



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



ANÁLISIS TOXICOLÓGICO DE LAS EMISIONES DE PLOMO EN EL SECTOR MINERO Y METALURGICO EN COLOMBIA

LUIS EDUARDO QUIROGA CACERES

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIRÍA AMBIENTAL
PAMPLONA
2021-1



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



ANÁLISIS TOXICOLÓGICO DE LA EMISIONES DE PLOMO EN EL SECTOR MINERO Y METALURGICO EN COLOMBIA

MONOGRAFÍA

LUIS EDUARDO QUIROGA CACERES

JORGE LUIS ORTIZ
Director

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIRÍA AMBIENTAL
PAMPLONA
2021-1



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecerle a Dios por darme sabiduría y entendimiento hasta este punto de mi vida, a mis padres Reinaldo Quiroga Fontecha, Jorge Luis Camacho y Mercedes Caceres por su acompañamiento, honradez y sencillez que me han brindado. Agradezco a mi familia el apoyo durante este tiempo. Al Ingeniero Jorge Luis Carrillo por su tiempo y orientación para desarrollar mi trabajo final.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Contenido

1. Prólogo.....	8
1.1. Planteamiento del problema	8
1.2. Objetivos específicos.....	9
1.3. Descripción del proyecto.....	10
2. Introducción.....	11
3. Contexto general.....	13
3.1. El plomo	13
3.1.1. Obtención.....	13
3.1.2. Propiedades.....	16
3.2. La minería en Colombia	17
3.3. Principales zonas mineras y metalúrgicas en Colombia.....	18
3.3.1. Oro y plata.	18
3.3.2. Cobre.....	21
3.3.3. Carbón.....	23
3.4. Importancia a socioeconómica de la actividad minera en Colombia	26
4. Clasificación de los impactos generados por la actividad minera y metalúrgica	30
4.1. Impacto en Las fuentes hídricas.	31
4.2. Impacto en el suelo.....	34
4.3. Impacto en el ecosistema.....	37
4.4. Impacto sobre la calidad del aire	40
4.5. Impacto en la salud.....	42
4.5.1. Minería de Oro.....	42
4.5.2. Minería de carbón	45
5. Políticas ambientales en el sector minero en Colombia	47
6. Análisis toxicológico	49
6.1. Efectos del plomo en el agua.....	50



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



6.2. Efectos del plomo el suelo.....	52
6.3. Efectos en la salud humana.	54
7. Conclusiones.....	57
8. Bibliografía	58

Lista de Tablas

Tabla 1. Producción del año 2014 de oro y plata en Colombia por departamentos. Fuente. ANM, 2015. Producción Nacional de Minerales 2014.....	19
Tabla 2. Producción del año 2014 de cobre en Colombia por departamentos. Fuente. INGEOMINAS, 1987. Recursos Minerales de Colombia,	21
Tabla 3. Producción del año 2014 de carbón en Colombia por departamentos. Fuente. Servicio Geológico Colombiano, 2013. Mapa potencial Carbonífero de Colombia 2012 – Memoria Explicativa	24
Tabla 4. Normativa ambiental asociada a la minería en Colombia	47



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Lista de imágenes

Imagen 1. Esquema de producción primaria y secundaria de plomo Fuente: Sistema Español de Inventario de Emisiones (SEI)	15
Imagen 2. Propiedades del plomo Fuente: https://www.quimicas.net/2015/07/el-plomo.html	17
Imagen 3. Principales zonas de explotación del oro y plata Fuente: Servicio Geológico Colombiano	20
Imagen 4. Principales zonas de explotación de cobre Fuente: Servicio Geológico Colombiano ...	22
Imagen 5. Principales zonas de carbón Fuente: Servicio Geológico Colombiano	25
Imagen 6. Drenaje ácido de mina: SOSBlueWaters.org.....	32
Imagen 7. La minería y su impacto en el suelo Fuente: GEO INNOVA.....	36
Imagen 8. La minería y su impacto hacia el ecosistema Fuente: ELPAIS.	39
Imagen 9. Minería y medio ambiente Fuente: GEO INNOVA	41
Imagen 10. Efectos sobre la salud humana que han sido atribuidos a la minería artesanal del oro. Fuente: (Olivero, 2017)	43
Imagen 11. Manifestaciones clínicas de enfermedades producidas por el polvillo de carbón, Fuente: concienciaciudadana.org	46
Imagen 12. Representación esquemática de los principales efectos tóxicos del plomo. Fuente: digital.csic.es	56



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Lista de graficas

Gráfica 1. Valor de la producción del sector minero sin hidrocarburos y participación en el PIB. Fuente DANE.....	28
Gráfica 2. Empleo del sector minas. Fuente: DANE	29
Gráfica 3. Inversión extranjera directa. Fuente: DANE	30



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



1. Prólogo

1.1. Planteamiento del problema

Los efectos a la salud y el ambiente por las emisiones de plomo cada vez han sido más recurrentes en Colombia. “El plomo es el elemento de la tabla periódica con número atómico 82. Tiene una abundancia de 1,3 ppm en la corteza terrestre, y se encuentra en la naturaleza en una proporción pequeña y en diferentes ámbitos. El plomo (Pb) es un elemento que se conoce desde la antigua Grecia y ha sido utilizado en todas las civilizaciones por tener unas propiedades físicas y químicas características. Aunque cuando se habla del Pb es una espada de doble filo, por un lado, es un metal muy utilizado, pero por otro lado es extremadamente peligroso para la salud, es neurotóxico y esto lo convierte en un contaminante peligroso.”

“Existen diferentes fuentes de contaminación por Pb y estas se encuentran en diferentes ámbitos, básicamente en las industrias y el consumo, pero es importante recordar que el Pb es un elemento que existe en la naturaleza, por tanto, está en pequeñas cantidades y de forma muy dispersa. El problema está en la interacción de éste con el ser humano, ya que el hombre utiliza el Pb en situaciones y lugares que no tendría que estar, o bien las cantidades tendrían que ser ínfimas. La contaminación es debida tanto al plomo elemental como a sus compuestos, estos quedan en suspensión y pueden ser transportados. Esta contaminación afecta a la atmósfera, al suelo y al agua”. (Valles et. al 2018).



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



En muchas partes de Colombia la minería y la industria metalúrgica presentan un aumento considerable por la necesidad de su explotación y las riquezas de minerales que se presentan. Sin embargo, la contaminación por la emisión o vertimientos de contaminantes químicos traen efectos contundentes sobre la población y el ambiente. ¿Qué efectos a la salud y al medio ambiente pueden traer las emisiones de plomo provenientes de la actividad minera y metalúrgica en Colombia?

1.2. Objetivos específicos

Para realizar un análisis toxicológico de las emisiones de plomo en el sector metalúrgico y minero en Colombia se plantan los siguientes propósitos: En primer lugar, recopilar toda la información necesaria y pertinente sobre los efectos tienen las emisiones de plomo en el ambiente e incluso compararla con otros contaminantes, que específicamente tengan relación en el sector minero y metalúrgico. Seguidamente, se identificarán cuáles son las principales fuentes de emisión d plomo en Colombia, y finalmente se plantean posibles soluciones para la mitigación del impacto toxicológico que traen las emisiones de plomo.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



1.3. Descripción del proyecto

Este documento se realizará un análisis de los efectos toxicológicos que generan las emisiones de plomo proveniente del sector minero y metalúrgico en Colombia, donde se efectuarán una recopilación de información secundaria en libros, documentos, tesis, revistas, entre otras. Se estudiará y comparará los efectos de estas emisiones con otros contaminantes en Colombia y a nivel internacional.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



2. Introducción

“La actividad minera, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las que representan claros impactos sobre el medio en que se desarrollan. Estas cuestiones, que hace algunos años no se percibían como un factor de riesgo para el futuro de la humanidad, hoy se contemplan con gran preocupación. Así, en el momento actual existen normativas muy estrictas sobre el impacto que puede producir una explotación minera, que incluyen una reglamentación de la composición de los vertidos líquidos, de las emisiones de polvo, de ruidos, de restitución del paisaje, etc., que ciertamente a menudo resultan muy problemáticos de cumplir por el alto costo económico que representan, pero que indudablemente han de ser asumidos para llevar a cabo la explotación”. (Oyarzun 2011).

“Las emisiones de plomo más importantes se dan en la minería, en la industria metalúrgica Y en los procesos de transformación de este metal para su uso industrial. Esta industria fue muy importante en la segunda mitad del siglo XX” (Valles et. Al 2018). Esta monografía propone realizar un minucioso análisis de los efectos toxicológicos y la salud pública que genera este compuesto en el ambiente.

“En Colombia, la Constitución Política, en sus artículos 79 y 80, consagra el derecho a disfrutar de un medio ambiente sano y asigna al Estado, la competencia para planificar,



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



manejar y aprovechar los recursos naturales como instrumentos para garantizar su desarrollo sostenible; su conservación, restauración y sustitución, así como la ejecución de acciones relacionadas con la prevención y el control de los factores de deterioro ambiental; la imposición de sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados, en un marco legal que garantiza la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarla.” (Corte Constitucional, Sentencia T-608 de 2011).

En muchos de los casos las afectaciones al ecosistema y a la salud pública por causa de contaminantes químicos como el plomo suelen ser irreversibles. Lo cual hace responsable tanto a las entidades que provocan dicho efecto como al estado por no tener una vigilancia constante en las fuentes de emisión de dichos contaminantes químicos. En todo caso por lo planteado anteriormente conviene analizar cuáles son los efectos radicales que se presentarían a la salud y al medio ambiente la emisión y contacto directo con el plomo.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



3. Contexto general

3.1. El plomo

“Plomo, de símbolo Pb, deriva de la palabra plumbum. Número atómico 82 y peso atómico 207.19. Se encuentra en el grupo 14 del sistema periódico. Es un metal pesado, denso (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 g/ml 16°C (61°F) de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible inelástico, se funde con facilidad a 327.4 °C (621.3 °F) y hierve a 1725 °C (3164 °F), las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico, pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico” (Emsley, 2001; Wright, 2003).

3.1.1. Obtención.

La producción primaria de plomo consta de 4 etapas: sinterización, fusión, despumación y afinado pirometalúrgico. (SEI, 2004)

- **Sinterización y fusión:** se introduce un concentrado de plomo, en forma de sulfuro de plomo en una máquina de sinterización, y pueden añadirse otras materias primas como hierro, sílice, fundente calizo, coque, sosa, ceniza y pirita entre otros. En la máquina, los chorros de aire caliente queman el azufre generando dióxido de azufre. Este material puede contener un 9% de su peso en carbono. Para su reducción en un horno de cuba se junta a otros materiales fundentes y reductores como coque y



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



caliza, con el objeto de fundir el material de plomo y eliminar el contenido de carbono, que actúa como combustible. El plomo fundido se distribuye en el fondo del horno formando cuatro capas que -2- se drenan y tienen diversos usos posteriores. El plomo bruto permanece en el fondo y sufre un tratamiento preliminar antes de llegar al afinado.

- **Despumación:** Durante esta fase, el lingote se mueve en una caldera especial y se enfría justo por encima de su punto de congelación (370 °C-425 °C). En este momento aparece una espuma compuesta de óxido de plomo junto a otros elementos como cobre y antimonio, que flota por encima del plomo fundido y se solidifica. Esta espuma se retira para poder separar y recuperar los metales que no sean plomo.
- **Afinado pirometalúrgico:** mediante métodos pirometalúrgicos en una caldera de hierro colado, obteniéndose finalmente, un plomo afinado con una pureza entre el 99,90 y el 99,99%. Posteriormente pueden formarse aleaciones mezclándose con otros metales o bien formando lingotes de plomo.



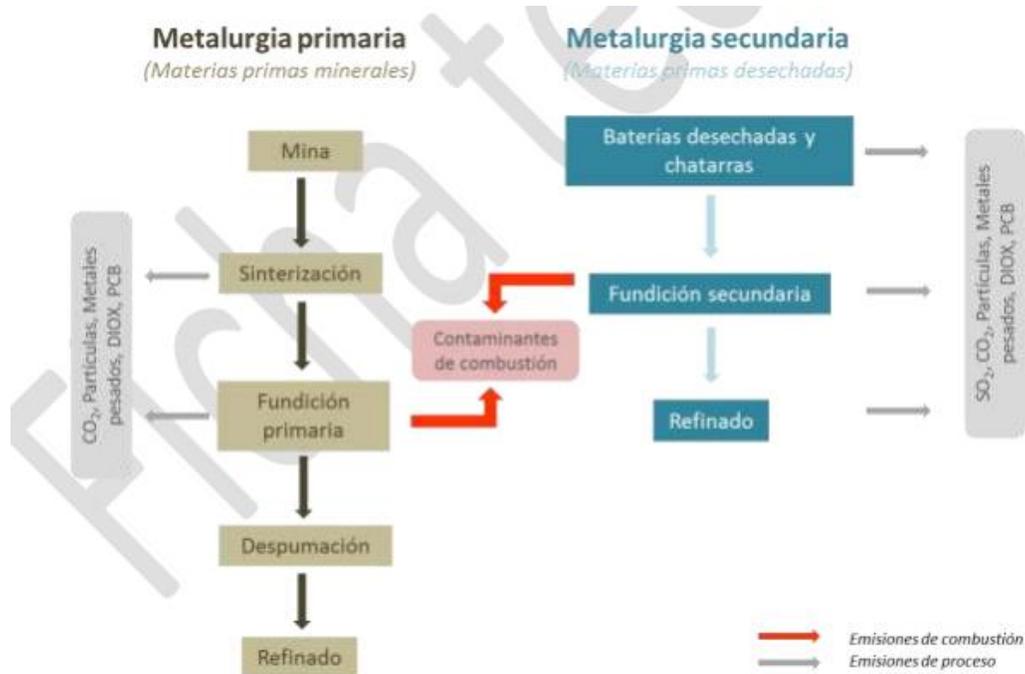
SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Imagen 1. Esquema de producción primaria y secundaria de plomo Fuente: Sistema Español de Inventario de Emisiones (SEI)



Nota: Tomado de la Ficha Técnica de la producción de plomo de 2004

La producción secundaria de plomo consiste en la recogida de baterías desechadas, principalmente, y otras chatarras que puedan contener plomo, así como aleaciones. Posteriormente se realiza una fundición en un horno de reverbero o rotario, en función del mayor o menor contenido de plomo, finalizando el proceso con una fase de refinado. (SEI, 2004).



3.1.2. Propiedades.

“El plomo es un metal de color gris azulado, brillante en las superficies recientes, muy blando tan blando que se raya con la uña, muy maleable y es el menos tenaz de todos metales, posee gran densidad y punto de fusión bajo, cristaliza en octaedros, y deja en el papel una mancha gris” (Ubillus, 2003), Sus principales parámetros físicos son:

- **Densidad.** La densidad del plomo es de 11,85 conforme se aprecia en el esquema correspondiente. Es uno de los factores que lo convierte en un metal denso, tóxico y acumulativo. De los metales de uso cotidiano, el plomo es uno de los metales con mayor densidad exceptuando a los metales preciosos.
- **Otras propiedades.**

Número atómico 82; Símbolo Pb; Peso atómico 207,2; Solubilidad, Poco soluble en agua; Sistema cristalino, regular; Estado físico, sólido grisáceo; Punto de fusión, 326,9 °C; Estados de oxidación +2 y +4 Punto de ebullición : 1613 °C;

Imagen 2. Propiedades del plomo Fuente: <https://www.quimicas.net/2015/07/el-plomo.html>

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	H																He	
2	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Numero atómico	82	Massa atómica	207.20
Metalo	Pb		
	PLOMO		

Nota: Tomado de la página web: <https://www.quimicas.net/2015/07/el-plomo.html>

3.2. La minería en Colombia

“La minería, los minerales y los metales son importantes para el desarrollo económico y social de muchos países y los minerales siguen siendo esenciales para la vida moderna. Durante muchos años, se ha destacado la relevancia del sector minero en los diferentes países, desde el punto de vista económico; sin embargo, en las circunstancias actuales, los aspectos socioambientales, toman tanta fuerza que, de no abordarlos adecuadamente, se acumulan conflictos en el desarrollo del sector minero y en la economía de los países de América Latina y el Caribe –ALC-. Por esta razón, resulta importante hacer una revisión sobre la incidencia de la minería en la región; la forma en que los países han estado abordando los aspectos socioambientales asociados con la minería, desde sus planes de desarrollo nacional y los conflictos socioambientales, relacionados con las actividades



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



mineras y sus efectos económicos, medidos en términos monetarios”. (United Nations, 2002).

“En Colombia, aunque la minería se encuentra estrechamente ligada a la historia misma de la nación, solo a principios del siglo XX se convirtió en un sector determinante para el país, al ser la tercera industria básica o primaria en Colombia. Según el glosario técnico minero del Ministerio de Minas y Energía de Colombia La minería se encuentra definida como. Ciencia, técnicas y actividades que tienen que ver con el descubrimiento y la explotación de yacimientos minerales. Estrictamente hablando, el término se relaciona con los trabajos subterráneos encaminados al arranque y al tratamiento de una mina o la roca asociada” (Botero, 2014). “Colombia es el país con mayores reservas de carbón en América Latina, cuenta con recursos potenciales de 16.992 Millones de toneladas (Mt), lo cual ha convertido al país en el sexto exportador de carbón del mundo, con una participación de 6,3%, equivalente a 50 Mt anuales de carbón; lo que le ha permitido ser uno de los mayores motores de impulso regional para ciertos departamentos del país, ya que son una fuente principal de ingresos por concepto de extracción, regalías y tributación”. (UPME, 2006).

3.3. Principales zonas mineras y metalúrgicas en Colombia

3.3.1. Oro y plata. “Colombia es el país con la historia más larga de producción y explotación de oro en América del Sur. Se remonta a tiempos prehispánicos, cuando este metal se convirtió en el foco de interés para los conquistadores españoles del siglo XVI.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

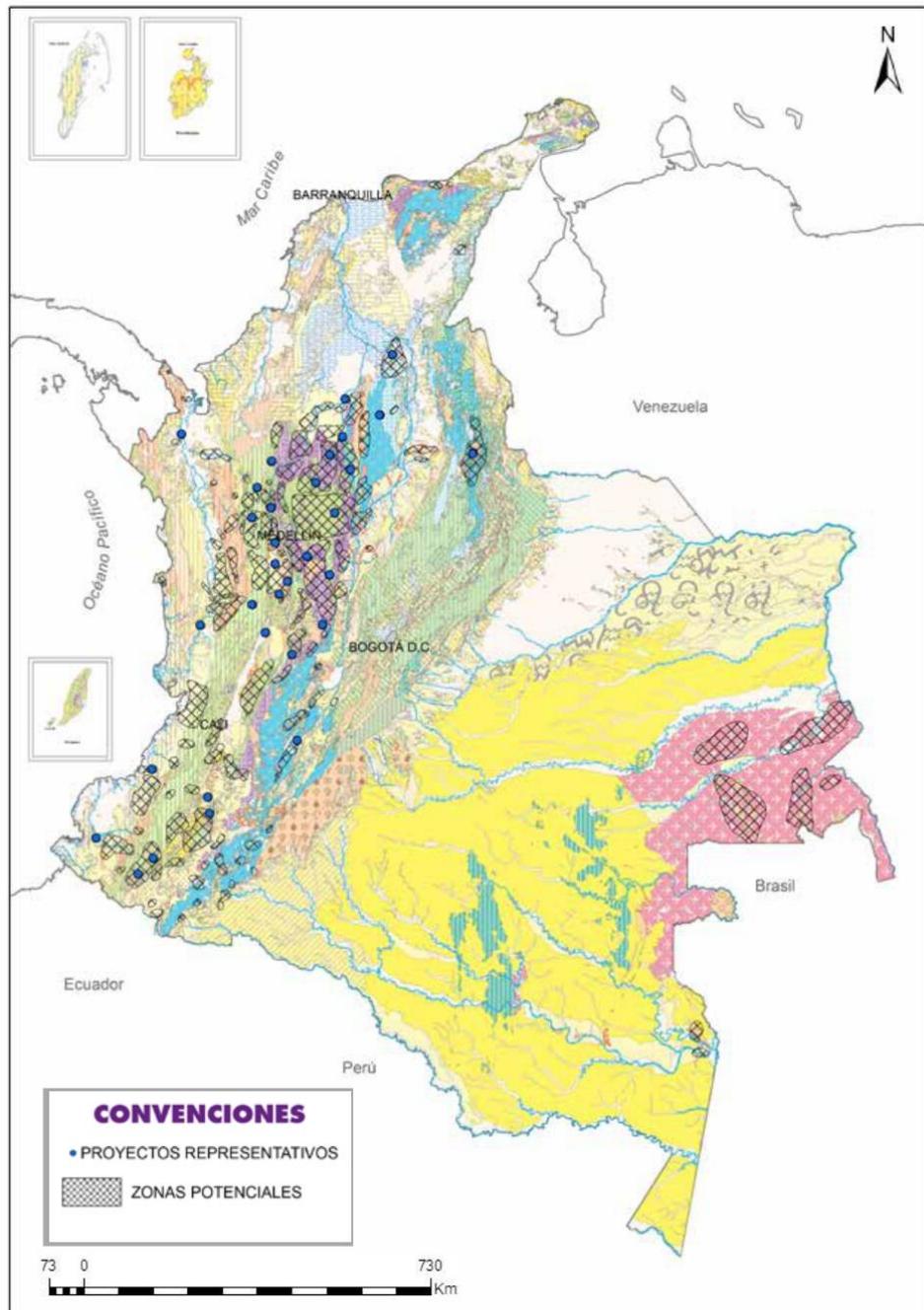


Los reportes oficiales de producción de oro datan de 1931, mostrado desde los años 80 aumentos significativos en el nivel de producción, pasando de 25,7 Ton en 1985 a 57,15 Ton en 2014, con un pico en 2012 de 66,178 Ton”.

Tabla 1. Producción del año 2014 de oro y plana en Colombia por departamentos. Fuente. ANM, 2015. Producción Nacional de Minerales 2014

Departamento	PRODUCCIÓN Au Onza Troy	PRODUCCIÓN Ag Onza Troy
Antioquia	903.150,47	267.260,13
Choco	363.871,91	12.710,09
Nariño	166.785,84	120,06
Cauca	138.711,94	2.671,56
Bolívar	88.289,31	16.062,88
Caldas	67.172,83	66.848,93
Guainía	35.974,87	20,6
Valle del cauca	23.099,52	52,79
Córdoba	15.974,56	367,63
Santander	8.725,91	789,65
Risaralda	8.216,18	150,37
Tolima	7.968,54	2.374,37
Huila	3.452,85	254,02
Quindío	1.001,48	
Putumayo	670,78	
Total	1.833.066,98	369.683,08
	57,015 Ton	11,5 Ton

Imagen 3. Principales zonas de explotación del oro y plata Fuente: Servicio Geológico Colombiano





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



3.3.2. Cobre. “Con una producción de concentrados de cobre para el año 2014 de 19.000 Ton, Colombia se encuentra lejos de los grandes productores de cobre de la región como Chile y Perú. Aunque esta cifra puede tomarse como desalentadora para el mercado de inversión de este mineral en Colombia, no lo es el altísimo potencial que tiene el país en este recurso. En Colombia se han definido tres cinturones de pórfidos cupríferos a saber: Occidental (de edad Eoceno), donde se encuentran los pórfidos de Pantanos-Pegadorcito, Andagueda, Murindó, Acandí y Piedrancha; Oriental (edad Jurásica), donde se encuentran los pórfidos de Andes y El Infierno – Chili, California, Dolores y Mocoa; Central (de edad Mioceno), donde se encuentran los pórfidos de El Tambo, Dominical, Piedrasentada y El Pisco. De estos prospectos, el que cuenta con mayor información es el pórfido cuprífero de Mocoa”. (INGEOMINAS, 1987)

Tabla 2. Producción del año 2014 de cobre en Colombia por departamentos. Fuente. INGEOMINAS, 1987. Recursos Minerales de Colombia,

Departamento	PRODUCCIÓN Ton
Boyacá	21.541
Huila	6.802
Norte de Santander	2.000
Cauca	53
Total	30.396



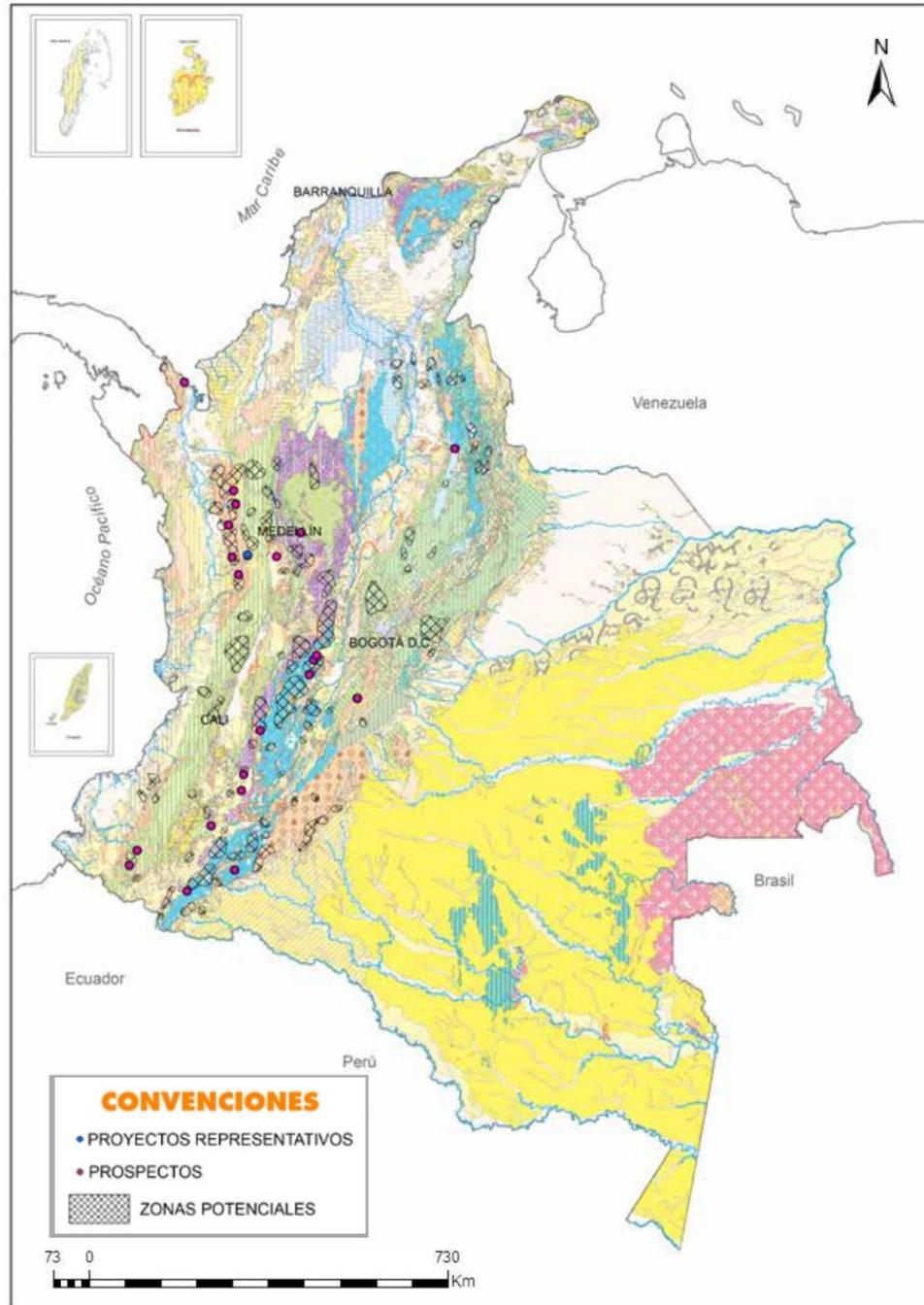
SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Imagen 4. Principales zonas de explotación de cobre Fuente: Servicio Geológico Colombiano





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



3.3.3. Carbón. “Con una producción para 2014 de 88,5 Mton, y un aporte del 69.5% al PIB Minero, el carbón se constituye como el producto minero que genera un mayor aporte al PIB de Colombia. Las reservas medidas de carbón fueron del orden de 5.000 Mton; y los recursos potenciales fueron estimados en 15.500 Mton, de los cuales el 87,5% corresponden a carbón térmico y el 12,5% a carbón metalúrgico. El 90% de la producción de carbón del país es extraído en las zonas mineras del Cesar y La Guajira por empresas multinacionales, quienes desarrollan actividades de extracción a cielo abierto sobre las formaciones Cerrejón y Los Cuervos, ambas de edad Paleoceno-Eoceno. Estos carbones son de uso térmico y en su mayor parte son exportados por los puertos de Santa Marta y Puerto Bolívar. El 10% restante de la producción es generado por pequeños y medianos mineros de los departamentos de Córdoba, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Antioquia, Valle y Cauca”. (SGC, 2013).

Estos carbones son de uso térmico, sin embargo en las zonas mineras de Santander, Norte de Santander, Boyacá y Cundinamarca se encuentran también carbones para uso siderúrgico de alta calidad, que abastecen el mercado interno y externo. La extracción minera en estas regiones es subterránea, explotando mantos de carbón correspondientes a las formaciones: Guaduas (en Cundinamarca - Boyacá, de edad Maastrichtiano - Paleoceno); Amagá (en Antioquia, de edad Oligoceno - Mioceno); Los Cuervos y Carbonera (en Norte de Santander, de edad Paleoceno - Eoceno); Ciénaga de Oro y Cerrito (en Córdoba, de edad Oligoceno - Mioceno) y Guachinte y Ferreira (en Valle del Cauca, de edad Eoceno - Oligoceno).



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Tabla 3. Producción del año 2014 de carbón en Colombia por departamentos. Fuente. Servicio Geológico Colombiano, 2013. Mapa potencial Carbonífero de Colombia 2012 – Memoria Explicativa

Departamento	PRODUCCIÓN Ton	TIPO DE CARBON
Cesar	47.306.242,61	Térmico
La Guajira	34.357.761,92	Térmico
Cundinamarca	2.387.677,50	Térmico + Metalúrgico
Norte de Santander	2.198.035,67	Térmico + Metalúrgico
Boyacá	1.772.054,15	Térmico + Metalúrgico
Antioquia	264.708,30	Térmico
Córdoba	136.772,74	Térmico
Santander	102.117,11	Térmico + Metalúrgico
Valle	25.336,09	Térmico
Cauca	24.311,97	Térmico
Casanare	2.961,97	Térmico
Total	88.577.980,04	



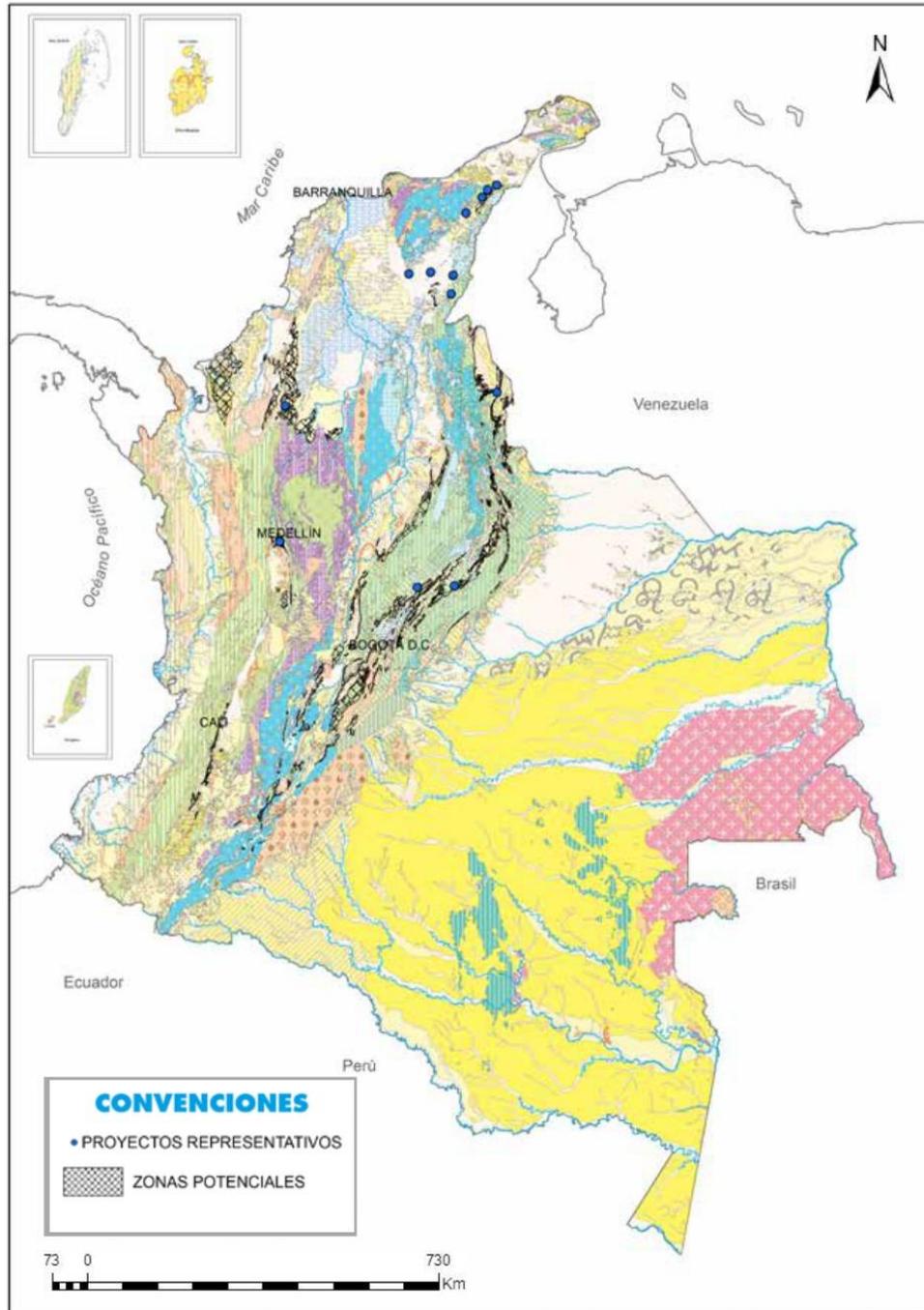
SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Imagen 5. Principales zonas de carbón Fuente: Servicio Geológico Colombiano





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



3.4. Importancia a socioeconómica de la actividad minera en Colombia

“Después de haber tenido un desempeño modesto en los años noventa, desde comienzos de esta década la minería colombiana registró un dinamismo importante. Este hecho se manifiesta en que el sector ha tenido tasas de crecimiento superiores a las presentadas por otros segmentos productivos como manufacturas, energía, servicios personales, agropecuario, silvicultura y pesca. En actualidades año 2006 la minería sin hidrocarburos aportó aproximadamente 2.8% del PIB en Colombia, lo que representa 70.8 miles de millones de pesos constantes de 2004. Ese dinamismo relativo coincide con el auge que han tenido la minería y los productos básicos en general en el mundo, y se refleja en otras variables económicas. Aunque la minería es una actividad intensiva en el uso de capital físico y tecnología, la generación de empleo por parte del sector registró un incremento de 120.000 puestos de trabajo en 2001 a 180.000 en 2004. Por otra parte, las exportaciones mineras ascendieron a 5.000 millones de dólares para el año 2006, lo que implica una contribución de 21% a las exportaciones totales. Entre tanto, la inversión extranjera directa en el sector se calculó en 2.157 millones de dólares para el año 2005, cuando presentó el valor más alto registrado en los últimos once años.” (UMPE 2006).

“A pesar del evidente dinamismo registrado por la minería colombiana desde comienzos de la década, a partir del año 2005 se observa un estancamiento relativo de las variables analizadas. Tan solo las exportaciones mineras presentan un leve incremento luego del máximo de 22% en participación alcanzado en 2003 y posterior caída a 19%, lo que sugiere que las políticas sectoriales no están teniendo el efecto deseado para dinamizar la minería



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



en el país. Sin embargo, detrás del menor dinamismo relativo de las demás variables hay una gran actividad de las empresas haciendo significativas inversiones que permitan aumentar los volúmenes de producción, así como desarrollos de infraestructura de gran importancia para el sector, y un gran interés de nuevas empresas inversionistas de talla mundial del sector minero en acometer nuevas actividades exploratorias.” (Cárdenas, 2008).

“Este notable incremento de la producción significó que la contribución del sector minero al PIB pasara de un nivel de menos de 2%, registrado durante varios años, a 2.8% en 2003. A pesar de ese aumento, es importante destacar que la participación del sector minero en el PIB colombiano es muy inferior a la que tiene en los países reseñados en el capítulo anterior, que son considerados internacionalmente como casos en que la minería ha tenido un papel importante en el crecimiento económico” (Cárdenas, 2008).



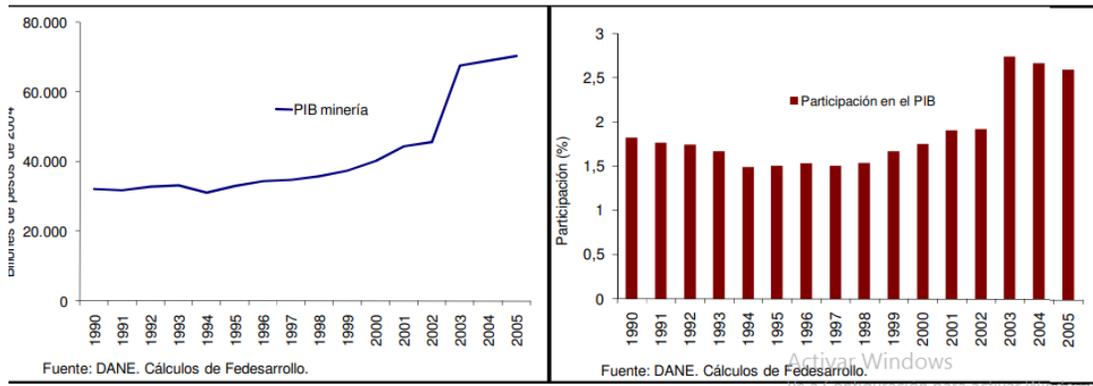
SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

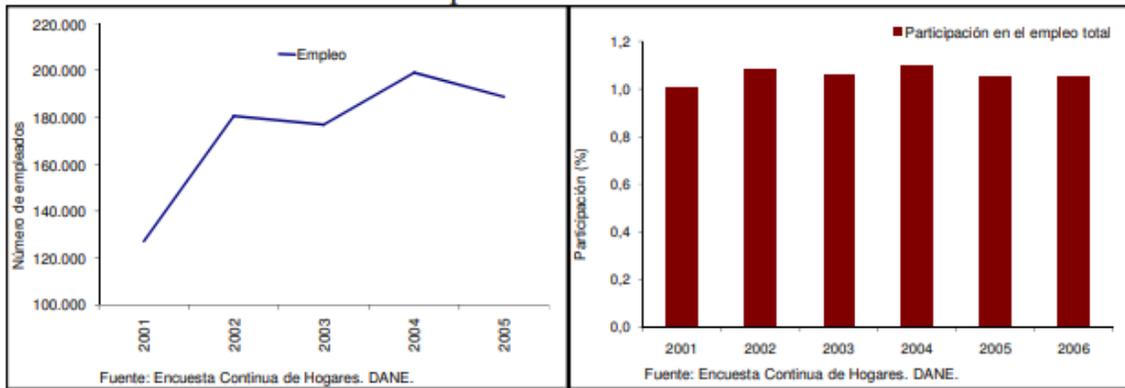
Gráfica 1. Valor de la producción del sector minero sin hidrocarburos y participación en el PIB.
Fuente DANE



Nota: Tomado de la minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal

“Así como sucede en el caso de la producción minera, ese incremento de 50% en el número de trabajos generados en tres años no ha sido suficiente para elevar la participación en el empleo total por encima de 1% que ha sido una constante en el pasado reciente. Es importante destacar que el sector genera además empleos indirectos (que no son contabilizados dentro de estas cifras) debido a los encadenamientos que presenta en la economía y que más adelante serán analizados. De esta manera, es evidente que tanto la producción como el empleo de la minería colombiana han tenido avances significativos recientemente, pero han sido insuficientes para aumentar la participación del sector en ambas dimensiones de la economía nacional” (Cárdenas 2008)

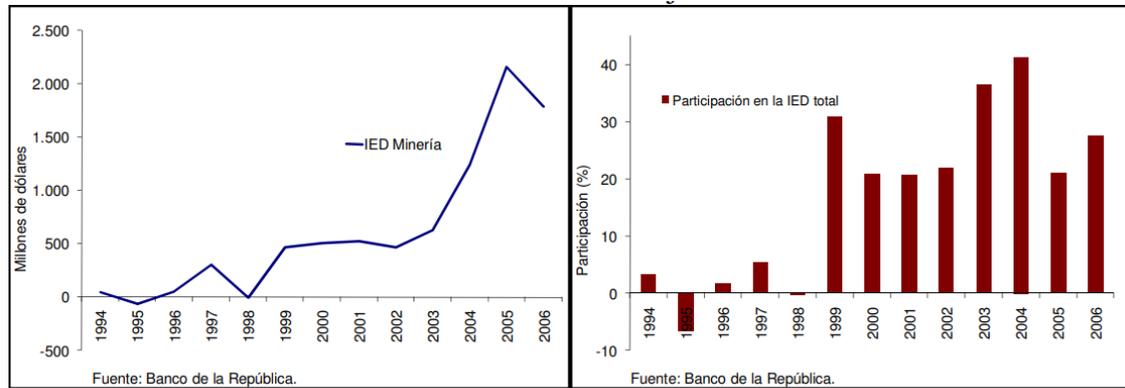
Gráfica 2. Empleo del sector minas. Fuente: DANE



Nota: Tomado de la minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal

“El sector minero representa un componente fundamental de las exportaciones colombianas. Las cifras más recientes señalan que 21.3% de las exportaciones totales se atribuyen a la minería. A diferencia de lo que sucede con el PIB y el empleo del sector, el crecimiento sostenido del valor de las exportaciones sí ha contribuido al incremento de su participación en las ventas totales del país, al pasar de 13% en 1999 a 21.3% en el año 2006. No obstante, hay que subrayar que las exportaciones mineras alcanzaron su máxima participación en las ventas externas en 2003.”(DANE CNM)

Gráfica 3. Inversión extranjera directa. Fuente: DANE



Nota: Tomado de la minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal

4. Clasificación de los impactos generados por la actividad minera y metalúrgica

A lo largo de los años se han producido diferentes catástrofes ambientales que han sido asociadas directamente con la actividad minera. La minería es una de las actividades con mayor incidencia ambiental con impactos nefastos sobre los ecosistemas, el agua, el aire y el suelo. Entre los principales impactos significativos encontramos; la destrucción de la corteza terrestre, la contaminación de las aguas, la afección a la flora y fauna del entorno próximo a la explotación minera y los efectos negativos en la salud humana de las poblaciones próximas a la mina. Estos efectos entre muchos que se pueden enumerar.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



4.1. Impacto en Las fuentes hídricas.

Según el (IDEAM, 2019) el concepto de calidad general se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades o una suma de aptitudes para distintos usos, según varios parámetros. De esta manera, una masa de agua tendría más o mejor calidad cuantos más usos permita. Teniendo en cuenta a los autores (López-Sánchez, LópezSánchez, & Medina, 2017) los impactos más representativos de la minería sobre la calidad del recurso hídrico se relacionan con la contaminación química, el aumento de sedimentos, la disminución de caudales y la alteración del curso.

“La transformación de las fuentes de agua en un proyecto minero puede darse por tres vías la primera de ellas es la generación de drenajes cuando los minerales sulfurados presentes en el suelo quedan expuestos al agua y oxígeno del ambiente. Estos drenajes pueden ser ácidos, neutros o fuertemente básicos. Incluso pueden ser radioactivos, corrosivos y/o tóxicos. El principal problema de los drenajes de mina el bajo pH (< 4,5), así como la alta concentración de metales pesados (Hg, Mn, Zn, Cd, Ni, Pb, Cr, Cu, As, entre otros), y los sulfatos disueltos que pueden alcanzar cientos de mg por litro. Estos metales, pueden tener un impacto negativo sobre la salud humana, sobre las plantas y los animales debido a la perturbación severa en sus procesos bioquímicos”. (Nordstrom, Blowes, & Ptacek, 2015).



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Imagen 6. Drenaje ácido de mina: *SOSBlueWaters.org*



Según Earthworks, el drenaje ácido se considera una de las amenazas más graves a los recursos hídricos. El drenaje ácido tiene el potencial de causar devastación con impactos a largo plazo en los ríos, riachuelos y en la vida acuática.

“En muchos distritos mineros, por lo general en los proyectos licenciados, el gremio minero intenta remediar los drenajes ácidos instalando torres de aireación que aceleran la oxidación del ion ferroso y adicionando sustancias químicas alcalinas que elevan el pH y precipitan muchos metales disueltos. El resultado de esta práctica es la alta producción de lodos que pueden contener metales en concentraciones elevadas” (Johnson & Hallberg, 2005).

“Una segunda vía de contaminación del agua es a través de los procesos mineros cuando se utiliza durante las operaciones o beneficios mineros. Esta agua al entrar en contacto con los



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



minerales extraídos, los estériles o los relaves termina convirtiéndose en drenajes ácidos, y en algunos casos como en los procesos del oro termina contaminada con mercurio y/o cianuro” (Contraloría General de la República, 2014).

“Finalmente, la tercera vía de contaminación del recurso hídrico es la alteración de los sedimentos en suspensión en cuerpos hídricos, muy común en la minería de aluvión. Los sedimentos son partículas finas que se mantienen en suspensión por los remolinos de la corriente y crean una armadura de lecho que protege los organismos de la exposición directa a los rayos del sol, sin embargo, cuando incrementan considerablemente reducen la penetración de la radiación fotosintéticamente disponible y colmatan la columna de agua” (Davies-Colley et al., 1992).

A pesar de que las empresas mineras están obligados a presentar un informe de cumplimiento ambiental (ICA) cada seis meses a la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), no hay información disponible al público sobre la calidad del agua en los proyectos mineros dificultando el análisis de los impactos en el recurso hídrico. Por tanto, el análisis se realizó a partir del diagnóstico de información secundaria donde encontró que los mayores impactos de la minería licenciada están relacionados con:

- La eliminación directa de relaves (residuos mineros) y drenajes ácidos en los afluentes y ríos de las regiones mineras.
- Eliminación directa de drenajes ácidos de mina en el suelo ocasionando erosión y contaminación del suelo por metales pesados.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



- Incremento de la turbidez del agua y alteración del lecho marino ocasionado por el carbón que cae de las barcazas en los puertos carboníferos de la costa Caribe.
- Pérdida de depósitos cuaternarios de agua presentes en la Guajira y el Cesar, removidos por la minería a cielo abierto
- Presencia de drenajes de mina con alta concentración de metales pesados y carácter ácido en varios paramos del país.
- Presencia de lodos con metales pesados producto de los procesos de neutralización y tratamiento de drenajes de mina.
- Disminución de la diversidad microbiana del suelo y presencia de erosión en suelos impactados con drenajes de mina.

4.2. Impacto en el suelo

“El concepto de calidad del suelo se viene utilizando como una forma de medir y monitorear su estado y como una herramienta para la toma de decisiones referentes a su preservación, restauración y uso sostenible. La calidad del suelo se ha definido como la capacidad que tiene este recurso para funcionar dentro de los límites de ecosistemas (naturales o manejados) para mantener la productividad biológica, conservar la calidad ambiental, promover la salud de plantas y animales así como, para mantener la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos. La capacidad de funcionamiento del suelo depende,



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



además, de factores climáticos y de manejo; y el término salud del suelo como equivalente al de calidad.” (Ayala Mosquera, y otros 2019)

“De la minería, en la que se aprovecha la arcilla y carbón en el municipio de Tausa, indica que ésta incrementa el riesgo de degradación físico química del suelo. La extracción subterránea de carbón conlleva la generación de residuos sólidos y de aguas residuales domésticas y no domésticas que, al ser arrojados y vertidos sin tratamiento, contaminan el suelo, y que según sus grados de compactación, acidez, salinidad y mineralización son más proclives a acumular metales a niveles tóxicos para la flora, la fauna y las personas que habitan la zona. Los mismos autores indican que asociados a la extracción subterránea de carbón, la falta de prevención, monitoreo y oportuno tratamiento, hacen más vulnerable al territorio. Debido a que el suelo de Rasgatá Bajo está expuesto de manera simultánea a los efectos colaterales de la extracción y transformación del carbón, eventos como la contaminación del suelo con metales (Cd, Mn, Pb y Zn), la deforestación y el deterioro estético del suelo se hacen más riesgosos. Del mismo modo, por la concurrencia de procesos de transformación de arcilla y carbón, se incrementa el riesgo de contaminación del suelo por acumulación de cenizas, acidificación y escoria, impacto que coincide con lo constatado en otros casos” (Camargo García, Arias Morales, & Muñoz Paredes, 2015).



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Imagen 7. La minería y su impacto en el suelo Fuente: GEO INNOVA



“La explotación ilícita de recursos minerales, de manera contraria al concepto de responsabilidad ambiental, usurpa la propiedad pública sobre los bienes de la Nación, desaprovecha abiertamente los recursos naturales no renovables, afecta de manera sensible fauna, flora, aire, agua y suelo, genera sobrecostos en el uso de recursos imprescindibles para la vida y genera pasivos ambientales, que niegan a los pobladores el racional usufructo de dichos recursos, ocasiona problemas de salubridad pública, alimentaria, desplazamiento forzoso y muchos otros problemas de orden social. En las áreas de extracción ilegal de minerales, el suelo se elimina por completo, definiendo así zonas de “no suelo”, por lo que se hace necesario analizar la calidad y características de los materiales que quedan expuestos al ambiente, con el fin de proceder a planificar su restauración, recuperación o rehabilitación. Estas zonas por presentar problemas de orden social, son regiones que deben ser priorizadas dentro de los planes de ordenamiento de las cuencas hidrográficas en aras de su recuperación.” (Contraloría General de la República de Colombia, 2013).



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



4.3. Impacto en el ecosistema.

“La afectación de la biodiversidad y los ecosistemas constituye un impacto agregado que involucra una serie de afectaciones sobre los sistemas naturales, que alteran el normal desarrollo de los mismos y que inciden en los servicios que éste presta. Las actividades de extracción de minerales generan la: alteración de la superficie por los caminos de acceso, fosas de prueba (en etapa de exploración), la emisión de material particulado proveniente de la perforación y excavación, la alteración del suelo y la vegetación, ríos, drenajes y reservas forestales, y el cambio en el relieve y en el paisaje. Los cambios en el paisaje están asociados a la alteración y disminución de sus componentes naturales en el área de explotación y escombreras. Se forman depresiones y excavaciones donde ocurren deslizamientos, movimientos de masas y formación de nuevos relieves, alteración del color, rotura de la cuenca visual, focalización de la percepción en la mina en detrimento de otros puntos. Los cambios serán intensos, localizados, permanentes e irreversibles en gran parte. Los impactos directos a la biodiversidad y los ecosistemas por la minería son la eliminación definitiva de coberturas vegetales de diferente tipo, que son por su condición biológica un hábitat de especies del tipo mamíferos, aves, anfibios y reptiles que dependen de las plantas para su subsistencia. El segundo factor perturbado y en algunos eliminado mas no recuperado es el suelo. La pérdida de suelo en zonas mineras a cielo abierto, de socavón o de aluvión permite procesos de erosión que reducen la productividad, la estabilidad ambiental en especial la vegetal e impactan la regulación hídrica tanto en ecosistemas como



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



a nivel de las unidades geográficas de cuencas”. (Hernández-Jatib, Ulloa-Carcasés, Almager-Carmenate, & Rosario-Ferrer, 2014).

“La destrucción o modificación drástica del sitio original y la liberación de sustancias antropogénicas pueden tener un impacto importante en la biodiversidad de la zona. La destrucción del hábitat es el principal componente de las pérdidas de biodiversidad, pero el envenenamiento directo causado por el material extraído de las minas y el envenenamiento indirecto a través de alimentos y agua también pueden afectar a los animales, la vegetación y los microorganismos. La modificación del hábitat, como la modificación del pH y la temperatura, perturba a las comunidades de los alrededores. Las especies endémicas son especialmente sensibles, ya que requieren condiciones ambientales muy específicas. La destrucción o leve modificación de su hábitat los pone en peligro de extinción. Los hábitats pueden dañarse cuando no hay suficiente producto terrestre, así como por productos no químicos, como grandes rocas de las minas que se descartan en el paisaje circundante sin preocuparse por los impactos en el hábitat natural” (Ayala Mosquera, y otros 2019)

“La industria minera puede impactar la biodiversidad acuática de diferentes formas. Una forma puede ser la intoxicación directa, un riesgo mayor de esto ocurre cuando los contaminantes son móviles en el sedimento o biodisponibles en el agua. El drenaje ácido de la mina puede modificar el pH del agua, lo que dificulta diferenciar el impacto directo en los organismos de los impactos causados por los cambios de pH. No obstante, se puede observar y probar que los efectos son causados por modificaciones del pH. Los contaminantes también pueden afectar a los organismos acuáticos a través de efectos



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

físicos: los arroyos con altas concentraciones de sedimentos suspendidos limitan la luz, disminuyendo así la biomasa de algas. La deposición de óxidos metálicos puede limitar la biomasa al recubrir las algas o su sustrato, evitando así la colonización.” (Ayala Mosquera, y otros 2019)

Imagen 8. La minería y su impacto hacia el ecosistema Fuente: ELPAIS.



Los efectos adversos de la minería en la biodiversidad dependen en gran medida de la naturaleza del contaminante, el nivel de concentración al que se puede encontrar en el medio ambiente y la naturaleza del ecosistema en sí. Algunas especies son bastante resistentes a las perturbaciones antropogénicas, mientras que otras desaparecerán por completo de la zona contaminada. El tiempo por sí solo no parece permitir que el hábitat se recupere completamente de la contaminación. Las prácticas de remediación llevan tiempo, y en la mayoría de los casos no permitirán recuperar la diversidad original presente antes de que se llevara a cabo la actividad minera (Hernández-Jatib, Ulloa-Carcasés, AlmagerCarmenate, & Rosario-Ferrer, 2014).



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



4.4. Impacto sobre la calidad del aire

“De acuerdo con la Guía Minero Ambiental (Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Ambiente; 2003) el impacto en el componente aire se asocia con aumento de material particulado y gases por actividades propias de construcción y operación mineras. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humano”.

“En relación con la duración puede indicarse que el aumento de material particulado y gases tiene presencia durante todo el período de operación y cierre, sin embargo, la presencia de estos impactos en el largo plazo, por lo general de magnitudes inferiores a los de la operación, pueden presentarse sobre la calidad de aire por arrastre eólico en caso de mantener zonas sin revegetalizar o áreas descubiertas. Debe señalarse que es un impacto presente en cualquier actividad minera producto de las emisiones, pero cuya magnitud final tiene asociados elementos como controles operacionales a la emisión, capacidad de dispersión de la atmósfera, presencia de receptores sensibles, entre otros aspectos. Este impacto tiene como atributo relevante que su capacidad de recuperación es alta porque una vez cesada la operación minera, cesan las emisiones (excepto para el caso de erosión eólica de áreas descubiertas anteriormente descritas) y por ende cesan los aportes a los niveles de calidad de aire.” (Ayala Mosquera, y otros 2019)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Imagen 9. Minería y medio ambiente Fuente: GEO INNOVA



“El impacto sobre la calidad de aire debe ser medido y para ello se cuenta con redes de monitoreo de calidad de aire. Debe hacerse la salvedad que los datos de calidad de aire no pueden relacionarse directamente con actividad minera, toda vez que un equipo de medición no diferencia entre fuentes, es decir, la calidad de aire medida en un sitio cualquiera será el resultado de múltiples fuentes que contribuyen a esa concentración de acuerdo con su tasa de emisión y las condiciones meteorológicas dominantes que implican que la emisión sea dispersada en la dirección del equipo de medición. Además de lo anterior, hay que señalar que las emisiones de material particulado y gases no son exclusivas de la actividad minera. El reporte más reciente del estado de la calidad de aire en Colombia corresponde al año 2017, resalta el aumento del número de estaciones año a año, así como la presencia de sistemas de vigilancia de calidad de aire (SVCA) en zonas mineras como es el caso de La Guajira, El Cesar, Antioquia y Boyacá con un mayor número de estaciones dedicadas a la medición de material particulado (PM10 y PM2.5). Llama la atención que sólo se encuentran acreditadas



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



ante el IDEAM los SVCA de Corpocesar y Corpoguajira, zonas asociadas con minería de carbón al cielo abierto”. (IDEAM, 2018)

4.5. Impacto en la salud.

“En los procesos de extracción de distintos minerales, los impactos sobre la salud humana, por lo general son diferentes, aunque se encuentren similitudes en varios aspectos. Basta visitar las zonas mineras para experimentar la miseria, las pésimas condiciones en las que viven las personas y el abandono generalizado. En virtud a su amplia distribución, la minería del oro constituye el renglón para el cual se ha producido el mayor número de estudios, casi todos asociados con el mercurio, un elemento altamente tóxico empleado para extracción del metal precioso. El uso del mercurio obedece a que es la tecnología más asequible, menos costosa, y con la cual los mineros artesanales han trabajado por décadas, sin capacitación mínima, pudiendo desarrollarse por individuos sin o con poca escolaridad. Aunque su eficiencia de extracción es baja, lo obtenido garantiza la supervivencia de los mineros y sus familias. En ese sentido, su uso es un asunto de pobreza extrema.” (Olivero, 2017)

4.5.1. Minería de Oro

“En Colombia la minería del oro se realiza de tres grandes tipos: La gran minería, la mediana y la artesanal o pequeña minería. La gran minería del oro está asociada



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

generalmente con empresas multinacionales, y tanto la mediana como la pequeña con compañías o agremiaciones nacionales o locales. La minería del oro a gran escala usualmente involucra la utilización de cianuro para los procesos de extracción del metal. Este anión es controlado en piscinas, y luego de varios ciclos de utilización es tratado para disminuir su toxicidad. Para el caso del carbón, la minería igualmente puede ser artesanal o a gran escala. En ambos casos, los problemas de salud en mineros derivan de la exposición a material particulado, cuyo principal efecto recae sobre el funcionamiento de los pulmones. Para todos los escenarios de minería, sin excepción, los accidentes laborales incapacitantes, también ocupan un lugar privilegiado entre la morbilidad asociada con esta actividad.” (Olivero, 2017)

Imagen 10. Efectos sobre la salud humana que han sido atribuidos a la minería artesanal del oro. Fuente: (Olivero, 2017)

País	Ubicación	Efecto	Comentario	Referencias
Filipinas	Mindanao	Tremor, pérdida de la memoria, dificultad para dormir, gusto metálico.	Exposición a una combinación vapor de Hg, mercurio inorgánico y metilmercurio, característica de áreas de minería aurífera en el tercer mundo. Las personas fueron tratadas con DMPS, un agente quelante, con buenos resultados.	Böse-O'Reilly et al. (2003).
Indonesia	Galangan, Kalimantan y Talawaan, Sulawesi.	Desórdenes del movimiento: Ataxia, tremor, disdiadoquinesia.	Intoxicación crónica por mercurio fue observada en las personas encargadas de quemar las amalgamas y en niños expuestos que viven en los asentamientos mineros.	Bose-O'Reilly et al. (2010); Bose-O'Reilly et al. (2008).
Indonesia y Zimbabwe	Áreas de minería artesanal de oro.	Ataxia.	Muchos niños inician el contacto directo con mercurio a los siete años de edad.	Bose-O'Reilly et al. (2008).
Nicaragua	Bonanza	Afectación de la audición.	Hg, Pb, Al, Mn, As en uñas por encima de los niveles de referencia.	Saunders et al. (2013).
Nigeria	Estado de Zamfara.	Muerte de aproximadamente 400 niños, afectando a otros miles.	El procesamiento del mineral aurífero produjo la contaminación del suelo con plomo, a niveles hasta de 185.000 ppm.	Plumlee et al. (2013).



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



“Entre los principales impactos de la gran minería del oro están los accidentes laborales, los cuales no sólo pueden causar lesiones permanentes, sino la muerte. Gran parte de estos problemas pueden reducirse dramáticamente con programas intensos de entrenamiento y el compromiso decidido de las multinacionales. Además de los posibles efectos que pueden presentarse por la liberación accidental de grandes cantidades de soluciones cianuradas con altos contenidos de metales en la gran minería de oro, también es posible que la remoción de material del subsuelo genere contaminantes de gran impacto sobre la salud humana. El grupo de los elementos denominados tierras raras, es decir, los quince lantánidos, además del escandio y el itrio, han sido encontrados en suelos de las áreas de procesamiento de mineral” (Carrol, 2012).

“Es complejo realizar comparaciones entre las características y la magnitud de los impactos que sobre la salud humana y ambiental pueden suscitarse entre la gran minería y pequeña minería. En la primera, los trabajadores cuentan con algún tipo de seguridad social, y atención médica inmediata en caso de accidentes. Sin embargo, la escala de destrucción del suelo, puede verse inclusive desde el espacio. Por su parte en la pequeña minería, los mineros viven en situación extrema de abandono, sin seguridad social, producto de su estigmatización como ilegales, y en materia de accidentes, tienen pocas posibilidades de atención o supervivencia, y para empeorar el panorama, el uso del mercurio les cierra el círculo de la pobreza. No obstante, en esta minería el daño ambiental suele ser focalizado, y susceptible de control con tecnologías de bajo costo. Con transferencia de conocimiento,



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



educación a todos los niveles y asesoría técnica, este tipo de minería disminuiría la pobreza extrema en muchas regiones de Colombia, y haría de esta actividad una herramienta de desarrollo sostenible. De igual forma, la minería en general enfrenta otros retos importantes. Uno de los más complejos está relacionado con la presencia de VIH-Sida entre los mineros, característica que ha sido igualmente registrada en muchos países” (Murray et al., 2011).

4.5.2. Minería de carbón

“A nivel mundial, el carbón es considerado como la fuente de energía que produce mayor contaminación en todas las etapas de su producción (minería, transporte, almacenamiento, preparación y transformación) y durante su consumo. Por lo anterior, independiente de las implicaciones económicas involucradas con esta actividad, es claro que existe suficiente evidencia de los impactos derivados de la misma, y cada año aparecen nuevas perspectivas de abordaje de la situación. No obstante, siempre el punto de mayor preocupación en este sector es la generación de partículas, las cuales, luego de un período considerable de tiempo de exposición por inhalación, bien sea por mineros o personas que habitan en los alrededores de las minas, puede eventualmente desembocar en diversidad de patologías pulmonares, en particular la neumoconiosis enfermedad inflamatoria de los pulmones que puede conducir a una pérdida total de la función pulmonar. Durante la extracción y transporte de carbón se genera una diversidad de material particulado, cuya toxicidad depende del tamaño de las mismas, y de varios factores, tales como su naturaleza química, presencia de metales/metaloideos traza, entre los cuales son comunes el plomo, cadmio,



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

níquel, mercurio y arsénico entre otros. Las partículas de carbón, dependiendo del tamaño, tienen la capacidad de suspenderse en el aire, y en ocasiones dispersarse en el ambiente, recorriendo grandes distancias.” (Olivera 2017)

Imagen 11. Manifestaciones clínicas de enfermedades producidas por el polvillo de carbón,
Fuente: concienciaciudadana.org

Lugar	Enfermedad	Efectos	Referencias
Virginia Occidental, Pittsburgh (U.S.A), Brasil,	Neumoconiosis	Desarrollo progresivo de nódulos redondos en el pulmón, cicatrización y enfisema, aparición de racimos de nódulos amorfos, necrosis, cambios	Castranova y Vallyathan (2000); Ulker et al. (2008); Leung
China.		degenerativos vasculares en arterias bronquiales y pulmonares, lesiones en vasos linfáticos, liberación de proteínas inflamatorias.	et al. (2012); MSD (2012)
Brasil, China	Fibrosis Masiva Progresiva	Formación de cicatrices en gran parte del pulmón (como mínimo de 1.5 cm de diámetro), destrucción del tejido pulmonar y de los vasos sanguíneos de los pulmones.	Leung et al. (2012); MSD (2012)
Turquía, China, Brasil, Sudáfrica, Hong Kong, Chile	Bronquitis crónica (EPOC)	Inflamación de las vías respiratorias, irritación constante, secreción excesiva de mucosidad, obstrucción del flujo aéreo, muerte prematura.	Zurro (2002); Giraldo (2008); Attfield (2011)
Chile, Estados Unidos	Enfisema (EPOC)	Obstrucción de las vías aéreas, disminución de la capacidad respiratoria, reducción de la elasticidad de la mucosa.	Zurro (2002); Giraldo (2008)
Kentucky, Estados Unidos.	Cáncer	Dificultad respiratoria, mucosidad excesiva, sibilancias, muerte.	ABT Associates (2004) Ahern et al. (2011)



5. Políticas ambientales en el sector minero en Colombia

Colombia es un país importante en el sector minero y ha desarrollado un papel fundamental tanto como a nivel económico como social. Sin embargo, las necesidades de mantener un ambiente sano y reducir los impactos ambientales que esta actividad genera al medio ambiente, se han planteado muchas políticas que regulan la actividad minera y que reduce, mitigan o provienen los efectos ambientales. El estado colombiano a través de las siguientes, define una serie de líneas estratégicas para el desarrollo de los pilares planteados y como respuesta a los principales retos que tiene la actividad minera en Colombia.

Tabla 4. Normativa ambiental asociada a la minería en Colombia

Tema Específico	Norma	Artículos	Argumentos
Derecho a un ambiente sano.	Constitución política 1991	79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.
De los derechos colectivos y del ambiente	Constitución política 1991	80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Regula el Procedimiento Sancionatorio por temas medio ambientales	Ley 1333 de 2009	Todos	Establece el procedimiento sancionatorio ambiental y la Titularidad de la potestad sancionatoria en materia Ambiental para imponer y ejecutar las medidas preventivas y sancionatorias que necesita el país.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Permisos ambientales	Decreto 2858 de 1981	Todos	Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del Decreto - ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978. En este, se establece los requisitos para el otorgamiento del permiso
Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.	Decreto 2107 de 1995	Todos	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el reglamento de protección y control de Calidad del Aire.
Protección y control de la calidad del aire	Resolución 650 del 2010	Todos	Por la cual se adopta el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire
Código de Minas	Ley 685 de 2001	Todo	Este código plantea como objetivos de interés público, fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada;
Política Nacional de Seguridad Minera	Resolución 181467 de 2011	Todo	Establecer los pilares para el mejoramiento de la seguridad minera en el país y definir lineamientos técnicos y operativos para prevenir al máximo accidentes
Recursos naturales	Ley 1658 de 2013	Todo	Busca proteger y salvaguardar la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente.
Criterios de los Planes de Mitigación	Resolución 90325 de 2014	Todo	Adopción de los Criterios de los Planes de Mitigación en los Sectores de Energía Eléctrica, Minería e Hidrocarburos



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



6. Análisis toxicológico

“El plomo puede entrar al ambiente a través de liberaciones desde minas de plomo y otros metales, y desde fábricas que manufacturan o usan plomo, aleaciones de plomo o compuestos de plomo. El plomo es liberado al aire cuando se quema carbón, petróleo o desechos. Antes de que se prohibiera el uso de gasolina con plomo, la mayor parte del plomo liberado al ambiente en Estados Unidos provino del escape de automóviles. En el año 1979, los automóviles liberaron 94.6 millones de kilogramos (208.1 millones de libras) de plomo al aire en Estados Unidos. El año 1989, cuando se restringió el uso del plomo, los automóviles liberaron solamente 2.2 millones de kilogramos (4.8 millones de libras) al aire. Desde que la Environmental Protection Agency (EPA-Organización de Protección del Medio Ambiente) prohibió el uso de gasolina con plomo para transporte por carretera el año 1996, la cantidad de plomo liberada al aire ha disminuido aún más. Antes del año 1950, el plomo se usó en plaguicidas que se aplicaron a huertos frutales. Una vez que el plomo entra a la atmósfera, puede viajar larga distancia si las partículas de plomo son muy pequeñas. El plomo es removido del aire por la lluvia y por partículas que caen al suelo o en aguas de superficie” (Mezquia 2004).

Del 100% de plomo que se produce, un 65%, se utiliza como plomo metálico y el 35%, como compuestos, ya sean óxidos y sales, estas últimas de naturaleza orgánica e inorgánica. (Ubillus 2003). Los efectos toxicológicos del plomo se pueden medir de acuerdo a tres



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



tipos de riesgo: La actividad ocupacional, la naturaleza química del contaminante y las fuentes de contaminación en el ambiente.

“Los impactos ambientales dependen de diferentes factores que en mayor o menor medida amplifican los problemas, es de esperarse que a medida que la extracción minera sea a mayor escala los impactos serán mucho mayores, sin embargo, es importante tener en cuenta que hay otros factores que también determinan los efectos subsecuentes como lo puede ser si la mina está activa o abandonada, los métodos de extracción utilizados, las condiciones ambientales, climáticas y geológicas de su ubicación, la cercanía a la zona urbana. Es importante tener en cuenta que la magnitud de los impactos ambientales también está en estrecha relación con la legalidad o ilegalidad de las minas, en donde se espera que la ilegal tenga mayores efectos por la falta de control de las entidades correspondientes”. (BUENO, 2016)

6.1. Efectos del plomo en el agua

“La contaminación por metales pesados es causada cuando algunos metales como el arsénico, el cobalto, el cobre, el cadmio, el plomo, el oro, la plata y el zinc, contenidos en las rocas excavadas o expuestas en vetas en una mina subterránea, entran en contacto con el agua. Los metales son extraídos y llevados río abajo, mientras el agua lava la superficie rocosa. Aunque los metales pueden ser movidos en condiciones de pH neutral, la



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



lixiviación es particularmente acelerada en condiciones de pH bajo, tales como las creadas por el drenaje ácido de la minería”. (Calcina, 2018)

La contaminación minera no sólo afecta el agua, sino todos los sistemas ambientales: suelo, aire, flora y fauna. Las sales solubles en agua de los metales pesados como el plomo son muy tóxicas y acumulables por los organismos que los absorben, los cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones. Al ser ingeridos por el hombre en el agua y alimentos contaminados por los compuestos de mercurio, plomo o cadmio le provocan ceguera, amnesia, raquitismo, miastenia o hasta la muerte.

“El plomo es un metal escaso, se calcula en un 0.00002 % de la corteza terrestre, tiene un punto normal de fusión de 327.4 °C, un punto normal de ebullición de 1770 °C y una densidad de 11.35 g/mL. Forma compuestos con los estados de oxidación de +2 y +4, siendo los más comunes los del estado de oxidación +2. El plomo es anfótero por lo que forma sales plumbosas y plúmbicas, así como plumbitos y plumbatos. Se encuentra en minerales como la galena (sulfuro de plomo, PbS) que se utiliza como fuente de obtención del plomo, la anglosita (sulfato de plomo II, PbSO₄) y la cerusita (carbonato de plomo, PbCO₃). Gran parte del plomo se obtiene por reciclado de chatarras como las placas de baterías y de las escorias industriales como soldaduras, metal para cojinetes, recubrimientos de cables, etc. La contaminación del agua por plomo no se origina directamente por el plomo sino por sus sales solubles en agua que son generadas por las fábricas de pinturas, de acumuladores, por alfarerías con esmaltado, en fototermografía, en pirotécnia, en la



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



coloración a vidrios o por industrias químicas productoras de tetraetilo de plomo (se usa como antidetonante en gasolinas) y por algunas actividades mineras, etc. Desde hace mucho tiempo se sabe que el plomo es venenoso, tiene efectos tóxicos para las plantas, el plancton y demás organismos acuáticos. Los compuestos de plomo en los peces les origina la formación de una película coagulante y les provoca alteraciones hematológicas” (Estival, 2012).

6.2. Efectos del plomo el suelo.

”El suelo es alterado como resultado de las actividades mineras. Una de las anomalías biogeoquímicas que se generan al momento de la extracción, es el aumento de la cantidad de microelementos en el suelo convirtiéndolos a niveles de macroelementos los cuales afectan negativamente la biota y calidad de suelo; estos afectan el número, diversidad y actividad de los organismos del suelo, inhibiendo la descomposición de la materia orgánica del suelo. Los jales son tóxicos para los organismos vivos y son inhibidores de factores ecológicos afectando el crecimiento de las plantas. Los suelos que quedan tras una explotación minera contienen todo tipo de materiales residuales, escombros estériles, entre otros, lo que representa graves problemas para el desarrollo de la cubierta vegetal, siendo sus características más notables las siguientes: clase textural desequilibrada, ausencia o baja presencia de la estructura edáfica, propiedades químicas anómalas, disminución o desequilibrio en el contenido de nutrientes fundamentales, ruptura de los ciclos



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



biogeoquímicos, baja profundidad efectiva, dificultad de enraizamiento, baja capacidad de cambio, baja retención de agua y presencia de compuestos tóxicos.” (García & Dorronsoro, 2002).

“Una vez el metal pesado (Pb) entra en un ecosistema inicia un proceso de cambios en todo el entorno, es decir en los suelos, en el agua y en los seres vivos que habitan en el medio, por ejemplo si tomamos el suelo como medio sobre el cual se da la contaminación por metales pesados, estos tienen diferentes rutas de acción una vez en el medio como lo serían la complejación de estos con ligandos orgánicos, con otros aniones como el F^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , o que precipiten como minerales. Estos metales sufren volatilización siendo liberados hacia la atmósfera, o ser adsorbidos sobre la superficie de arcillas y humus volviéndose un elemento disponible para ser asimilado por la vegetación y por tanto entrando en la cadena trófica, finalmente puede darse una transformación de los metales pesados cambiando a otro tipo de contaminante o que coprecipite junto con otros elementos, si bien hablamos del efecto que se da si la contaminación se da sobre los suelos no se debe olvidar que existe la posibilidad de que estos metales se movilicen entrando en aguas de drenaje y ríos, esto implica que los metales pesados serán transportados y viajarán hasta contaminar una nueva área repitiendo el proceso indefinidamente”. (S. E. Pabón, 2018)

“Debemos tener por tanto en cuenta que la contaminación de suelo por plomo produce graves daños. Las sales de plomo tienen un peligro de clase 2, siendo dañina, así como el acetato de plomo, óxido de plomo, nitrato de plomo y carbonato de plomo. El plomo se acumula en organismos, sedimentos... así como limita la síntesis clorofílica de las plantas



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



perjudicando su crecimiento e introduciéndose en la cadena alimenticia.” (Alkemi grupo AGQ Labs, 2017)

6.3. Efectos en la salud humana.

“Las aguas procedentes de las áreas mineras muchas veces son utilizadas por comunidades que no están directamente involucradas en la actividad, tanto para el consumo humano como para las tareas agrícolas. La presencia del plomo en estas aguas y el consumo de las mismas generará al inicio problemas subclínicos, luego anatomofuncionales localizados y posteriormente un deterioro sistémico, que dependerá del grado, tipo y tiempo de exposición al contaminante. Por otra parte, el uso agrícola crea un nuevo y adicional elemento de riesgo, ya que los productos de áreas contaminadas por actividad minera, están ingresando al mercado de poblados o ciudades aledañas incrementando el número de la población expuesta. La actividad minera afecta cada año a la salud de un número significativo de personas, con ya clásicas patologías: tuberculosis, silicosis o una combinación de ambas. Paralelamente, la contaminación minera incrementa exponencialmente el número de personas en riesgo sanitario al comprometer la salud de los pobladores de comunidades situadas en las áreas de influencia de las zonas mineras o aguas abajo.” (Effen, 2009)

Los signos más comunes de intoxicación por plomo son los gastrointestinales y sus síntomas comprenden anorexia, náusea, vómito, diarrea y constipación, seguida de cólicos.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



“El plomo puede afectar la síntesis de la hemoglobina y el tiempo de vida media de los glóbulos rojos, así como, al sistema nervioso central y periférico. La contaminación por el plomo en los riñones produce cambios en las mitocondrias e inflamación de las células del epitelio del túbulo proximal y alteraciones funcionales que provocan aminoaciduria, glucosuria e hiperfosfaturia (síndrome de Fanconi). Todos los compuestos de plomo son tóxicos en diferente grado, dependiendo de su naturaleza química y grado de solubilidad de cada compuesto, los más tóxicos son los compuestos orgánicos”. (FONDO PARA LA COMUNICACIÓN Y LA EDUCACIÓN AMBINETAL, A.C., 2007)

“El plomo tiene múltiples efectos hematológicos. Uno de los efectos más frecuentes es la generación de anemia, que es debida al acortamiento de la vida media de los eritrocitos (el plomo incrementa la fragilidad de sus membranas celulares, probablemente como Tesis doctoral – Jaime Rodríguez Estival 28 consecuencia de la inhibición de las bombas (Na⁺/K⁺) y a la inhibición de la síntesis del grupo hemo (como consecuencia de la inhibición de la enzima δ -ALAD y de su efecto negativo sobre la actividad de la ferroquelatasa) y de la hemoglobina. Además, como consecuencia de su efecto sobre estas dos enzimas, se produce la acumulación de metabolitos secundarios de la síntesis del grupo hemo en diversos tejidos y en el plasma, como el ácido δ -aminolevulínico (ALA) y el hierro (Fe²⁺), lo que induce la formación de radicales libres y la consecuente generación de estrés oxidativo (Hermes-Lima et al., 1991; Ahamed y Siddiqui, 2007a). También el plomo es causante de hipertensión, ya que es un elemento vasoconstrictor (Goyer y Clarkson, 2001; Fontana et al., 2004; Kazantzis, 2007), y diversas investigaciones sugieren que la



SC-CER96940

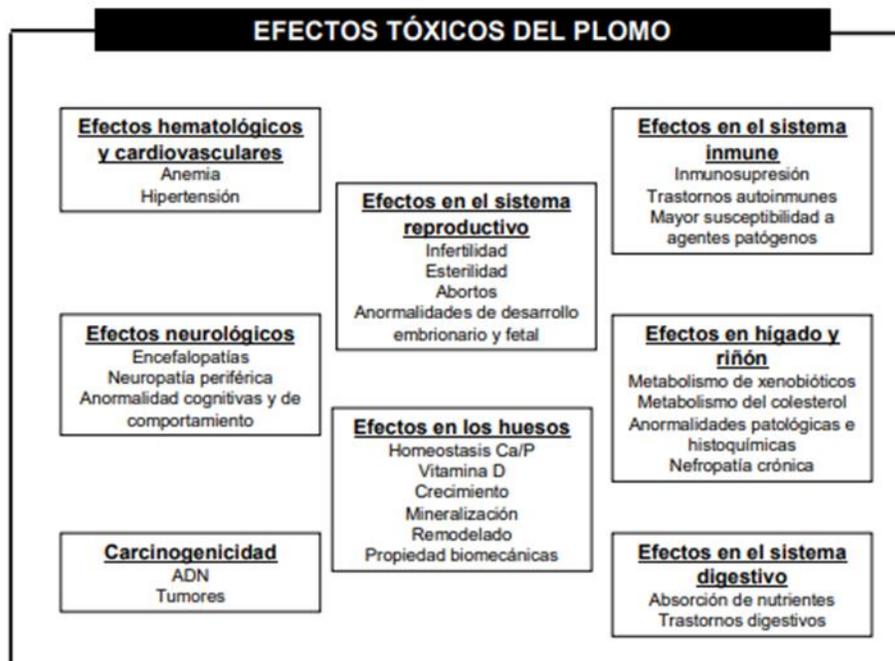


“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

generación de estrés oxidativo puede estar implicada en los efectos cardiovasculares provocados por el plomo (Ding et al., 2001). La inhibición de la δ -ALAD empieza a ser notoria en mamíferos a partir de los 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de plomo en sangre (Ma, 2011). Niveles entre 40 y 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$ han sido asociados con anemia en ungulados domésticos”. (Effen, 2009)

Imagen 12. Representación esquemática de los principales efectos tóxicos del plomo. Fuente: digital.csic.es





7. Conclusiones

Actualmente, el nivel de plomo en la atmosfera se ha reducido drásticamente debido a los efectos contaminantes que se tuvo anteriormente. Las políticas de emisiones en Colombia, es permisible acierto porcentaje de emisiones de metales pesados de cualquier actividad, ya sea minera o proveniente de la combustión de automóviles. Sin embargo, por parte de la minería se sigue emitiendo plomo a la atmosfera que luego de un periodo de 3 a 5 días se prese pitan causando daños al ambiente, los cuales están medidos en poca proporción ya que los niveles de emisión fueron reducidos.

Los efectos tóxicos del plomo o metales pesados tanto en el ambiente como en la salud humana se ven reflejados cuando estos son de gran proporción. Pueden llegar a acidificar los suelos, y repercutir en los alimentos que el plomo tiene la capacidad de bioacumularse en animales y plantas. Para las personas la principal vía de exposición es la alimentaria, ya que diariamente ingerimos de 0,3 a 0,5 mg de plomo sin estar directamente expuestos a él. Sus efectos tóxicos en el organismo afectan al SNC, a la síntesis del grupo HEMO y pueden provocar saturnismo entre otras dolencias. Se elimina principalmente por orina y solo en casos insuficiencia renal o cuando la concentración es excesiva puede llegar a acumularse en el organismo.



8. Bibliografía

Alkemi grupo AGQ Labs. (22 de 09 de 2017). *Alkemi grupo AGQ Labs*. Obtenido de Contaminación por plomo: <https://alkemi.es/blog/contaminacion-de-suelos-plomo/>

ANM, 2015. Producción Nacional de Minerales 2014. En <http://www.anm.gov.co/?q=regalias-contraprestaciones-economicas>

AYALA MOSQUERA, H. J., DIAZ MUEGUE, L. C., GÓMEZ -FERNÁNDEZ, S., GONZÁLEZ RUBIO, H., IPAZ CUASTUMAL, S. N., MACÍAS GÓMEZ, L. F., . . . PEÑA ORTIZ, E. (s.f. de 05 de 2019). Humbolt. Obtenido De “*Identificación Y Análisis De Impacto De La Actividad Minera*”: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/3-identificacin-de-impactos-expertos.pdf>

BOTERO. (2014). “*La Ruta del Oro*” Bogota: El Espectador.

BUENO, D. M. (s.f. de s.f. de 2016). *repository udistrital*. Obtenido de IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA DE CARBÓN Y SU RELACIÓN CON LOS PROBLEMAS DE SALUD DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAMACÁ (BOYACÁ), SEGÚN REPORTE ASIS 2005-2011.: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4130/Final%20tesis%202016.%20biblioteca.pdf;jsessionid=BBBF203B5503359F3D4E9A20D2BB18BD?sequence=1>

CAMARGO GARCIA, Juan Carlos; ARIAS MORALES, Jennifer Paola and MUNOZ PAREDES, Dein (2015.) “*Mercury content assessment in soils and stream-be in Miraflores zone, Quinchía, Colombia*”. *Acta Agron.* [online]., vol.64, n.2, pp.165-177. ISSN 0120-2812. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n2.40639>.

CALCINA, C. R. (03 DE 04 DE 2018). *iagua*. Obtenido de Preocupados: *contaminación del agua a causa de la minería*: <https://www.iagua.es/blogs/carlos-revilla-calcina/preocupados>

CÁRDENAS Mauricio, REINA Mauricio. (2008) “*la minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal*” Fundación para la educación y desarrollo. Bogotá

CARROL C. (2012) “*The CEO of Anglo American on getting serious about safety. Harv Bus*” Rev. 90: 43-46.

CESIGMA. (2007). Alcance técnico para los Estudios de Impacto Ambiental y Factibilidad Territorial del Proyecto de Explotación Minero-Metalúrgico de Polimetálicos (Pb y Zn)



SC-CER96940



“*Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz*”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



COLOMBIA. Corte Constitucional. Sentencia T-608 de 2011, Magistrado Ponente: GABRIEL EDUARDO MENDOZA MARTELO.

CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA. (2014). Minería en Colombia Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos. Bogotá D.C., Colombia.: Contraloría General De La República.

DANE. “Censo Nacional Minero” 1988.

DAVIES-COLLEY, R.J., C.W. HICKEY, J.M. QUINN & P.A. RYAN. 1992. Effects of clay discharges on streams. *Hydrobiologia*, 248: 215-234

Effen, M. A. (s.f. de 12 de 2009). *SCIELO*. Obtenido de Los riesgos de la contaminación minera y su impacto en los niños: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-74512009000200005

EMSLEY, J. (2003). “*Nature’s building blocks Ana-z. guide to elements*”. Oxford: Oxford University press.

ESTIVAL, J. R. (18 de 01 de 2012). *INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS CINEGÉTICOS*. Obtenido de Contaminación por plomo en caza mayor y ganadería de la zona minera del Valle de Alcurdia y Sierra Madrona: uso de biomarcadores para el estudio de efectos subletales:

FONDO PARA LA COMUNICACIÓN Y LA EDUCACIÓN AMBINETAL, A.C. (08 de 11 de 2007). *AGUA.org.mx*. Obtenido de Contaminación del agua por metales: <https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-del-agua-por-metales/>

García I. & Dorronsoro C. 2002. Contaminación por metales pesados. Departamento de edafología y química agrícola de España.

HERNANDEZ-JATIB, Naisma; ULLOA-CARCASES, Mayda; ALMAGUER-CARMENATE, Yuri and FERRER, Yiezenia Rosario. “*Evaluación Ambiental Asociada A La Explotación Del Yacimiento De Materiales De Construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba*”. *Luna Azul* [online]. 2014, n.38, pp.146-158. ISSN 1909-2474.

IDEAM. (2018). Décimo Tercer (13) Boletín de Alertas Tempranas de Deforestación (A-D), Cuarto Semestre 2017. Sistema de Monitoreo de Bosque y Carbono. Bogotá:

IDEAM. IDEAM. (2018). Estado de la Calidad de Aire en Colombia, 2017. Bogotá.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Retrieved from http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf

INGEOMINAS, 1987. Recursos Minerales de Colombia, Tomo I. Bogotá <http://mundominero.com.co/se-vuelve-a-hablar-de-cobre/>

LÓPEZ-SÁNCHEZ, L., LÓPEZ-SÁNCHEZ, M., & MEDINA, G. (2017). La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. *Entramado*, Vol. 13 No. 1 (78-91). Obtenido de <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25138>

JOHNSON, D., & HALLBERG, K. (2005). Acid mine drainage remediation options: a review. *Science of the Total Environment*, 338(1-2), 3-14. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969704006199>

MEZQUÍA, A; AGUILAR, J.; CUMBÁ, C; González (2002- 2004) “*Niveles de Plomo en Sangre y Aprendizaje en Niños de un Consejo de Centro Habana Cuba*”. Instituto Nacional De Higiene, Epidemiología Y Microbiología.

MINMINAS. (2016). Política minera de Colombia bases para la minería del futuro república de Colombia. Bogotá: Ministerio de minas y energía

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA; MINISTERIO DE AMBIENTE. (2003). Guía Minero Ambiental - Explotación.

NORDSTROM, D., BLOWES, D., & PTACEK, C. (2015). “*Hydrogeochemistry and microbiology of mine drainage: An update. Applied Geochemistry*”, Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2015.02.008>

OLIVERO VERBEL J. (2017) “*Efectos De La Minería En Colombia Sobre La Salud Humana*” Recuperado de <http://concienciaciudadana.org/wp-content/uploads/2017/06/Efectos-de-la-Miner%C3%ADa-en-Colombia-sobre-la-Salud-Humana-Jes%C3%BAs-Olivero-Verbel.pdf>

OYARZUN Roberto, HIGUERAS Pablo & LILLO Javier (2011) “*Minería Ambiental Una introducción a los Impactos y su Remediación*” Ediciones GEMM - Aula2punto.net

QUÍMICAS El Plomo <https://www.quimicas.net/2015/07/el-plomo.html>. Recuperado: 08/06/2021.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



E. PABÓN, R. B.-V. (21 de 11 de 2018). *SCIELO*. Obtenido de Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión: <http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v14n27/1909-8367-ecei-14-27-9.pdf>

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2013. “*Mapa potencial Carbonífero de Colombia 2012 Memoria Explicativa*”.

SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO DE EMISIONES (SEI) (2004). “*Ficha Técnica: Producción de plomo*” Ministerio para la transformación ecológica de España.

UBILLUS LIMO, Julio. (2003) “*Estudio sobre la presencia del plomo en el medio ambiente de Talara*”. Oficina General del Sistema de Bibliotecas y Biblioteca Central de la UNMSM

VALLÉS Martí, FUENTES Eulàlia, PONX Josefina. (2018) “*El plomo: un problema medioambiental y para la salud*” Departamento de Química Universidad Autónoma de Barcelona Castellano, Santa Lucía, Pinar del Río, Cuba.

UNITED NATIONS. 2002. “*Report of the World Summit on Sustainable Development Johannesburg, South Africa*”. (EEUU). 167p

UPME. (2006). “*Plan de expansión de referencia generación – transmisión 2005*” – 2019. Bogotá, D.C.

WRIGHT, J. (2003). *Environmental Chemistry* (1ra ed.). New York: Routledge



SC-CER96940



“*Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz*”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750