectivamente (**Alcaldía Municipal de Guachetá, 2015**). En la ilustración N°3 se encuentra la división política del municipio de Guachetá con sus 20 veredas focalizadas y el casco urbano.

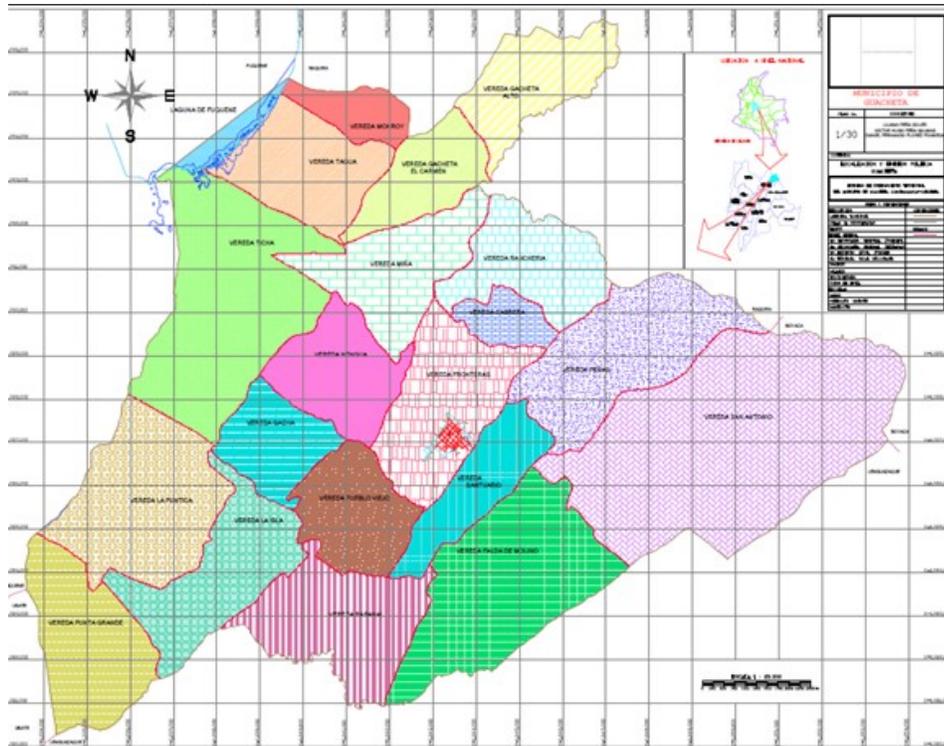


Ilustración 3: División política del municipio de Guachetá Cundinamarca

Tomada de (Alcaldía Municipal de Guachetá, 2015),

8.4 Altitud y comportamiento climático.

El Municipio de Guachetá se encuentra ubicado entre 2.500 a 3.500 m.s.n.m. Las alturas principales son en la vereda La Puntica, Nenguá, San Antonio, y falda de molino.

En su gran mayoría los inviernos son cortos, y fríos, en gran parte del año es encontrado nublado, muy pocas veces bajan las temperaturas por debajo de 1°C y normalmente se encuentra entre lo 6° y 18°C (Alcaldía Municipal de Guachetá, 2015).

9. Economía del municipio de Guachetá

9.1 Producción Agrícola

Según la UMATA (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria) de la alcaldía municipal para el año 2016 la actividad agropecuaria se forma por los siguientes cultivos la cual se puede observar en la tabla N° 4:

Producción agrícola para el año 2016

Producto	Tonelada	Área (ha)
Papa	6900	350
Arveja	1125	600
Maíz	1750	120

Tabla 4: Producción agrícola del municipio de Guachetá

9.2 Producción Ganadera

Según el Programa Agropecuario Municipal para el 2015 el total de cabezas de ganado en el municipio de Guachetá era de 15650, cuenta con un aproximado 10580 de vacas para ordeño la cual genera una producción aproximada diaria de 125.189 litros.

La subjeción brinda un porcentaje de la siguiente del 70% en lechería, el cual se indica que la mayoría de la producción lechera es enviada al valle de Ubaté que se caracteriza por ser la capital lechera de Colombia ya que cuenta con múltiples fábricas de lácteos y demás alimentos a base de leche, y el 30% en cría con ordeño o doble propósito (Guachetá, 2020). El municipio cuenta con un área promedio total de 8.270 hectáreas registradas para ganadería.

9.3 Explotación de la Minería de carbón

En el municipio de Guachetá, para el año 2018 según la alcaldía municipal actualmente cumple con 20 títulos mineros, 128 minas de carbón, 15 zonas industriales y 10 centros de acopio de los cuales genera una empleabilidad aproximada de 5000 empleos directos en todo el municipio y de más de 8000 empleos indirectos, esta tasa de empleabilidad gracias a la minería ha logrado que el municipio surja económicamente.

El carbón de Guachetá es categorizado como uno de los de mejor calidad a nivel mundial, y la Federación de Productores de carbón indica que la mejor mina subterránea se encuentra en el

municipio y tiene como nombre Casablanca, que hace parte de la concesión de Uniminas, según Fecundi es la que mejor cumple las características internacionales (Villa, 2018).

Según las estadísticas focalizadas por la alcaldía del municipio de Guachetá en el 2018, informa que solo se encuentra un 5% de desempleo, y un 95 % ya sea de trabajo formal o informal, este tipo de desempleo se genera principalmente en personas con algún tipo de discapacidad.

En la ilustración N° 4 se muestra la bocamina de la mina el rinconcito en la vereda Santuario del municipio de Guachetá.

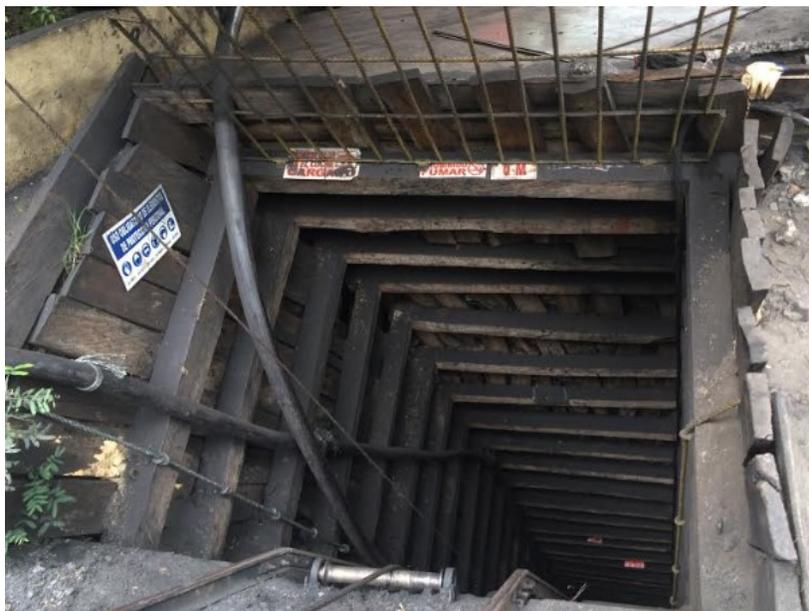


Ilustración 4: Bocamina de la mina Ruby V en la vereda peñas en el municipio de Guachetá Cundinamarca.

Fuente: Propia

9.4 Producción de coque

La producción de coque es importante en la economía a nivel mundial ya que es la materia prima para la producción de acero y metalúrgicos

Para el censo minero reportado en el 2018, se reporta 15 zonas industriales de producción de coque con lo cual se referencian 467 hornos de los 1811 hornos de coquización del departamento en el municipio, en la siguiente ilustración muestra los hornos de la vereda peñas en el municipio de Guachetá (**Lorena Valero, 2018, pp. 26-28**).

En la siguiente ilustración N°5 se muestra los hornos de coquización usados habitualmente en el municipio.



Ilustración 5: Hornos de coquización vereda peñas.

Tomada de (Villegas, 2016)

10. Problemáticas ambientales causadas por la minería de carbón en el municipio de Guachetá.

Las principales problemáticas en el municipio conllevan a la minería ilegal, debido a que estas zonas de extracción no tienen consideraciones ambientales ni seguimientos de entes de control, lo que genera gran aporte a la degradación.

Guachetá ocupa el segundo lugar de mayor minería ilegal a nivel departamental con un 68% de informalidad (R. Álvarez, 2016).

Adicionalmente podemos agregar a el método de exploración, explotación, y transporte del carbón se están generando grandes problemáticas en la de degradación de ecosistemas y componentes bióticos y abióticos.

10.1 Problemática sobre la atmósfera

Las problemáticas causadas a raíz de las emisiones atmosféricas fueron inicialmente por la producción de coque con la adecuación y elaboración de hornos con chimeneas altas, para el mejoramiento de la adición, pero en algunas partes del mundo se hizo más obvia la afectación hacia la atmósfera por problemas más serios atenuantes a la presencia de emisiones como óxido de azufre (SOx) y óxido de nitrógeno (NOx) (Morelos Gómez & Nuñez Bottinib, 2017).

En la atmósfera el vapor de agua cuando entra en contacto con el CO₂ actúa en forma de un vidrio, ya que esta permite que la radiación llegue directamente a la Tierra y manteniendo el calor. En dado caso que no existiera este fenómeno de vidrio, la Tierra sería fría para obtener las formas de vida. Por otro lado, Cuando se genera la combustión de combustibles fósiles, se

están incrementando las concentraciones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera, la cual genera un aumento de temperatura. A este proceso se le llama calentamiento global. **(Morales Ledesma, 2017)**

Por causa de estos tipos de gases que al ponerse en contacto con el vapor de agua y otras sustancias de la atmósfera reaccionan químicamente, por eso la industria coquera empezó trabajar con carbón bajo en azufre y realizó cambios en las mezclas de carbón para llegar a niveles permisibles.

En la actividad de perforación y excavación subterránea de las minas, se genera liberación de gases acumulados o de igual forma de las voladuras generados en el interior de ella, hay algunos tipos de gases que en ambientes confinados como lo es al interior de mina, debido a la concentración puede ser perjudiciales para la salud de los trabajadores, no obstante en la superficie no presentan incidencia a alterar composición de la atmósfera **(Hashem, Rafiee , Jafari , & Mohammadi , 2011).**

Según el plan municipal de gestión de riesgo 2014 del municipio de Guachetá, cuando el carbón es extraído del interior de la mina, por factores climatológicos como lo es el viento se genera expansión de material particulado, igualmente se identifica problemas en el mismo transporte del carbón según el Decreto 173 de 2001 por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor de Carga en Colombia, no cuentan con la reglamentación exigida por el anterior decreto.

10.2 Problemática sobre el agua

Los desastres por agua en los acuíferos de las minas de carbón están muy extendidos y han sido una gran amenaza tanto para la minería del carbón como para el entorno ya que deteriora las vigas de sostenimiento de la mina pudiendo ocasionar accidentes en el interior de ella. El bombeo puede aliviar este riesgo, pero esto puede conducir a problemas secundarios como el hundimiento de la tierra, el colapso de las minas y la inducción no natural del agua de los acuíferos vecinos e incluso la superficie del suelo (**Hashem, Rafiee , Jafari , & Mohammadi , 2011**).

Las aguas provenientes del bombeo generado desde el interior de las minas frente al recurso hídrico en el municipio de Guachetá, es reflejada en la contaminación, esto se debe a que las minas focalizadas en el municipio, no cuentan con un debido tratamiento ni estudios previos de la calidad del agua provenientes del interior de las minas.

En centros industriales como lo es la Promincarg S.A.S, según la el POMCA de la cuenca alta del río Suárez, que pertenece a la Corporación Autónoma regional de Cundinamarca hace referencia a las empresas mineras que aportan mayor caudal de vertimientos a ella, donde se evidencia en la Ilustración N° 6 que Promincarg S.A.S aporta 65.10 lps, en seguida de Minas el Rinconcito, rubí y el cerrejón con un caudal de 7.14 lps.

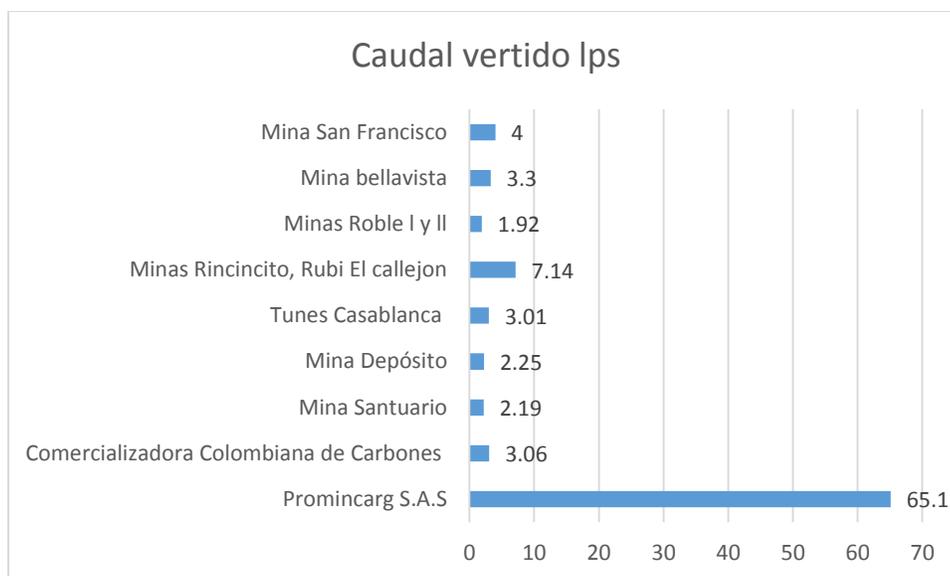


Ilustración 6: Aporte de Caudal vertido a la cuenca alta del Río Suárez

Tomada de (CAR, 2018).

En la siguiente ilustración 7, Según (**Alcaldía Municipal de Guachetá, 2015**), se muestra el mapa hidrogeológico del municipio de Guachetá, el cual de forma directa hay una generación de contaminación del 17% de estos cuerpos hídricos esto a causa de los vertimientos de las minas de carbón, principalmente en las veredas de Peñas, Frontera, San Antonio y Rabanal.

10.3 Problemática sobre el suelo

En la taxonomía de suelos por la capacidad de uso, es un procedimiento que agrupa unidades homogéneas de suelo teniendo en cuenta limitaciones, en ella se conjugan todos los aspectos que determinan el uso más conveniente y las prácticas recomendables para mantener su productividad (**Alcaldía Municipal de Guachetá, 2015**).

En la actualidad el uso del suelo en el municipio no cuenta con una caracterización certera de usos del territorio y define áreas con problemas de uso y manejo; con lo cual obtenemos un diagnóstico poco certero, ya que estas áreas son netamente industrias mineras.

Por otro lado es necesario tener en cuenta que la fase de exploración minera se genera un área considerada de cobertura vegetal, en el momento de realizar la fase de explotación se genera degradación de suelos, erosión, pérdida de cobertura vegetal entre otros factores. No obstante a esto el material estéril (roca) que proviene del interior de las minas genera modificaciones visuales paisajísticas ya que en su mayoría desechan en botaderos al aire libre (**Lorena Valero, 2018, pp. 5-7**).

10.4 Problemáticas sobre la vegetación

Según el último plan de ordenamiento territorial del año 2000, el municipio de Guachetá realizó presentación de la cobertura vegetal como: Bosque natural, bosque cultivado pastizal y rastrojos, también categorizada como selva andina, páramo y subpáramo.

Para el año 2018 las áreas arborizadas de *Quercus humboldtii* (roble) localizadas aproximadamente sobre los 2600 y 2900 msnm entre los municipio de Guachetá y Ráquira se encontraban en proceso de tala y extracción para el proceso de sostenimiento de las minas de carbón, este proceso no sostenible afecta la biodiversidad que posee la reserva (**Carlos Montaña & Vargas, 2018, pp. 36**).

Las afectaciones principales sobre las problemáticas ambientales en la vegetación de se deben a dos factores:

- La Primera está relacionada con la intervención directa de apertura de vías y zonas de acceso a centros industriales mineros, construcción de campamentos, restaurantes para los trabajadores de las mismas.
- La segunda está asociada a la deforestación generada para el uso de cuñas, palancas y madera para el sostenimiento físico dentro de las minas de carbón del municipio.

10.4.1. Problemática de la flora y fauna .En el municipio de Guachetá por su gran explotación minera ha ocasionado varios efectos en el entorno natural de municipio, entre ellos la migración de especies nativas esto es debido a la gran contaminación auditiva que este sector emite en el transporte y extracción del carbón obligando a desplazarse los animales (**Carlos Montaña & Vargaz , 2018, pp. 36**) .

Son generados directamente la deforestación de zonas de minería, se genera la fragmentación del ecosistema en lugares de exploración, explotación y áreas para el flujo vehicular del material, en el momento de remover las coberturas vegetales de las zonas, son reducidas las fuentes de alimentación de las especies como lo son los zorros grises (*Lycalopex*

griseus) y armadillos (Dasypodidae), accionando los procesos de migración (**Beltrán & Bernal, 2018**).

Adicionalmente en la afectación en la salud de las especies ya que la fauna que reside cerca a las empresas mineras, están más expuestas a los gases emitidos o material particulado generado.

En algunas ocasiones se verían afectados por envenenamiento ya que las empresas mineras diariamente trabajan con residuos peligrosos como lo son grasas, aceite, dinamita entre otros, o por residuos tóxicos que pueden tener contacto con el empozamiento del agua en las zonas de minería.

Debido a las deforestaciones generadas para el sostenimiento de los interiores de las minas y retiro de cobertura vegetal, se ha perdido gran parte de la flora y entre esto las zonas paisajísticas del municipio.

Esta pérdida de flora está generando exterminio de diferentes especies vegetales del municipio en su gran mayoría por actividades mineras, cabe resaltar que igualmente que la agricultura también está influyendo es este tipo de especies del municipio (CMGRD, 2014).

Por otra parte los vertimientos de aguas provenientes de los interiores de las minas contienen pH por debajo de 6 y esto genera que no haya proliferación de vida en los cuerpos hídricos.

Este tipo de contaminación inhibe el crecimiento de algunas especies vegetales en las zonas por donde recorre los ríos ya que las sustancias químicas vertidas generan la alteración de procesos de las plantas.

Igualmente hay minas ilegales que se encuentran en zonas protegidas como lo es el páramo del rabanal, donde se está generando deterioro del ecosistema y de uno de los principales recursos naturales como lo es el Agua.

11. Planes de Gestión para las problemáticas ambientales del municipio de Guachetá.

A partir de las problemáticas ambientales encontradas en el Municipio de Guachetá por efecto de la exploración, explotación y transporte de carbón como los son: usos del suelo, erosión, contaminación atmosférica se generan recomendaciones planes de gestión.

Es necesario y de importancia la actualización del uso de suelos en las zonas de exploración y explotación, ya que se encuentran zonas mineras dentro de perímetros sub urbanos, esto debido a que al pasar de los años el municipio ha crecido de forma significativa.

Principalmente se debe realizar la planificación de las acciones para el manejo ambiental, a través de acciones encaminadas a su prevención, corrección, mitigación y compensación de los recursos naturales

En las zonas donde se haya presentado las problemáticas erosión se deberá finalizar los manejos con obras forestales, como lo son de pradización o revegetalización de forma arbustiva o arbórea, Solamente en casos muy específicos como lo son en las zonas donde tienen algún tipo de material o de sustrato desconocido para así generar estudios previos antes de comenzar con los planes de manejo.

De acuerdo con **(Vargas, 2007)** la revegetalización fue determinada como proceso mediante el cual las plantas colonizan un área cuya cobertura vegetal original se ha removido por efecto de un disturbio, En este tipo de adecuaciones morfológicas es necesario estar a la mano con el manejo de los vertimientos de aguas para luego dar el paso a la recuperación de la cobertura vegetal.

Después de que se haya realizado la adecuación morfológica, se valora por la protección del suelo contra factores que son capaces de originar la degradación del suelo como lo son la lluvia la pendiente y el viento, cuando son manejadas trabajos silvícolas genera una reacción positiva hacia los factores he inducen la regeneración natural o, mediante la siembra de cubiertas tipo gramíneas, especies arbóreas o arbustivas de la zona **(Beltrán, 2018)**. Con ello y otros parámetros podemos caracterizar la susceptibilidad ambiental, esta se realiza con el fin de formular proyectos para la recuperación de áreas con problemas de tipo ambiental.

11.1 Descripción de medidas de prevención

El trabajo de revegetalización consta principalmente de una capa de cobertura vegetal con características similares a la original ya que esto infiere directamente sobre la fauna y flora que

habita. Por otro lado, son presentadas zonas que por ciertas limitaciones como lo son suelo, agua y clima se siembra especies más resistentes con el cual genera la función específica que es el control en la erosión **(Vargas, 2007)**.

Esta zona es de suma consideración por la protección de los recursos naturales, ya que habilita la restauración biológica en el suelo, y a la vez reduce y controla la erosión, la estabilización de los suelos sin consolidar, la protección de los recursos hidráulicos, la integración paisajística dentro del municipio.

11.2 Minimización de problemáticas generadas

En gran territorio del municipio se utiliza principalmente la explotación minera para poder establecer el sistema productivo en la zona, de este modo las cercas vivas generan efectos positivos sobre el medio ambiente, ya que contrarresta la polución en las zonas de explotación y a la vez provee bienes y servicios ambientales.

Las cercas vivas se caracterizan por ser una práctica unida en la ingeniería agroforestal ya que genera varios servicios a los agricultores, y a la vez se fomenta la implementación para la disminución de polución en la región, y a la vez generar un cambio en la flora de vista de este tipo de plantas a favor de su utilización y aprovechamiento en los sistemas productivos **(Morantes, 2018)**.

En el municipio se deben plantar cercas vivas, para mitigar el impacto atmosférico, visual y erosivo, sobre los costados de las zonas de explotación, zonas de acopio y zonas industriales de producción de coque. En este caso se pueden utilizar las mismas especies arbustivas y arbóreas

propias de la región como las Eugénias (*ledophylla*), y Durantas (*Duranta repens*) (**Rojas Marin, Perez Gomez, & Fernández Mendaz, 2019**).

En el Municipio la falta de conocimiento hacia el factor de lixiviados, en el manejo de impermeabilización de los suelos y el buen aprovechamiento de los residuos, se ha generado gran problemática medio ambiental a causa de las acumulaciones de residuos. Estas son las principales razones de la producción del Drenaje Ácido de Minas (**Roberto Rodríguez, 2009**).

El drenaje ácido de minas se cataloga como una de las problemáticas más importantes en los cuerpos hídricos ya que las aguas provenientes del interior de la mina poseen minerales sulfurosos, muy insolubles que en condiciones reductoras, son expuestos a condiciones óxicas. Y cuando entra en contacto con oxígeno y la humedad atmosférica, los sulfuros se oxidan generando en el medio, un aumento de la acidez y la liberación de parte de su contenido en elementos traza y sulfatos (**Carro Flores, 2016**).

Para los tratamientos de este tipo de contaminación ha habido varios experimentos como las concentraciones de sustrato de lodos de depuradora en la eficiencia de la biorremediación del drenaje ácido de minas (AMD), El lodo de aguas residuales contribuyó con materiales alcalinos que neutralizan directamente la AMD en proporción a la cantidad agregada y, por lo tanto, desempeñan un papel principal en la estimulación de la biorremediación de bacterias reductoras de sulfato (**Naresh Kumar, Clint , & Mark Lund , 2014**).

Este tipo de actividades son contrarrestadas si: En las minas generan permeabilidad del suelo en los acopios de estériles y análisis previos de la calidad del agua proveniente de las minas para así verificar los contaminantes que están afectando las fuentes hídricas.

Gestionan e incluyen sistemas de tratamiento para las aguas residuales en las minas de carbón antes de ser vertidas directamente en las fuentes hídricas.

12. Conclusiones.

Los procesos de exploración, explotación y transporte del carbón han generado afectaciones ambientales como lo es erosión del suelo, emisiones contaminantes, pérdida de cobertura

vegetal, flora fauna y contaminación en fuentes hídricas en el municipio, esto es debido a que no cumplen los procesos establecidos por las guía minero ambientales del ministerio de minas y energía.

Es notable las problemáticas en el municipio de Guachetá, entre ellas es el uso del suelo ya que en el esquema del plan de ordenamiento territorial no se ha generado actualización desde el año 2000, en este año se reportaron 30 minas consolidadas y para el año 2018 se consolidó un total de 128 minas, **(Lorena Valero, 2018, pp. 12–13)** en 18 años se generó un aumento del 426%.

El cumplimiento de la ley, por parte de las Autoridades autónomas ya que son los entes encargados de conceder las licencias ambientales deberían estar más pendientes de los títulos ambientales otorgados y generar un seguimiento más frecuente y óptimo, para así reducir o los impactos que se están generando a causa de este tipo de minería en el Municipio

En un 80 % de las minas del municipio de Guachetá no cuenta con tecnologías suficientes para disminuir el grado de contaminación lo cual es una desventaja teniendo en cuenta que así como aumenta regalías y economía para el municipio, también aumenta el grado de contaminación y afectaciones al ecosistema, por lo cual es netamente ente necesario la inversión de nuevas tecnologías para la generación de energías renovables, aspiradoras de material particulado entre otras que ayude a mitigar la contaminación generada por estas empresas **(Alcaldía Municipal de Guachetá, 2015)**.

Desde el año 2018 se han generado capacitaciones recurrentes en las empresas mineras sobre educación ambiental, para generar una disminución en problemáticas ambientales desde los hogares de los Guachetunos.

13. Bibliografía

Alcaldía Municipal de Guachetá. (2015). Generalidades de Guachetá. Recuperado de

<http://www.guacheta-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>.

AMBIENTE, M. D.-M. (2012). *Guía minero ambiental*. Obtenido de

https://www.anm.gov.co/sites/default/files/normativas/guia_mineroambiental_de_exploracion.pdf

Ambiente, M. d.-M. (s.f.). *Guía 2 explotación*. Obtenido de

<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+1.pdf>

Ambientum. (17 de Mayo de 2020). Obtenido de

https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/el_carbon.asp

Beltrán, B. &. (7 de Octubre de 2018). *Estudio preliminar de variables químicas en suelos con procesos de revegetalización en el municipio de Villa de Leyva*. Obtenido de

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/580-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1318-1-10-20190807.pdf>

Berumen, S. A. (23 de Septiembre de 2013). *Impacto de la crisis en el desarrollo*. Obtenido de

<https://pdf.sciencedirectassets.com/312391/1-s2.0-S0301703614X70653/1-s2.0->

[S030170361470851X/main.pdf?X-Amz-Security-](https://pdf.sciencedirectassets.com/312391/1-s2.0-S030170361470851X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMn%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCX)

[Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMn%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCX](https://pdf.sciencedirectassets.com/312391/1-s2.0-S030170361470851X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMn%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCX)

VzLWVhc3QtMSJGMEQCIC%2Bm2YmbAWK%2FBeiAx%2BvVPTGbqVioC4%2FI
5opeCQBGVipkAiAiS%2F

CAR. (2018). *POMCA de la cuenca alta del río Suarez*. Obtenido de

<https://www.car.gov.co/vercontenido/86#>

Carbones Guachetá. (s.f.). Obtenido de <http://www.carbonesguachetaimg.com/gallery/horno-para-coquizar/>

Carro Flores, B. (2016). *Efecto del drenaje ácido de minas sobre el agua y el sedimento del estuario de los ríos Tinto y Odie*. Recuperado de

<http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/12609>

CÁRDENAS, J. (2013). *THE MINING INDUSTRY IN MEXICO*:. Obtenido de

[https://pdf.sciencedirectassets.com/312395/1-s2.0-S1405919313X71033/1-s2.0-S1405919313712757/main.pdf?X-Amz-Security-](https://pdf.sciencedirectassets.com/312395/1-s2.0-S1405919313X71033/1-s2.0-S1405919313712757/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIB9S1bYiFdql7I3NSve2xG1bXRAVcYzgQhr1jgkdn6iAiEAr8u2qx%2FTDM)

[Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCX](https://pdf.sciencedirectassets.com/312395/1-s2.0-S1405919313X71033/1-s2.0-S1405919313712757/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIB9S1bYiFdql7I3NSve2xG1bXRAVcYzgQhr1jgkdn6iAiEAr8u2qx%2FTDM)

[VzLWVhc3QtMSJHMEUCIB9S1bYiFdql7I3NSve2xG1bXRAVcYzgQhr1jgkdn6iAiE](https://pdf.sciencedirectassets.com/312395/1-s2.0-S1405919313X71033/1-s2.0-S1405919313712757/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIB9S1bYiFdql7I3NSve2xG1bXRAVcYzgQhr1jgkdn6iAiEAr8u2qx%2FTDM)

[Ar8u2qx%2FTDM](https://pdf.sciencedirectassets.com/312395/1-s2.0-S1405919313X71033/1-s2.0-S1405919313712757/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIB9S1bYiFdql7I3NSve2xG1bXRAVcYzgQhr1jgkdn6iAiEAr8u2qx%2FTDM)

Cardona Trujillo, H., & Carmona García, Uriel Fabián. (2017, Junio). Análisis del ciclo de vida de la explotación de carbón en la cuenca del Sinifaná, Antioquia. Recuperado de

<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n1/1909-0455-pml-12-01-00033.pdf>

Cleal, C. J. (18 de Abril de 2017). *The Carboniferous coal swamp floras of England: a window on an*. Obtenido de [https://pdf.sciencedirectassets.com/277817/1-s2.0-](https://pdf.sciencedirectassets.com/277817/1-s2.0-S0016787818X00042/)

[S0016787818X00042/](https://pdf.sciencedirectassets.com/277817/1-s2.0-S0016787818X00042/)

CARLOS MONTAÑO , & VARGAZ , L. (2018). *GESTION DE RIESGOS Y DESASTRES (6)*.

Gestión de Riesgos, Guachetá: MUNICIPIO DE GUACHETA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

Cifuentes, J. (2020). *Alcaldía Municipal de Guachetá. Recuperado de .*

<http://www.guacheta-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

CMGRD. (Septiembre de 2014). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo*. Guachetá.

DIANA, F. (junio de 2017). *Prevención de drenajes ácidos de mina utilizando compost de*

champiñón como enmienda orgánica. Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. XIX No. 1 Enero—

*Junio 2017, 92 – 100. Obtenido de [*3475-biote-19-01-00092.pdf*](http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v19n1/0123-</i></p></div><div data-bbox=)*

EDWARD RODRIGUEZ, Y. J. (2019). *ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LAS*

EMPRESAS. Obtenido de

[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23470/1/ANALISIS%20DEL%20DESEMPE%](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23470/1/ANALISIS%20DEL%20DESEMPE%C3%91O%20AMBIENTAL%20DE%20LAS%20EMPRESAS%20CARBONIFERAS%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20GUACHETA%20CUNDINAMARCA.pdf)

[ESEMPE%20C3%91O%20AMBIENTAL%20DE%20LAS%20EMPRESAS%20CARBO](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23470/1/ANALISIS%20DEL%20DESEMPE%C3%91O%20AMBIENTAL%20DE%20LAS%20EMPRESAS%20CARBONIFERAS%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20GUACHETA%20CUNDINAMARCA.pdf)

[NIFERAS%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20GUACHETA%20CUNDINAMARC](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23470/1/ANALISIS%20DEL%20DESEMPE%C3%91O%20AMBIENTAL%20DE%20LAS%20EMPRESAS%20CARBONIFERAS%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20GUACHETA%20CUNDINAMARCA.pdf)

[A.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23470/1/ANALISIS%20DEL%20DESEMPE%C3%91O%20AMBIENTAL%20DE%20LAS%20EMPRESAS%20CARBONIFERAS%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20GUACHETA%20CUNDINAMARCA.pdf)

ESCOBAR, D. L. (2016). *REVISIÓN DEL HISTÓRICO DEL USO DEL SUELO Y POSIBLES*

IMPACTOS. Obtenido de

<https://pdfs.semanticscholar.org/9b26/cc4332f142a6210336024fb311eb9d7f410c.pdf>

Espinoza, G. (2007). *Gestión y Fundamentos de Impacto Ambiental. Banco*. Obtenido de

http://www.ced.cl/ced/GAM/docs/Material_Bibliografico/Gestion_y_Fundamentos_

Flores, R. E. (8 de Mayo de 2013). *Análisis geoespacial de la interacción entre el uso del suelo y de agua en el área peri-urbana de Cuauhtémoc, Chihuahua. Un estudio socio ambiental en el norte de México*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0188461114728092?token=4AC088F1497DB213A5F07A426BCDCEE17BF0ED1A7F87A9A82D4B667446D8461DE9019003E4FCD7CAC7E29A7CE4913814>

Galina Williams. (2019). *Economic and social indicators between coal mining LGAs and non-coal*. Obtenido de [https://pdf.sciencedirectassets.com/271807/1-s2.0-S0301420720X00031/1-s2.0-S0301420719304696/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMr%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQcPXAKAG6W7Inct7VbzV4UDp5yljB%2Badv66cTwh4IFb9gIgAzFUjwIYF](https://pdf.sciencedirectassets.com/271807/1-s2.0-S0301420720X00031/1-s2.0-S0301420719304696/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMr%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQcPXAKAG6W7Inct7VbzV4UDp5yljB%2Badv66cTwh4IFb9gIgAzFUjwIYF)

Geoinnova, A. (2018). *Minería a cielo abierto y sus impactos en el medio ambiente*. Obtenido de <https://geoinnova.org/blog-territorio/mineria-cielo-abierto-impactos/>

Guachetá. (01 de 2020). *Alcaldía Municipal* . Obtenido de <http://www.guacheta-cundinamarca.gov.co/idea/me-parecio-util-informacion-ya-que-antes-no-se-encontraba>

Guacheta, M. d. (2017). *Economía del municipio* .

Hashem S., R. S. (2011). *Optimization of energy consumption for soybean production using Data Envelopment*.

Invierno, M. (2018). Obtenido de <https://www.minainvierno.cl/formacion-del-carbon/>

Jacek Korski, K. T.–O. (7 de Febrero de 2016). *Reasons of problems of the polish hard coal mining in connection with*. Obtenido de [https://pdf.sciencedirectassets.com/271807/1-s2.0-S0301420716X00025/1-s2.0-S0301420716300101/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMn%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDrEm2vdQIudR%2Bm56lUexR6p1yNleHc8%2BDlo6dP8plNggIhAJ5ifB39](https://pdf.sciencedirectassets.com/271807/1-s2.0-S0301420716X00025/1-s2.0-S0301420716300101/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMn%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDrEm2vdQIudR%2Bm56lUexR6p1yNleHc8%2BDlo6dP8plNggIhAJ5ifB39)

Ledesma, P. M. (Septiembre de 2007). *El sector energético colombiano y las energías renovables*. Obtenido de https://ezproxy.uan.edu.co:2203/ps/retrieve.do?tabID=T002&resultListType=RESULT_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm¤tPosition=1&docId=GALE%7CA334277727&docType=Article&sort=Relevance&contentSegment=ZSSF&prodId=IFME&contentSet

Lopez, D. L., & Johnson, K. (2019, 1 diciembre). *Recuperación de un Drenaje Ácido de Mina afectadas por corriente tratada por escoria de acero Leach Camas*. Recuperado de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85075170622&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Drenaje+%c3%81cido+de+Minas+&st2=&sid=cf77e033bbe125926e9c0e558fc5a7bf&sot=b&sdt=b&sl=38&s=TITLE-ABS-KEY%28Drenaje+%c3%81cido+de+Minas+%29&relpos=3&citeCnt=0&searchTerm=>

Lorena Valero. (2018). CENSO MINERO (2). Guachetá, Colombia: Alcaldía Municipal .

Morantes, J. L. (Junio de 2018). *Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones*. Obtenido de https://ezproxy.uan.edu.co:2203/ps/retrieve.do?tabID=T002&resultListType=RESULT_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm¤tPosition=1&docId=GALE%7CA550301213&docType=Article&sort=Relevance&contentSegment=ZSPS&prodId=IFME&contentSet

Municipal, A. (2000). *Esquema de ordenamiento territorial*.

Niu, W. Q. (15 de Abril de 2019). *Effects of coal mining on the evolution of groundwater*. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2077/content/pdf/10.1007%2Fs10040-019-01969-2.pdf>

R. Álvarez, M. D. (2016). *La tecnología de producción de coque de horno alto ante el nuevo*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/994-1011-1-PB.pdf>

Roberto Rodríguez, L. O. (Julio de 2009). *Los grandes desastres medioambientales producidos por la actividad minero-metalúrgica a nivel mundial: causas y consecuencias ecológicas y sociales*. Obtenido de https://ezproxy.uan.edu.co:2203/ps/retrieve.do?tabID=T002&resultListType=RESULT_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm¤tPosition=3&docId=GALE%7CA299062307&docType=Article&sort=Relevance&contentSegment=ZSSF&prodId=IFME&contentSet

Rodrigo Antonio Vega, O. B. (15 de Octubre de 2017). *Estudios de Historia Moderna*. Obtenido de The studies on coal in the mineral-mineralogical: <https://pdf.sciencedirectassets.com/312392/1-s2.0-S0185262017X00030/1-s2.0->

S0185262017300257/main.pdf?X-Amz-Security-

Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCX

VzLWVhc3QtMSJHMEUCIB9S1blYiFdql7I3NSve2xG1bXRAVcYzgQhr1jgkdn6iAiE

Ar8u2qx%2FTDM

Rodríguez, I. B. (2015). MANUAL DE CARBONES Y COQUIZACIÓN. Obtenido de Manual de carbones y coquización: 182315058Manualdecarbones.pdf

Umpe. (2002). *GUÍA AMBIENTAL MINERÍA SUBTERRÁNEA DEL CARBÓN*. Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/min_sub/contenid/anexo.htm

UMPE. (s.f.). *Unidad de planeación de minas y energía*. Obtenido de https://www.upme.gov.co/Docs/Cadena_carbon.pdf

Vargas, O. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque alto andino*. Bogotá: Grupo de Restauración Ecológica de Departamento de biología.

Villa, L. (2018). El carbón de Guachetá, uno con los de mejor calidad en el mundo. 2.

Villegas, P. H. (Enero-Febrero de 2016). *Latinoamérica ante las transformaciones*. Obtenido de

<https://pdf.sciencedirectassets.com/312386/1-s2.0-S0185084916X00023/1-s2.0->

S0185084916000050/main.pdf?X-Amz-Security-

Token=IQoJb3JpZ2luX2VjELD%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCX

VzLWVhc3QtMSJHMEUCIF19%2Fw3CNb4yzYm1yVSVYfYQ1g3xHyLZDpm6Ugxr

BcjmAiEAorZ7vzQ31s

Xiaoli Tai, W. X. (12 de Febrero de 2020). *A quantitative assessment of vulnerability using social-economic natural compound ecosystem framework in coal mining cities*. Obtenido de [https://pdf.sciencedirectassets.com/271750/1-s2.0-S0959652620X00096/1-s2.0-S0959652620310167/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMr%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIEWdZtcPo9g2YjCnWBInkzoNITjmUXXSPQhkUYuYFR51AiEAy%2BamDmVtAQ](https://pdf.sciencedirectassets.com/271750/1-s2.0-S0959652620X00096/1-s2.0-S0959652620310167/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMr%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIEWdZtcPo9g2YjCnWBInkzoNITjmUXXSPQhkUYuYFR51AiEAy%2BamDmVtAQ)

Xiuli Liu, P. G. (18 de Agosto de 2019). *Applying emergy and decoupling analysis to assess the sustainability*. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/271750/1-s2.0-S0959652619X0030X/1-s2.0-S095965261933447X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEMr%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIEWdZtcPo9g2YjCnWBInkzoNITjmUXXSPQhkUYuYFR51AiEAy%2BamDmVtAQ>