

**Accidentalidad minera en Colombia: perspectiva analítica de la problemática de los riesgos  
mineros por explosiones de gas metano**

Jorge Adalberto Barreto Caldón

Asesor:

Fabian Alejandro Acuña Villarraga

Doctor en Investigación en Ciencias Sociales

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD

Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas

Maestría en Gobierno, Políticas Públicas y Desarrollo Territorial

Colombia

2024

---

Director de Trabajo de Grado  
Dr. Fabian Alejandro Acuña Villarraga

---

Jurado  
Jhoana Elizabeth Zambrano Melo

---

Jurado  
Ángela María Acosta Rosas

### **Dedicatoria**

Quien con sus frases llenas de amor estuvo a mi lado durante este proceso de aprendizaje y apropiación de conocimiento y con su cariño, conocimiento, humildad al igual que con su ayuda desinteresada, me brindó apoyo constante, generando una seguridad en mí donde por más ardua que fuera la actividad, yo, no flaqueara, ni durante la etapa de adquisición de conocimiento y menos en el desarrollo de este proyecto y, por el contrario me hinchara de ánimo para poder continuar hasta culminar; lo que me dio fuerzas para trabajar óptimamente, logrando de esta forma incrementar mi discernimiento y aprendizaje.

Los saberes adquiridos, tanto de ti, como en mi proceso de maestría, aspiro transmitirlos con el fin que sean de utilidad a quien lo requiera, porque el conocimiento no es algo que se aprisione o guarde con recelo, el conocimiento como me enseñaste es algo que se comparte de la mejor manera y sin ningún tipo de interés. Solo agradecimientos salen de lo más profundo de mi ser, por esa ayuda invaluable que recibí de ti en su momento. Con Amor, cariño y aprecio.

**A Maria.**

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mi gratitud por este logro personal al Todopoderoso, que me ha permitido alcanzar cada una de mis metas propuestas en la vida, colocándome en mi andar a personas valiosas que apoyaron este proceso lo que me permitió su culminación.

A todas esas personas que hicieron posible que este trabajo se llevara a cabo con éxito. En especial a aquellas que con su conocimiento hicieron que se tuviera una idea diferente sobre varios aspectos.

A Carol Vanessa Perez Rodriguez, quien, con su insistencia y don de convencimiento, hizo que me interesara, iniciara y culminara con éxito, todo el programa de la maestría.

Al Doctor Fabián Alejandro Acuña Villarraga, por su dedicación y asesoría constante.

A mi hijo. Que igualmente me colaboro y logró que este proceso se llevara a buen término.

De igual forma a la UNAD, directivos y profesores por la oportunidad de desarrollar esta Maestría.

A la ANM. Quien me brindo apoyo con recursos económicos para el logro de este objetivo

¡De todo corazón! ¡Mil gracias a todos!

## Resumen

Una de las actividades económicas más importantes de nuestro país es el Sector Minero, encargado de la extracción y transformación de los recursos naturales no renovables, además de proveer a otras economías las materias primas para generar mayores recursos a nuestro país. De ahí la importancia que, desde el Gobierno Nacional a través de las normas legislativas, se impulse la responsabilidad que se debe tener frente a la seguridad e higiene en las labores mineras con el fin específico de prevenir el alto nivel de accidentalidad que se viene presentando a través de los últimos años en los proyectos de minería. Es por esto que, a través de esta investigación, se realizará un análisis por el método de casos comparados que permitan identificar y determinar si la ocurrencia y su reincidencia de la accidentalidad, se da por los vacíos normativos y/o de procedimiento que generan el reiterado incumplimiento a las condiciones de seguridad en la actividad minera.

***Palabras clave:*** Gas metano, minería, riesgo laboral, política pública, legalidad.

### **Abstract**

One of the most important economic activities in our country is the Mining Sector, responsible for the extraction and transformation of non-renewable natural resources, in addition to providing other economies with raw materials to generate greater resources for our country. Hence the importance that, from the National Government through legislative norms, the responsibility that must be had regarding safety and hygiene in mining work is promoted with the specific purpose of preventing the high level of accidents that are occurring. through recent years in mining projects. This is why, through this research, an analysis will be carried out using the comparative case method that allows us to identify and determine if the occurrence and recurrence of the accident occurs due to the regulatory and/or procedural gaps that generate the repeated non-compliance with safety conditions in mining activity.

**Keywords:** Methane gas, mining, occupational risk, public policy, legality.

## Tabla de contenido

Resumen.....	5
Abstract.....	6
Introducción.....	12
Planteamiento del problema.....	13
Hipótesis o Pregunta de Investigación.....	15
Justificación.....	16
Objetivos.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos específicos.....	17
Revisión de Antecedentes.....	18
Marco Teórico.....	21
Diseño Metodológico del Proyecto.....	29
Resultados.....	56
Proceso de la Agencia Nacional de Minería para realizar la Fiscalización Minera.....	65
Actores de la Fiscalización Minera.....	66
Tipos de Ventilación.....	75
Conclusiones.....	87
Recomendaciones.....	90
Glosario.....	93
Bibliografía.....	95

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Sábana de accidentalidad año 2005-2023, suministrada por la Agencia Nacional de Minería.</i> .....	30
<b>Tabla 2.</b> <i>Emergencias y mortalidad por año.</i> .....	30
<b>Tabla 3.</b> <i>Tipo de accidentes por otras causas y/o sin definir.</i> .....	32
<b>Tabla 4.</b> <i>Tipo de accidentes por riesgo eléctrico.</i> .....	33
<b>Tabla 5.</b> <i>Tipo de accidente minero mecánico</i> .....	34
<b>Tabla 6.</b> <i>Tipo de accidentes por atmósfera contaminada</i> .....	36
<b>Tabla 7.</b> <i>Tipo de accidentes por caída a diferente nivel</i> .....	37
<b>Tabla 8.</b> <i>Tipo de accidentes por derrumbe y/o falla geomecánica</i> .....	38
<b>Tabla 9.</b> <i>Tipo de accidentes registrados por gas metano</i> .....	39
<b>Tabla 10.</b> <i>Tipo de accidentes por incendio</i> .....	40
<b>Tabla 11.</b> <i>Tipo de accidentes por inestabilidad de taludes.</i> .....	41
<b>Tabla 12.</b> <i>Tipo de accidentes por inestabilidad de taludes.</i> .....	42
<b>Tabla 13.</b> <i>Tipo de accidentes por maquinaria pesada</i> .....	43
<b>Tabla 14.</b> <i>Accidentes descritos que conllevan a error.</i> .....	46
<b>Tabla 15.</b> <i>Título Minero 070-89</i> .....	47
<b>Tabla 16.</b> <i>Título Minero 1921T</i> .....	48
<b>Tabla 17.</b> <i>Título Minero 911T</i> .....	51
<b>Tabla 18.</b> <i>Minero BDB-081</i> .....	53
<b>Tabla 19.</b> <i>Minero EHR-081</i> .....	55
<b>Tabla 20.</b> <i>Distribución por PAR o Grupo de los títulos mineros.HR-081</i> .....	59
<b>Tabla 21.</b> <i>Distribución por departamento de los títulos mineros</i> .....	60

<b>Tabla 22.</b> Títulos mineros distribuidos por mineral .....	61
<b>Tabla 23.</b> Títulos mineros por Etapa .....	61
<b>Tabla 24.</b> Distribución figuras con prerrogativa de explotación, por Punto de Atención Regional .....	62
<b>Tabla 25.</b> Títulos Mineros por Puntos de Atención Regional y Grupos de Trabajo .....	64
<b>Tabla 26.</b> Composición de la atmosfera terrestre .....	70
<b>Tabla 27.</b> <i>Densidad de los posibles Gases que se encuentran en la atmosfera minera.</i> .....	71
<b>Tabla 28.</b> <i>Limite permisible del metano según el tipo de labor minera</i> .....	73
<b>Tabla 29.</b> <i>Efectos fisicoquímicos del metano a diferentes niveles de concentración</i> .....	74
<b>Tabla 30.</b> Accidentalidad minera por explosiones de gas metano, a nivel departamental .....	76
<b>Tabla 31.</b> <i>Incremento en porcentaje de la accidentalidad por año</i> .....	77
<b>Tabla 32.</b> Accidentalidad en Minería Ilícita .....	81
<b>Tabla 33.</b> <i>Títulos Mineros con reincidencia</i> .....	83

### Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Emergencias y mortalidad por anualidad</i> .....	31
<b>Figura 2.</b> <i>Tipo de accidentes por otras causas y/o sin definir.</i> .....	33
<b>Figura 3.</b> <i>Tipo de accidentes – Accidente Minero Eléctrico</i> .....	34
<b>Figura 4.</b> <i>Tipo de accidentes – Accidente Minero Mecánico</i> .....	35
<b>Figura 5.</b> <i>Tipo de accidente – Atmósfera Contaminada</i> .....	36
<b>Figura 6.</b> <i>Tipo de accidente – Caída a diferente nivel</i> .....	37
<b>Figura 7.</b> <i>Tipo de accidente – derrumbe y/o falla geomecánica</i> .....	38
<b>Figura 8.</b> <i>Tipo de accidente – Por gas metano</i> .....	40
<b>Figura 9.</b> <i>Tipo de accidente – Por Incendio</i> .....	41
<b>Figura 10.</b> <i>Tipo de accidente – Por Inestabilidad de Taludes</i> .....	42
<b>Figura 11.</b> <i>Tipo de accidente – Por Inundación</i> .....	43
<b>Figura 12.</b> <i>Tipo de accidente – Por maquinaria pesada</i> .....	44
<b>Figura 13.</b> <i>Accidentalidad por departamentos</i> .....	44
<b>Figura 14.</b> <i>Título Minero 070-89</i> .....	48
<b>Figura 15.</b> <i>Título Minero 1921T</i> .....	51
<b>Figura 16.</b> <i>Título Minero 911T</i> .....	53
<b>Figura 17.</b> <i>Título Minero BDB-081</i> .....	54
<b>Figura 18.</b> <i>Título Minero EHR-081</i> .....	55
<b>Figura 19.</b> <i>Estructura organizacional de la VSCSM</i> .....	63
<b>Figura 20.</b> <i>Puntos de Atención Regional – PAR- a nivel Nacional de la Agencia Nacional de Minería</i> .....	67
<b>Figura 21.</b> <i>Sedes de salvamento minero.</i> .....	69

<b>Figura 22.</b> Disposición de los gases según su peso específico (densidad) .....	71
<b>Figura 23.</b> Accidentalidad minera por explosiones de gas metano, a nivel departamental .....	76
<b>Figura 24.</b> Porcentaje de incremento anual de la accidentalidad .....	78
<b>Figura 25.</b> <i>Cierre de Mina (simbólico)</i> .....	80
<b>Figura 26.</b> <i>Accidentalidad en Minería sin título minero</i> .....	82

## Introducción

La minería de carbón es un sector económico enfocado en la explotación, uso, beneficio y transformación de minerales, los cuales requieren para su obtención o extracción, de dos sistemas, sea a cielo abierto o bajo tierra. Los lugares o sitios específicos donde se realiza este tipo de minería deben ser adecuados y aptos para realizar las labores de extracción en condiciones de seguridad e higiene, idóneas para garantizar la salud de los trabajadores (Ministerio de salud y protección Social, Ministerio del Trabajo, Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Adicionalmente, toda labor minera, por sus condiciones intrínsecas, lleva implícita una cantidad de riesgos que pueden ser catalogados como potenciales, puesto que en caso de que se configure un riesgo, este va a generar afectaciones a los trabajadores, a la infraestructura minera y al mismo yacimiento. Así se tiene que, en muchas ocasiones durante el desarrollo del laboreo minero, se presentan accidentes con consecuencias leves, graves y mortales por lo cual es importante determinar sus causas, sus formas de prevención y/o mitigación.

A partir de lo anterior, la presente investigación pretende responder a la pregunta ¿cuál es explicación para que títulos mineros en los cuales se han presentado reincidencias de accidentalidad sigan operando sin control?

En esta investigación se utilizará una metodología cualitativa, por el método de casos comparados, que se fundamentan en una sábana de accidentalidad que conforma la totalidad de los datos con que cuenta la Agencia Nacional de Minería quien funge como Autoridad Minera. Estos datos se encuentran compilados desde el año 2005 hasta la fecha, allí se puede observar la cantidad, causas, tipo y clase de accidentes de los que se ha tenido conocimiento toda vez que estos han sido reportados ante la mencionada autoridad.

## **Planteamiento del problema**

Actualmente, la actividad minera, en especial la extracción de carbón pasa por una etapa de constante y creciente accidentalidad, que se presenta por diferentes causas. En un principio la generación de éstos accidentes se materializó por la presencia de cuatro riesgos específicos a saber: Inundaciones o irrupciones de agua, derrumbes, incendios subterráneos y deflagraciones o explosiones de gas metano combinado en ocasiones con explosiones de polvo de carbón.

Con el paso del tiempo y el incremento de labores mineras subterráneas, se han ido presentando otro tipo de riesgos a raíz de las nuevas tecnologías, que se han implementado en las explotaciones, lo que ha potencializado las causas de accidentalidad, siendo éstos denominados, riesgos eléctricos, mecánicos, caídas al mismo nivel, caídas de diferente nivel, atmósferas contaminadas o deficiencia de oxígeno, fallas geomecánicas, inestabilidad de taludes, inadecuada manipulación de explosivos, descargas eléctricas, atrapamientos entre otros.

La accidentalidad minera en Colombia es una realidad, que involucra tanto a empresarios, titulares, directivos, trabajadores mineros y, en especial a la autoridad minera. Lo anterior lleva a determinar la existencia de un problema por lo que es preciso diagnosticar las acciones que corresponden a cada uno de los intervinientes descritos anteriormente en lo que a responsabilidad se refiere.

La Autoridad Minera, es quien debe y tiene la responsabilidad de verificar que los empresarios o titulares mineros cumplan con todas las normas y temas que corresponden a la seguridad minera, toda vez que, en el marco de sus funciones, debe realizar las actividades de seguimiento y control a las obligaciones que contrae el titular minero, las cuales se dividen en dos etapas. La evaluación documental y las inspecciones de campo, estas actividades son conocidas como fiscalización minera. Se debe tener en cuenta que no solo es responsabilidad del

estado, sino que también es el empresario minero, quien debe velar por la seguridad e integridad de sus trabajadores puesto que él, es el dueño de los riesgos que se lleguen a presentar en la empresa. Así mismo, los trabajadores mineros deben procurar el cuidado integral de su salud en todos los aspectos, cumpliendo las normas, reglamentos e instrucciones impartidas por la empresa.

### **Hipótesis o Pregunta de Investigación**

¿Cuál es explicación para que títulos mineros en los cuales se han presentado reincidencias de accidentalidad sigan operando sin control?

## **Justificación**

El desarrollo de este proyecto de investigación se justifica por la alta tasa de accidentes que se generan en la industria minera, desde el año 2005 hasta el mes de septiembre del año 2023 se han presentado más de 1787 accidentes, ocasionando el deceso de más de 2058 trabajadores mineros. Con relación a lo anterior, no es claro si los accidentes que se presentan constantemente son por desconocimiento de las normas y el incumplimiento a éstas por parte de los titulares mineros, o por descuido de los trabajadores o por falta de control por parte del gobierno nacional.

De acuerdo con lo anterior se busca determinar por qué se siguen presentando altas cifras de accidentalidad especialmente en lo que se refiere a deflagraciones y/o explosiones de gas metano, en repetidas ocasiones y en los mismos títulos mineros; sucesos que cuando ocurren, afectan a una gran cantidad de trabajadores, como es el caso del accidente ocurrido el día 16 de junio de 2010 en el municipio de Amagá, Departamento de Antioquia, en la mina San Fernando, donde una explosión de este gas, causó la muerte a 73 trabajadores mineros.

Aun cuando existe una normativa extensa en seguridad minera, al igual que los medios materiales necesarios y la tecnología en equipos que realizan la medición de la atmósfera al interior de las labores subterráneas, obteniendo datos en tiempo real sobre las cantidades y porcentaje de gases, no se entiende el porqué, se siguen presentando accidentes con saldos de heridos y fatalidades en esta industria.

No existe un consolidado exacto que garantice que los datos que se conocen sobre accidentes mineros contengan la cantidad de víctimas o personas involucradas, y que estos sean reales, únicamente se cuenta con una tabla, libro de Excel, operada por la Autoridad Minera, en la que se compilan los datos de estos accidentes ocurridos desde el año 2005 hasta la fecha.

## Objetivos

### Objetivo General

Identificar en cuanto a los riesgos mineros, la efectividad de las acciones preventivas, obligaciones y competencias, en la aplicación de las normas de seguridad minera y la verificación del cumplimiento de éstas.

### Objetivos específicos

- Identificar el marco normativo que corresponde a la seguridad e higiene minera y la verificación de su cumplimiento y aplicación en la minería de carbón de socavón.
- Determinar los títulos mineros con mayor índice de accidentalidad y su reincidencia por explosiones de gas metano en minería subterránea de carbón.
- Revisar la efectividad en la aplicación de los controles, medidas de prevención y procedimientos exigidos por parte del gobierno nacional para prevenir la accidentalidad minera.

### **Revisión de Antecedentes**

En la revisión de antecedentes, lo cual es el estado del arte para la elaboración del proyecto de investigación, fue necesario acudir a diferentes fuentes, entre las cuales se destacan libros, tesis y artículos de investigación. De igual manera, y teniendo en cuenta que el problema de investigación va de la mano con el cumplimiento de las normas de seguridad minera, y en su momento mencionar las mismas. Existen diferentes formas de aproximarse al conocimiento, tales como estado de la cuestión, estado del arte y revisión bibliográfica, por lo que es necesario precisar el sentido que se le dará a esta parte, donde el estado del arte es una investigación de diferentes documentos lo cuales recogen e interpretan la forma en que se enfocara el objeto a estudiar.

Al analizar diferentes documentos que contienen información similar al caso de estudio, es necesario tener en cuenta los puntos de vista de quienes plasmaron sus ideas, para de esta forma ir revisando las similitudes y discusiones entre estos.

Los escritos hallados y analizados con respecto a la accidentalidad minera, para el caso de las explosiones o deflagraciones de gas metano, no determinan las causas ni responsabilidades, no involucran a los titulares o empresarios mineros, como tampoco al gobierno nacional. Únicamente describe que este gas cuando explota genera muchos accidentes fatales, pero su objeto va encaminado a tratar de aprovechar este gas para su utilización en diferentes áreas energéticas. No se puede dejar de mencionar que lo anterior, aunque es un estudio importante y una loable labor para evitar que se siga incrementando el llamado Efecto Invernadero, estos estudios e investigaciones no se direccionan a la reducción de accidentes por causa de este gas.

Es preciso aclarar que las conclusiones a las que se ha llegado en los diversos estudios descritos a lo largo de esta investigación han indicado que, el gas metano puede ser extraído de los mantos de carbón antes de iniciar la explotación del mineral. Igualmente se han determinado las cantidades de gas presente por cada tonelada de carbón, lo que facilitaría la elaboración de estudios como el planeamiento minero y el programa de ventilación exigido para las labores subterráneas en la norma de seguridad minera.

Por otra parte, el objeto de este estudio se realiza porque son reiteradas las ocasiones en las que se han presentado explosiones de gas metano, no solamente en Colombia sino en diferentes países en que la minería de carbón hace parte de sus industrias, y son eventos que dejan gran cantidad de accidentes con altas fatalidades.

A nivel mundial, las investigaciones sobre las causas que dan origen a que se presenten este tipo de accidentes, son con el fin de determinar las concentraciones de este gas en los diferentes mantos de carbón y la forma en que se inicia la explosión propiamente dicha.

Igualmente, dichos documentos revisados mencionan y describen la necesidad de contar con brigadas de emergencia formadas y capacitadas en la atención de este tipo de accidentes para que en el momento en que se presente un evento, poder prestar ayuda a la mina accidentada de una forma diligente.

De la misma forma y con el fin de prevenir la ocurrencia de más accidentes, se tiene que el Ministerio de Minas y Energía, en diciembre del año 2021, expidió la Política Pública del sistema de gestión de riesgos de desastres para el sector minero energético, esta política hasta el momento no ha sido implementada por lo que se espera que su implementación sea un referente para la prevención de los accidentes mineros.

En este mismo sentido el Grupo de Seguridad y Salvamento Minero, el cual hace parte de la Vicepresidencia de Seguimiento, Control y Seguridad Minera de la Agencia Nacional de Minería en el año 2022, elaboró el documento denominado “*construcción de conocimiento para la gestión de riesgos mineros y aumento de la capacidad de respuesta segura en la atención de emergencias mineras en el territorio nacional*”, este documento fue presentado ante el Departamento Nacional de Planeación, mediante un proyecto de inversión, el cual fue revisado y aprobado. La finalidad de este proyecto de inversión es aumentar la gestión de riesgos, en donde se identificarán, evaluarán y realizarán las acciones que corresponda para lograr la eliminación de estos.

Tanto la Política Pública descrita como el proyecto de inversión en caso que se dé aplicación a los fines por los cuales se suscribieron, serán de una herramienta de gran utilidad para lograr que la accidentalidad minera se vea reducida.

## Marco Teórico

Una de las características más importantes del problema de este proyecto, se debe a que diariamente, se presentan accidentes que generan una cantidad considerable de trabajadores mineros afectados, los cuales en ocasiones dan como resultado personas en condición de discapacidad y en eventos más graves un alto índice de mortalidad.

Existe diferentes tipos de literatura que narran y describen situaciones sobre la accidentalidad minera, sin que se haya observado un texto que describa y concluya de forma clara las responsabilidades sobre la aplicabilidad de las normas en seguridad e higiene minera y la exigencia o verificación del cumplimiento a las mismas por parte de las autoridades correspondientes.

Se determina que, dentro de la bibliografía recopilada, los textos analizados van centrados a manifestar las situaciones sobre concentraciones de gas metano, sus consecuencias, cantidades presentes en el carbón, su forma de captación, y otros temas como se puede observar en diferentes trabajos y escritos sobre esta cuestión. De estos textos y fuentes de otros autores que se utilizaron para abordar el tema de interés, se describen a continuación:

La Secretaría de Estado de Energía, desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa de la dirección general de política energética y de minas, *en su texto estudio de metano en capa de carbón (CBM): Estado del arte y posibilidades de las cuencas de la zona norte de león de España*, menciona que, “durante la explotación del carbón por minería subterránea, las emisiones de metano constituyen uno de los principales problemas de seguridad en las minas, pues da lugar a problemas de asfixia de los mineros o de explosiones. Así mismo, indica que a través del tiempo se han producido muchos desastres por explosiones de grisú, que es la mezcla del gas metano con el aire y éstas a su vez activan de acuerdo con la reacción en cadena, otra

explosión de polvo de carbón”. (extraído de la Introducción, pág. 4, párrafo 3). (EMPRESA, 2004)

Lo anterior, describe la peligrosidad que genera la no aplicación de las medidas de seguridad, la importancia de este artículo radica en que se determina que el gas objeto de estudio, al igual que en este país y en otros países es una de las causas de desastres cuando explota como también cuando se encuentra por encima de un 15% en volumen lo que genera asfixia a los trabajadores.

Así mismo, los autores Jorge Eliécer Mariño-Martínez, Marco Tulio Ortegón Cuéllar y Natalia Mariño Santos. *En su escrito denominado Evaluación de las posibilidades de desgasificación en minas de carbón de Socotá (Boyacá, Colombia)*, se observa que se hace mención a que el carbón es uno de los “principales minerales que generan energía, aunque a su vez, produce y almacena gas metano”, el cual no se utiliza y en cambio a parte que causa accidentes y explosiones es uno de los principales gases de efecto invernadero, describen igualmente estos autores que en el departamento de Boyacá, se presentan accidentes con mucha frecuencia y que anualmente pueden perder la vida un promedio de 20 personas (Mariño Martínez, 2016)

En este estudio la parte interesante que aporta al presente trabajo se basa en que describe que el gas metano es causante de accidentes y explosiones los cuales se presentan constantemente, demostrando con esto la peligrosidad de este gas, aunque el estudio no especifica el porqué de las reincidencias o sus causas.

Agregando a este análisis otro apunte, se considera necesario mencionar que la autora Maritza Aguilar Vélez, en su artículo. *Prevención y Control del Metano en Minería Subterránea de Carbón como Oportunidad de Proyectos Sostenibles en Colombia*, manifiesta que, “entre las

tareas primordiales en Colombia, está la de prevenir y controlar situaciones graves que se han presentado debido a explosiones por gases y, los retos planteados para mejorar las condiciones, y que estas tareas parten de una evaluación que demuestre el cumplimiento de la normativa legal, ambiental y, de seguridad y salud en el trabajo” (Pág. 10, párrafo 3) (Vélez, 2018).

Lo planteado por la autora, es de suma importancia toda vez que, si se debe prevenir la ocurrencia de cualquier tipo de accidente por esta causa, aunque no se describe una forma para realizar esta prevención como tampoco se plasma de qué forma se llevaría a cabo el control sugerido para que se cumpla con la normativa minera.

Aunado a lo anterior se puede incorporar lo que manifiesta Gloria Catalina Gheorghe, la cual hace una presentación denominada. *Estudio de caso de una explosión de metano y polvo de carbón*, allí se dan las cifras de accidentalidad y se determina que las fallas geomecánicas (derrumbes al interior de las labores subterráneas) son el acontecimiento que más se presenta en el país, seguido por las explosiones de gas metano, asociado en ocasiones a polvo de carbón y que estas explosiones son el suceso más catastrófico. Concluye su presentación, manifestando que las circunstancias presentadas por explosiones no deben ser atribuidos solo al error humano, fallas en los equipos o condiciones ambientales, debido a que pueden ser el resultado de la interacción entre diferentes factores de riesgo de un complejo sistema socio- técnico (Gheorghe, 2020).

Importante acotación, pero es de analizar que existe un decreto denominado Reglamento de seguridad en labores mineras subterráneas el cual es muy específico y claro en lo que se refiere a las disposiciones y obligaciones que debe realizar el titular de un contrato minero, especialmente en lo que se refiere al cumplimiento de contar con un plan de ventilación y de un plan de sostenimiento.

Así las cosas, en caso de que se cumpliera cabalmente el decreto mencionado, los riesgos mineros por causa de atmósferas inadecuadas, al igual que por caída de rocas, derrumbes o fallas geomecánicas, serían mínimos.

Estos textos de investigación dejan un aprendizaje importante en lo que se refiere a cantidades de metano en las labores subterráneas y la forma en que se lograría desgasificar estos mantos de carbón, pero no son claros en definir por qué después de tantos años de estudio e investigaciones al respecto, se siguen presentando accidentes por esta causa.

No obstante, dentro de los documentos analizados, se pudo observar en el documento denominado “*Desastre minero de pasta de conchos*”, el cual describe un evento en el que se presentó un accidente cobrando la vida de 65 mineros, accidente que fue ocasionado por la acumulación de gas metano, donde se pudo comprobar que una mina de carbón de propiedad del grupo México, ubicada en el municipio denominado San Juan en el estado de Coahuila, no cumplía con las regulaciones de seguridad. Esto ocurrió en el año 2006.

De acuerdo con los datos revisados en el caso anterior, se puede mencionar que esta labor minera desde el año 2000 venía presentando anomalías toda vez que, en los informes de seguridad en la última inspección, se halló un aproximado de 43 violaciones directas a la norma de seguridad e higiene y quienes realizaron esta inspección, ordenaron 48 medidas o requerimientos, la mayoría de estos para dar aplicación inmediata. Igualmente, este documento describe textualmente que las autoridades desatendieron la verificación del cumplimiento a estas violaciones puesto que no se realizó una inspección posterior, que verificara la subsanación de las fallas detectadas días antes. (Extraído documento Desastre Minero de Pasta de conchos)

No es entendible por qué después que se presenta una explosión de este tipo, a sabiendas que las causas fueron el incumplimiento a la normativa minera en lo que se refiere a seguridad de

personas y bienes, las empresas continúan realizando sus actividades como si nada hubiese ocurrido o si las fatalidades que se presentaron no tuvieran la injerencia necesaria para tomar acciones que conlleven a evitar que este tipo de situaciones se sigan presentado.

La normativa en seguridad de minas de Colombia, como lo son el Decreto 2655 de 1988, en su artículo 55, numeral 5, es muy específica en su contenido en lo que se refiere a multa y/o caducidad a los proyectos mineros que las incumplan; la ley 685 de 2001, artículo 97, seguridad de personas y bienes, indica que se deberán adoptar y mantener las medidas y disponer del personal y de los medios materiales necesarios para preservar la vida e integridad de las personas vinculadas a la empresa y eventualmente de terceros, de conformidad con las normas vigentes sobre seguridad, higiene y salud ocupacional. Igualmente, el decreto 1886 del 2015, Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas, en su artículo 35 establece que toda labor de este tipo, debe contar con un plan de ventilación que garantice las condiciones adecuadas de la atmosfera minera.

No es claro determinar si los controles a la aplicación de las normas en seguridad minera se realizaban y en qué forma al igual se menciona el por qué, desde el año 2005 y hasta la fecha, el gobierno nacional, no haya actuado sobre este tipo de situaciones adversas, planteando algún modelo de medida, ni sanción que sea efectiva y que genere conciencia para de esta forma garantizar y evitar que se sigan presentado estas emergencias.

Considerando todos los estudios realizados con respecto a explosiones de gas metano, faltaría investigar sobre los factores personales y de trabajo presentes en las minas subterráneas de carbón en el momento en que han ocurrido estas catástrofes, para de esta forma enfocar los controles y lograr superar la falta de entendimiento y facultad de los operarios o trabajadores para adelantar la actividad o tarea asignada.

Relevante es aumentar en los trabajadores, el estímulo de realizar las labores de forma óptima, verificando si estos son inadecuados, con el fin que se incremente el interés en realizar las actividades de forma agradable, evitando que el colaborador sufra daños en su integridad.

Lograr que no se trate de ahorrar tiempo o esfuerzo tratando de hacer la tarea en menos tiempo del estipulado evitando incomodidades, así mismo impedir que se genere en los trabajadores el logro de la atención de los demás, y que se expresen hostilidades. Como también determinar si existen problemas o discapacidades físicas o mentales.

Igualmente se determinaría si al interior de las empresas mineras, existe falta de normativa de trabajo o estas no son apropiadas. Si el diseño o el cuidado de las máquinas, equipos e instalaciones es inadecuado. Si los hábitos de trabajo son los correctos o por el contrario son incorrectos. Verificar el uso y deterioro normal de equipos y herramientas, y si éstos son utilizados de forma anormal e incorrecta.

Lo anterior se llevaría a cabo o se investigaría para lograr una gestión adecuada con el fin de eludir, minimizar o reducir todos y cada uno de los riesgos mineros, especialmente las explosiones de gas metano.

Algo que se debe tener en cuenta, es la autonomía empresarial donde el beneficiario de un título minero realiza estas actividades, bajo su cuenta y riesgo, quedando sometido al cumplimiento de la normatividad en materia minera. Por otra parte, todo empresario minero debe dar cumplimiento a lo que se exige en estas normas.

De la misma manera se tiene que el Decreto 1072 de 2015, estableció el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (SG-SST), el cual debe ser implementado por todos los empleadores y consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua, lo cual incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la

evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en los espacios laborales.

Vale la pena mencionar que en la actualidad la forma que el gobierno nacional realiza la verificación de que los titulares mineros den cumplimiento a las normas mineras de seguridad e higiene minera, es mediante la fiscalización, procedimiento que está a cargo de la Agencia Nacional de Minería.

De acuerdo con lo anterior, se hace presencia a nivel nacional a través de doce (12) Puntos de Atención Regional – PAR, en poblaciones donde prolifera la minería, los cuales se describen a continuación:

Bogotá, Nobsa, Bucaramanga, Medellín, Cúcuta, Valledupar, Cartagena, Manizales, Ibagué, Cali, Pasto y Quibdó.

Dentro de las actividades que se ejecutan durante la inspección de fiscalización a un título minero, se verifica el incumplimiento a las normas de seguridad e higiene minera y se determina si existe algún tipo de riesgo que pueda afectar la salud e integridad de las personas y si esto llega a ocurrir, inmediatamente se ordena la suspensión de las labores y la evacuación de los trabajadores que se encuentren en el lugar, lo anterior se lleva a cabo, mediante acta suscrita entre el representante de la autoridad minera y el empresario minero o testigos si los hubiere.

Acto seguido, de la orden impartida, se compulsa copia a la alcaldía del municipio correspondiente quien, por mandato legal, por ser la máxima autoridad en el municipio, es la encargada de realizar el respectivo cierre, como también es quien verifica que se esté dando cumplimiento a la medida de cierre, mientras se toman los correctivos del caso.

Vale la pena aclarar que este tipo de situaciones no son agradables para ningún alcalde, toda vez que se presume que los titulares mineros, empleadores mineros, o explotadores mineros,

en ocasiones pueden ser allegados de estas autoridades municipales, por lo que nunca se llevaría a cabo un proceso adecuado sobre el cumplimiento a la orden de cierre por riesgo de accidente.

En todos los aspectos gubernamentales, ya sea, a nivel nacional o a nivel regional, son las autoridades, minera, ambiental y municipal, quienes deben ser garantes del cumplimiento a las normas, en este caso las que regulan la actividad minera específicamente la relacionada con los temas que garanticen la seguridad de personas y bienes.

## **Diseño Metodológico del Proyecto**

La investigación, se realiza con el fin de determinar las causas del porqué, a pesar de que existe una extensa normativa en seguridad minera, se siguen presentando accidentes mortales, especialmente las ocasionadas por explosiones de gas metano, sin que el gobierno nacional y/o local, intervenga de manera clara en la exigencia de la aplicación de la norma, habida cuenta que sigue en aumento su frecuencia con respecto a la reincidencia y nivel de impacto en la sociedad.

Sobre lo anterior se hará especial énfasis en la reincidencia de accidentalidad por explosiones de gas metano, puesto que cada vez que ocurre un evento de este tipo, las consecuencias son catastróficas por las características que este reviste.

La metodología que se va a utilizar para desarrollar el presente trabajo, como se mencionó en párrafos anteriores, será una metodología cualitativa, por el método de casos comparados, entre los diferentes títulos mineros que han presentado reincidencia en su accidentalidad y la finalidad, es analizar la intervención del estado colombiano a través del Ministerio de Minas y Energía, de igual forma, las actuaciones que realiza la autoridad minera en lo que se refiere a reducir la ocurrencia de accidentes, en éstos títulos mineros .

Para el avance de este proceso, se tomó como fuente de información los datos suministrados por la Agencia Nacional de Minería, en espacio de tiempo desde el año 2005 al 2023, respecto de las emergencias reportadas, registradas y atendidas por la mencionada entidad tanto en títulos mineros como también al igual que en explotaciones ilícitas, datos que se resumen y que se indica en las tablas 1 y 2, descritas a continuación:

}

**Tabla 1.**

*Sábana de accidentalidad año 2005-2023, suministrada por la Agencia Nacional de Minería.*

No. de accidentes registrados	Desde	hasta	No. Departamentos donde se registra el accidente	Clasificación de los accidentes	No. de personas involucradas	No. de heridos	No. de fallecidos
1787	4/04/2005	5/09/2023	19	13	4910	1003	2058

**Nota:** Representa el índice de accidentabilidad del año 2005-2023. **Fuente:** Agencia Nacional de Minería

**Tabla 2.**

*Emergencias y mortalidad por año.*

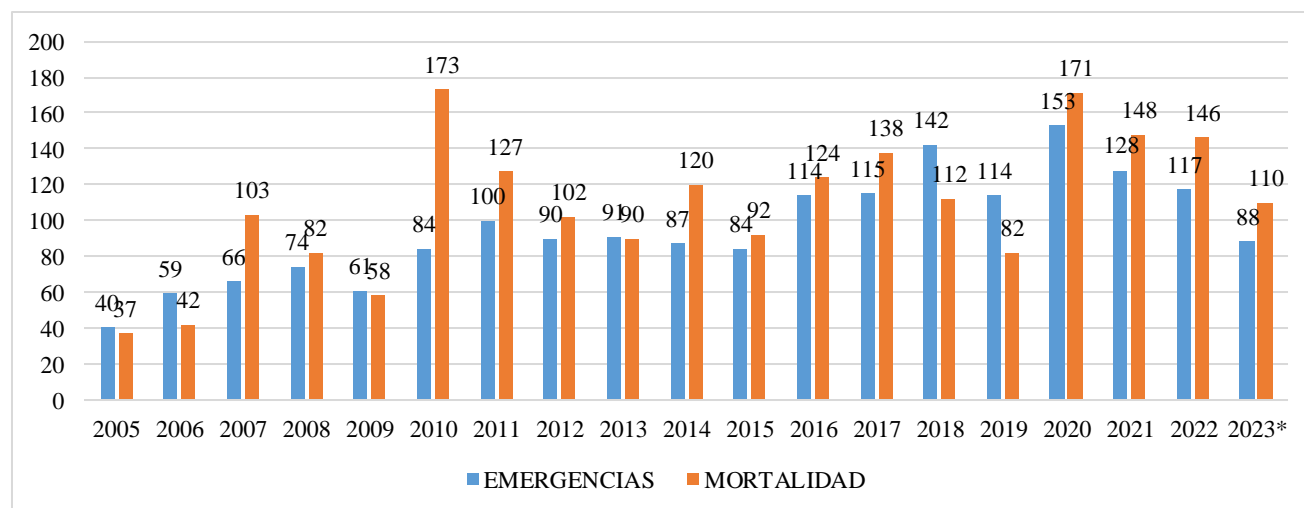
Año	Emergencias registradas	Mortalidad
2005	40	37
2006	59	42
2007	66	103
2008	74	82
2009	61	58
2010	84	173
2011	100	127
2012	90	102
2013	91	90
2014	87	120
2015	84	92
2016	114	124
2017	115	138
2018	142	112
2019	114	82

<b>2020</b>	153	171
<b>2021</b>	128	148
<b>2022</b>	117	146
<b>2023*</b>	88	110
<b>Total</b>	<b>1807</b>	<b>2058</b>

*Nota:* Emergencias y mortalidad de años 2005-2023. *Fuente:* Agencia Nacional de Minería

**Figura 1.**

*Emergencias y mortalidad por anualidad*



*Nota:* Figura de las emergencias y mortalidad de años 2005-2023. *Fuente:* Agencia Nacional de Minería (2023).

De lo anterior se indica que las emergencias presentadas en la última década van en aumento y con consecuencias que pueden ser catalogadas como catastróficas. Como se ha mencionado con anterioridad, la minería es una de las actividades económicas más importantes de nuestro país, por lo cual fue imprescindible identificar geográficamente cuales son los departamentos que reportan mayor índice de accidentes, número de heridos y fallecidos por

diferentes causas de acuerdo con la denominación que indica la Agencia Nacional de Minería en su sábana de accidentalidad, esta información se desglosa en las tablas y gráficos siguientes.

**Tabla 3.**

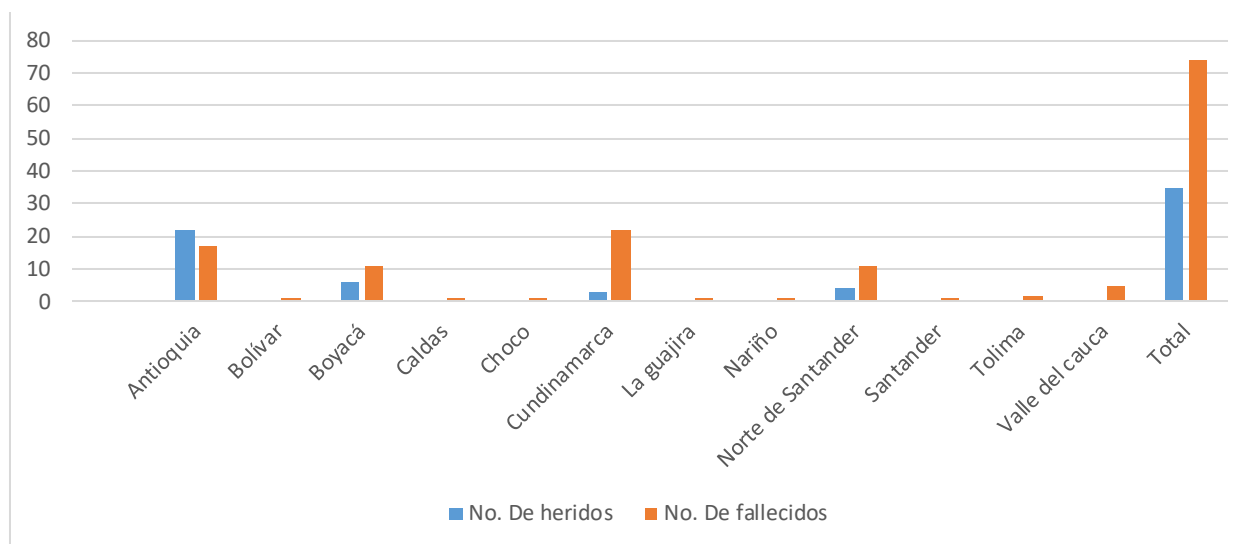
*Tipo de accidentes por otras causas y/o sin definir.*

<b>Otras causas (por determinar, datos inexactos)</b>		
<b>Departamento</b>	<b>No. De heridos</b>	<b>No. De fallecidos</b>
Antioquia	22	17
Bolívar	0	1
Boyacá	6	11
Caldas	0	1
Choco	0	1
Cundinamarca	3	22
La guajira	0	1
Nariño	0	1
Norte de Santander	4	11
Santander	0	1
Tolima	0	2
Valle del cauca	0	5
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>74</b>

**Nota:** Tabla que representa el tipo de accidentes por otras causas y/o mortalidad de los años 2005-2023. **Fuente:** Agencia Nacional de Minería.

**Figura 2.**

*Tipo de accidentes por otras causas y/o sin definir.*



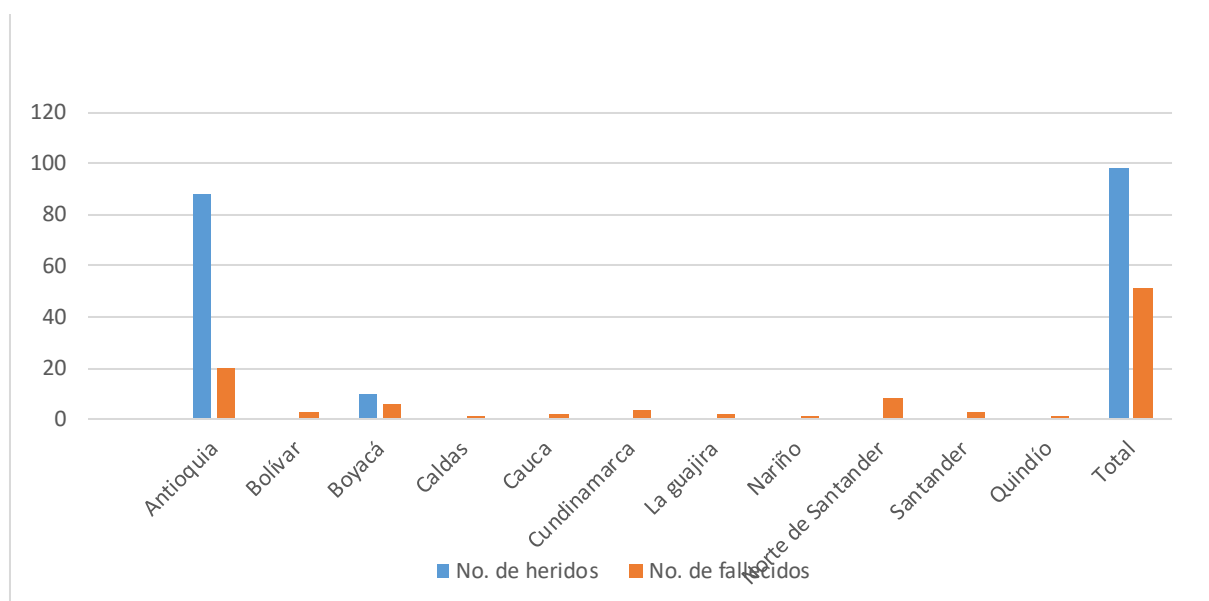
*Fuente:* Agencia Nacional de Minería (2022).

**Tabla 4.**

*Tipo de accidentes por riesgo eléctrico*

Departamento	No. de heridos	No. de fallecidos
Antioquia	88	20
Bolívar	0	3
Boyacá	10	6
Caldas	0	1
Cauca	0	2
Cundinamarca	0	4
La guajira	0	2
Nariño	0	1
Norte de Santander	0	8
Santander	0	3
Quindío	0	1
Total	98	51

*Nota:* Esta tabla que representa el Tipo de accidentes por riesgo eléctrico de los años 2005-2023.

**Figura 3.***Tipo de accidentes – Accidente Minero Eléctrico**Fuente:* Agencia Nacional de Minería, (2023).**Tabla 5.***Tipo de accidente minero mecánico*

<b>Accidente Minero Mecánico</b>		
<b>Departamento</b>	<b>No. de heridos</b>	<b>No. de fallecidos</b>
Antioquia	40	21
Bolívar	0	3
Boyacá	13	42
Caldas	0	1
Cauca	0	1
Cesar	1	6
Cundinamarca	20	68
La guajira	12	8
Magdalena	0	1
Nariño	0	1
Norte de Santander	11	18

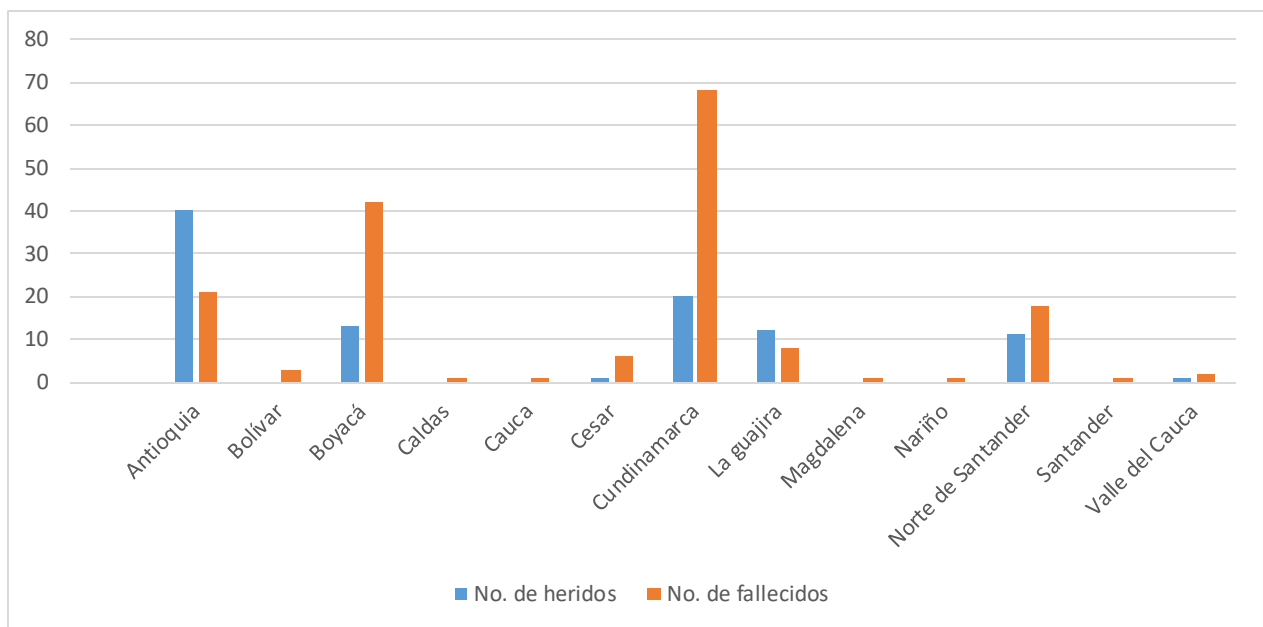
Santander	0	1
Valle del Cauca	1	2
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>173</b>

**Nota:** Esta tabla que representa el Tipo de accidente minero mecánico de los años 2005-2023.

**Fuente:** Agencia Nacional de Minería.

**Figura 4.**

*Tipo de accidentes – Accidente Minero Mecánico*



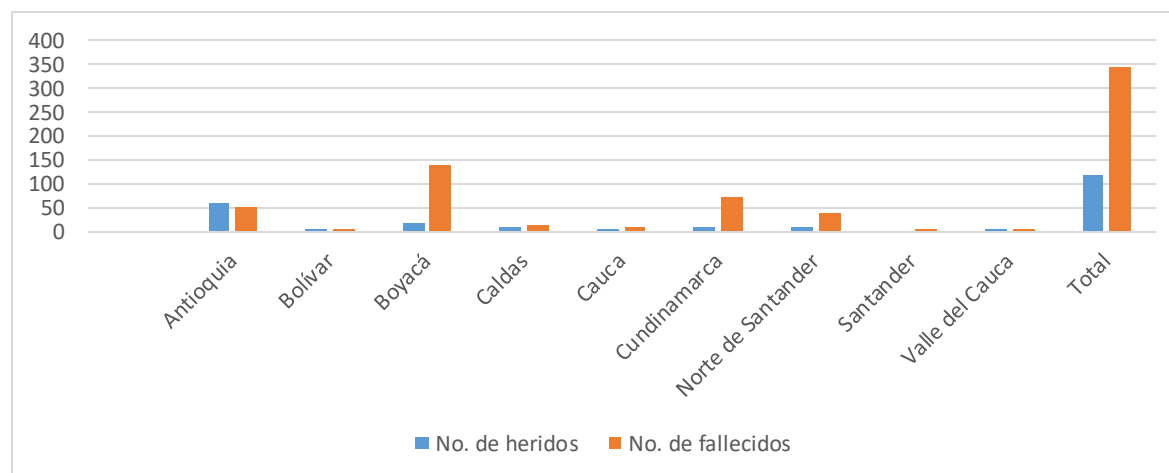
**Fuente:** Agencia Nacional de Minería, (2023).

**Tabla 6.***Tipo de accidentes por atmósfera contaminada*

Accidente atmósfera contaminada		
Departamento	No. de heridos	No. de fallecidos
Antioquia	60	50
Bolívar	1	6
Boyacá	19	140
Caldas	10	14
Cauca	4	8
Cundinamarca	11	72
Norte de Santander	12	41
Santander	0	7
Valle del Cauca	1	7
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>345</b>

**Nota:** Esta tabla que representa el Tipo de Accidente atmósfera contaminada de los años 2005-2023.

**Fuente:** Agencia Nacional de Minería.

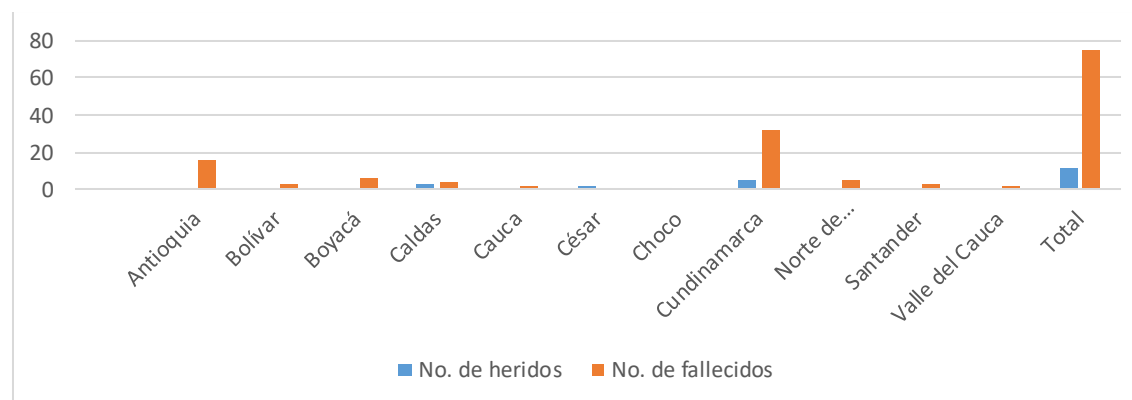
**Figura 5.***Tipo de accidente – Atmósfera Contaminada*

**Fuente:** Agencia Nacional de Minería (2023).

**Tabla 7.***Tipo de accidentes por caída a diferente nivel*

Accidente caído a diferente nivel		
Departamento	No. de heridos	No. de fallecidos
Antioquia	0	16
Bolívar	0	3
Boyacá	1	6
Caldas	3	4
Cauca	0	2
César	2	1
Choco	0	1
Cundinamarca	5	32
Norte de Santander	0	5
Santander	1	3
Valle del Cauca	0	2
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>75</b>

*Nota:* Esta tabla que representa el Tipo de accidentes por caída a diferente nivel de los años 2005-2023. *Fuente:* Agencia Nacional de Minería (2023).

**Figura 6.***Tipo de accidente – Caída a diferente nivel*

*Fuente:* Agencia Nacional de Minería (2023).

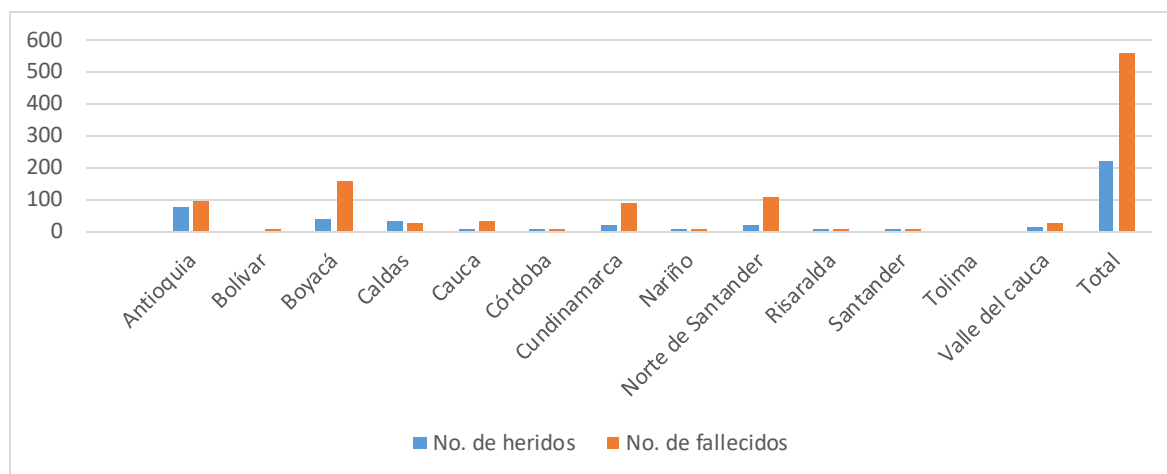
**Tabla 8.***Tipo de accidentes por derrumbe y/o falla geomecánica*

<b>Accidente derrumbe/falla geomecánica</b>		
<b>Departamento</b>	<b>No. de heridos</b>	<b>No. de fallecidos</b>
<b>Antioquia</b>	74	95
<b>Bolívar</b>	0	5
<b>Boyacá</b>	38	161
<b>Caldas</b>	35	28
<b>Cauca</b>	8	33
<b>Córdoba</b>	3	1
<b>Cundinamarca</b>	20	91
<b>Nariño</b>	2	3
<b>Norte de Santander</b>	19	107
<b>Risaralda</b>	2	2
<b>Santander</b>	2	10
<b>Tolima</b>	0	0
<b>Valle del cauca</b>	15	26
<b>Total</b>	<b>218</b>	<b>562</b>

*Nota:* Esta tabla que representa el Tipo de accidentes por derrumbe y/o falla geomecánica de los años 2005-2023.

*Fuente:* Agencia Nacional de Minería.

**Figura 7.***Tipo de accidente – derrumbe y/o falla geomecánica*



*Fuente:* Agencia Nacional de Minería.

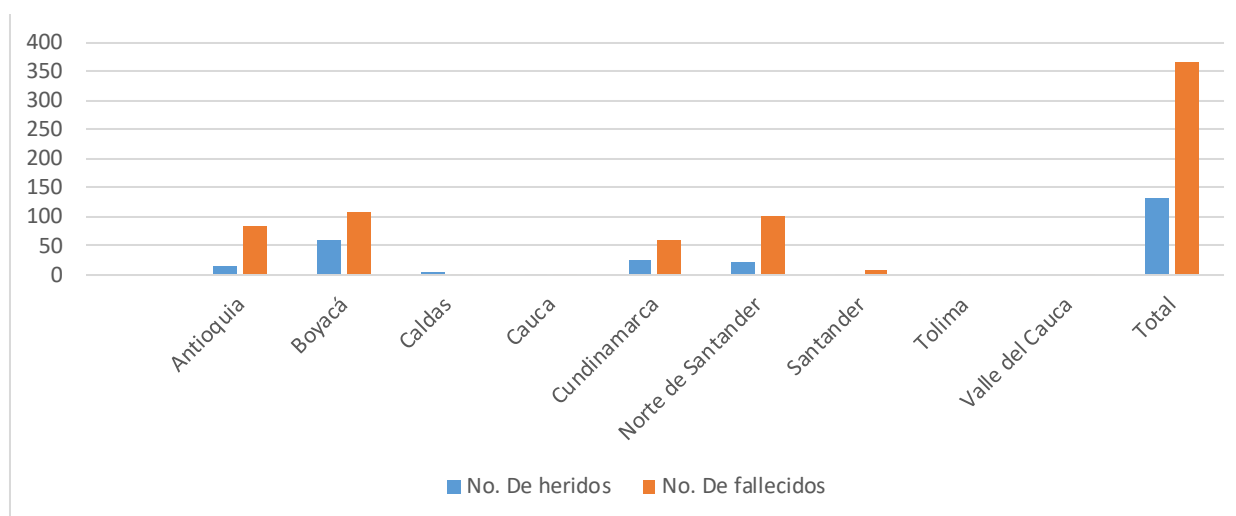
**Tabla 9.**

*Tipo de accidentes registrados por gas metano*

<b>Accidente por explosión de gas metano</b>		
<b>Departamento</b>	<b>No. De heridos</b>	<b>No. De fallecidos</b>
<b>Antioquia</b>	16	84
<b>Boyacá</b>	59	107
<b>Caldas</b>	4	1
<b>Cauca</b>	1	1
<b>Cundinamarca</b>	27	61
<b>Norte de Santander</b>	23	102
<b>Santander</b>	2	8
<b>Tolima</b>	2	1
<b>Valle del Cauca</b>	0	3
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>368</b>

*Nota:* Esta tabla que representa el Tipo de accidentes registrados por gas metano de los años 2005-

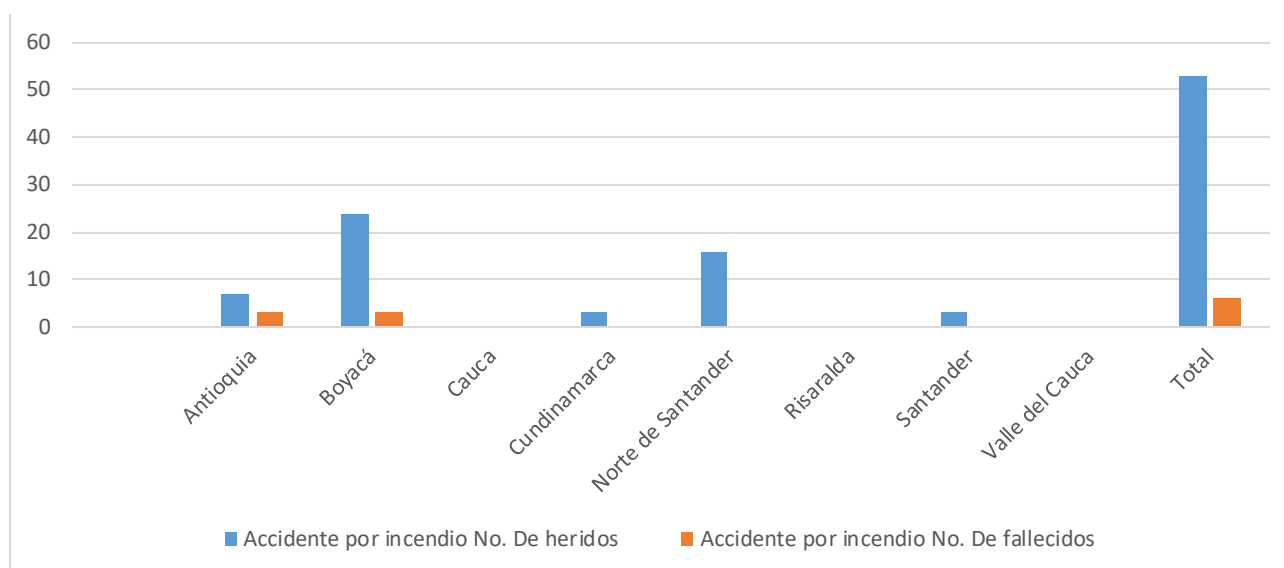
2023. *Fuente:* Agencia Nacional de Minería.

**Figura 8.***Tipo de accidente – Por gas metano***Fuente:** Agencia Nacional de Minería, (2023).**Tabla 10.***Tipo de accidentes por incendio*

<b>Accidente por incendio</b>		
<b>Departamento</b>	<b>No. De heridos</b>	<b>No. De fallecidos</b>
Antioquia	7	3
Boyacá	24	3
Cauca	0	0
Cundinamarca	3	0
Norte de Santander	16	0
Risaralda	0	0
Santander	3	0
Valle del Cauca	0	0
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>6</b>

**Nota:** Esta tabla que representa el Tipo de accidentes por incendio de los años 2005-2023. **Fuente:**

Agencia Nacional de Minería.

**Figura 9.***Tipo de accidente – Por Incendio***Fuente:** Agencia Nacional de Minería, (2023).**Tabla 11.***Tipo de accidentes por inestabilidad de taludes*

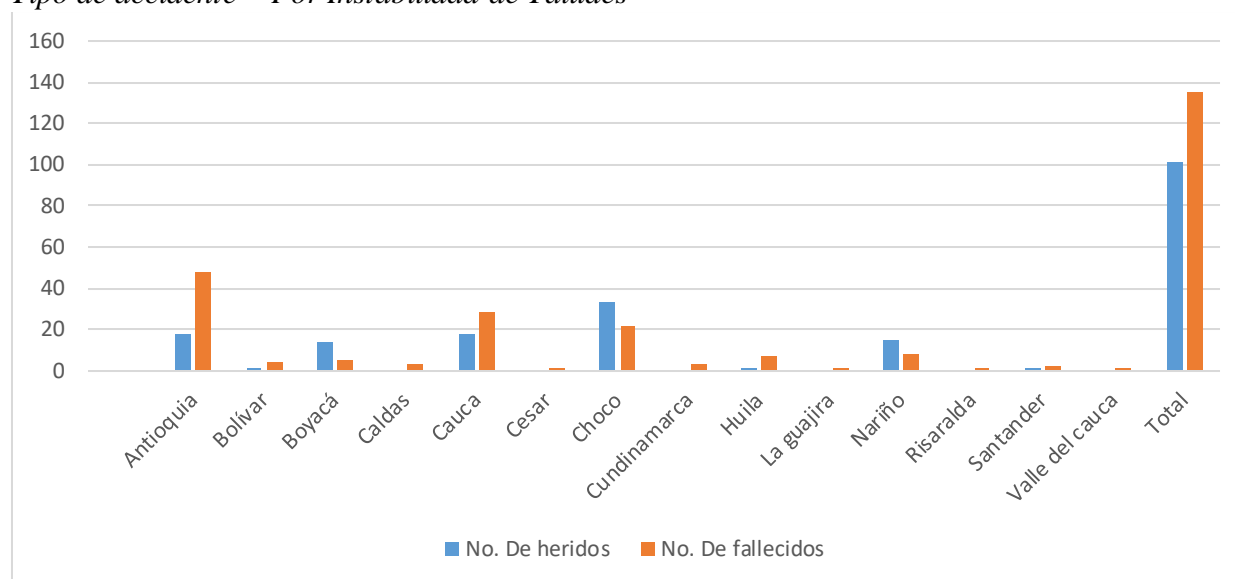
Accidente por inestabilidad de taludes		
Departamento	No. De heridos	No. De fallecidos
Antioquia	18	48
Bolívar	1	4
Boyacá	14	5
Caldas	0	3
Cauca	18	29
Cesar	0	1
Choco	33	22
Cundinamarca	0	3
Huila	1	7
La guajira	0	1
Nariño	15	8
Risaralda	0	1

Santander	1	2
Valle del cauca	0	1
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>135</b>

**Nota:** Esta tabla que representa el Tipo de accidentes por inestabilidad de taludes de los años 2005-2023. **Fuente:** Agencia Nacional de Minería, (2023).

**Figura 10.**

*Tipo de accidente – Por Inestabilidad de Taludes*



**Fuente:** Agencia Nacional de Minería, (2023).

**Tabla 12.**

*Tipo de accidentes por inundación*

<b>Accidente por inundación</b>		
<b>Departamento</b>	<b>No. De heridos</b>	<b>No. De fallecidos</b>
<b>Antioquia</b>	9	43
<b>Boyacá</b>	2	4
<b>Caldas</b>	0	31
<b>Cauca</b>	2	5
<b>Cundinamarca</b>	1	3
<b>Norte de Santander</b>	1	5
<b>Santander</b>	0	2

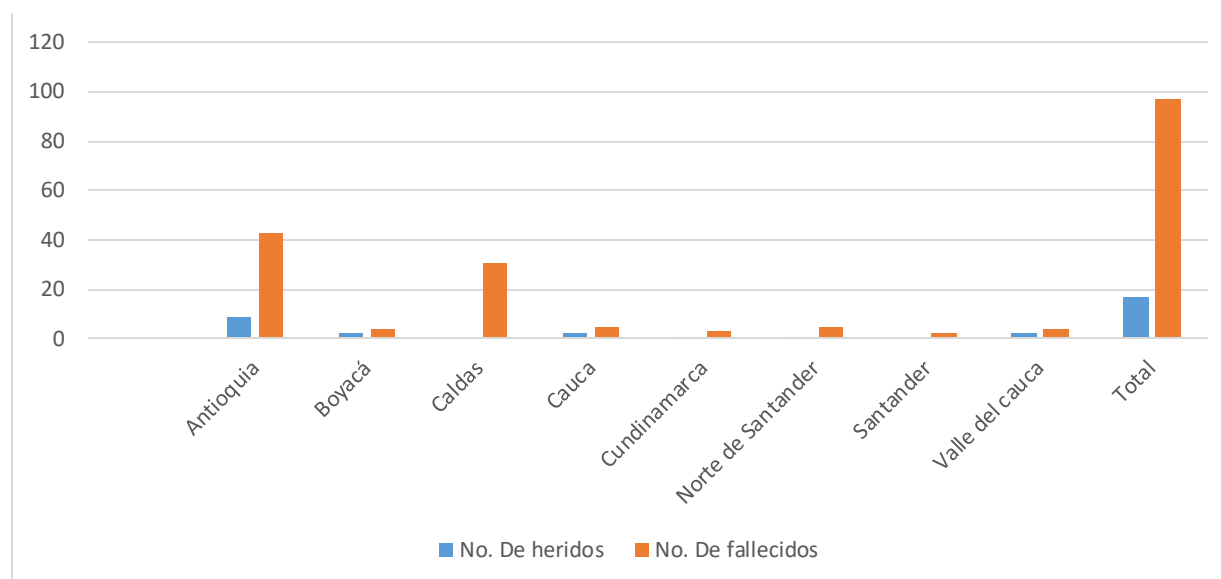
<b>Valle del cauca</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>97</b>

*Nota:* Esta tabla que representa el Tipo de accidentes por inundación de los años 2005-2023.

*Fuente:* Agencia Nacional de Minería, (2023).

**Figura 11.**

*Tipo de accidente – Por Inundación*



*Fuente:* Agencia Nacional de Minería, (2023).

**Tabla 13.**

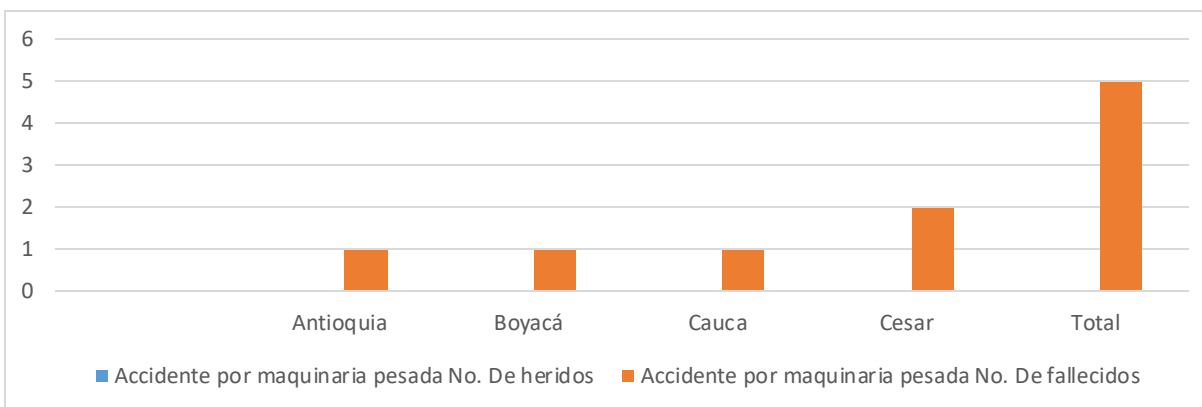
*Tipo de accidentes por maquinaria pesada*

<b>Accidente por maquinaria pesada</b>		
<b>Departamento</b>	<b>No. De heridos</b>	<b>No. De fallecidos</b>
<b>Antioquia</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Boyacá</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Cauca</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Cesar</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>5</b>

**Nota:** Esta tabla que representa el Tipo de accidentes por maquinaria pesada de los años 2005-2023. **Fuente:** Agencia Nacional de Minería, (2023).

**Figura 12.**

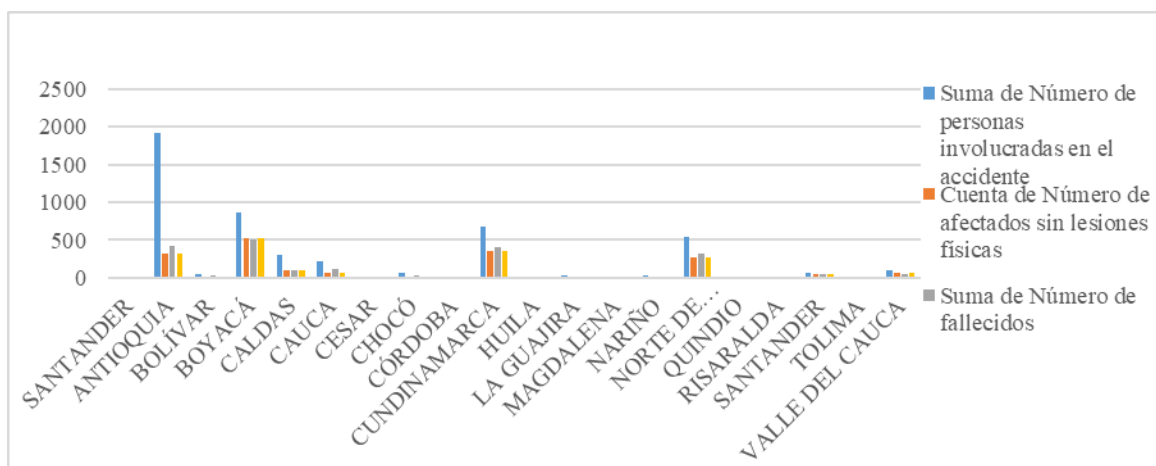
*Tipo de accidente – Por maquinaria pesada*



**Fuente:** Agencia Nacional de Minería, (2023).

**Figura 13.**

*Accidentalidad por departamentos*



**Fuente:** Autor.

Analizando cada uno de los datos anteriores, se puede resaltar que los departamentos con mayor índice de accidentalidad son Antioquía, Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander, por

lo que es importante determinar la reincidencia en los mismos y la intervención del gobierno nacional constatando que acciones se han llevado a cabo para evitar que este tipo de casos se sigan presentando, con el agravante que estos títulos mineros siguen operando.

Sin embargo, observando detenidamente la sábana de accidentalidad con que cuenta la Autoridad Minera, se ha encontrado falencias en la elaboración de dicha información, toda vez que se registran datos no confiables e inexactos, ejemplo, en la denominación del tipo de accidente registrado, encontrando que se confunde y mezclan las diferentes explosiones como es el caso de gas metano, explosivos y combustibles, lo cual es adverso dado que son orígenes totalmente diferentes lo que conlleva a errores y mal interpretación de los datos consolidados.

Otro hallazgo evidente es la denominación de las condiciones en las que ocurren los accidentes puesto que no hay uniformidad al momento del registro de estos, que permita identificar con certeza su causa, como ejemplo, municipios que no corresponden al departamento en mención, igual se registran causas indeterminadas cuando en la descripción de dicho accidente claramente se observa cual fue la razón exacta para que se presentara el accidente respectivo.

De lo anterior se ejemplifica el accidente registrado en la sábana de accidentalidad con número de consecutivo 108, ocurrido, el día 24 de abril de 2007 en el departamento de Antioquia y cuya descripción indica en tipo de accidente “otros” y en la descripción figura que fue por el uso de explosivo artesanal “ilegal o de fabricación casera”.

**Tabla 14.**

*Accidentes descritos que conllevan a error.*

<b>Fecha del accidente</b>	<b>Mineral explotado en la mina del accidente</b>	<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>	<b>Vereda</b>	<b>Código expediente</b>	<b>Tipo de accidente</b>	<b>Descripción del accidente</b>
<b>24/04/2007</b>	carbón	Antioquia	Amagá	Ferreria	C11262011	otros	uso de explosivo artesanal

**Nota:** Esta tabla representa los accidentes descritos que conllevan a error de los años 2005-2023.

**Fuente:** Agencia Nacional de Minería.

Después de depurar los eventos anteriores, por tipo de accidente y causa de los mismos, se observa que existen 216 títulos mineros que registran reincidencia, por lo anterior y con el fin de realizar un análisis ajustado a la realidad, se toma como muestra cinco accidentes de los cuales se hará especial énfasis en los ocurridos por explosiones de gas metano, teniendo en cuenta que este tipo de eventos generan un nivel catastrófico y un impacto negativo para la actividad minera, cada vez que se presentan. A continuación, se relacionan las placas con las que se identifican los títulos mineros en mención, 070-89 ubicado en el departamento de Boyacá, 1921T y 911T ubicados en el Departamento de Cundinamarca, BDB-081 y EHR-081 ubicados en el Departamento de Norte de Santander:

**Tabla 15.***Título Minero 070-89*

<b>Fecha del accidente</b>	<b>Departamento</b>	<b>Código expediente</b>	<b>Tipo de accidente</b>	<b>No. De personas involucradas en el accidente</b>	<b>No. De heridos</b>	<b>No. De fallecidos</b>	<b>Gravedad del accidente</b>
<b>9/12/2008</b>	Boyacá	070-89	Accidente minero por atmosfera contaminada o irrespirable	1	1	0	Grave
<b>31/05/2010</b>	Boyacá	070-89	Accidente minero por explosión	1	0	1	Mortal
<b>14/12/2011</b>	Boyacá	070-89	Accidente minero por incendio	0	0	0	Sin Afectados
<b>22/02/2020</b>	Boyacá	070-89	Accidente minero por explosión	0	0	0	Sin Afectados
<b>26/02/2022</b>	Boyacá	070-89	Accidente minero por explosión	15	0	15	Catastrófico



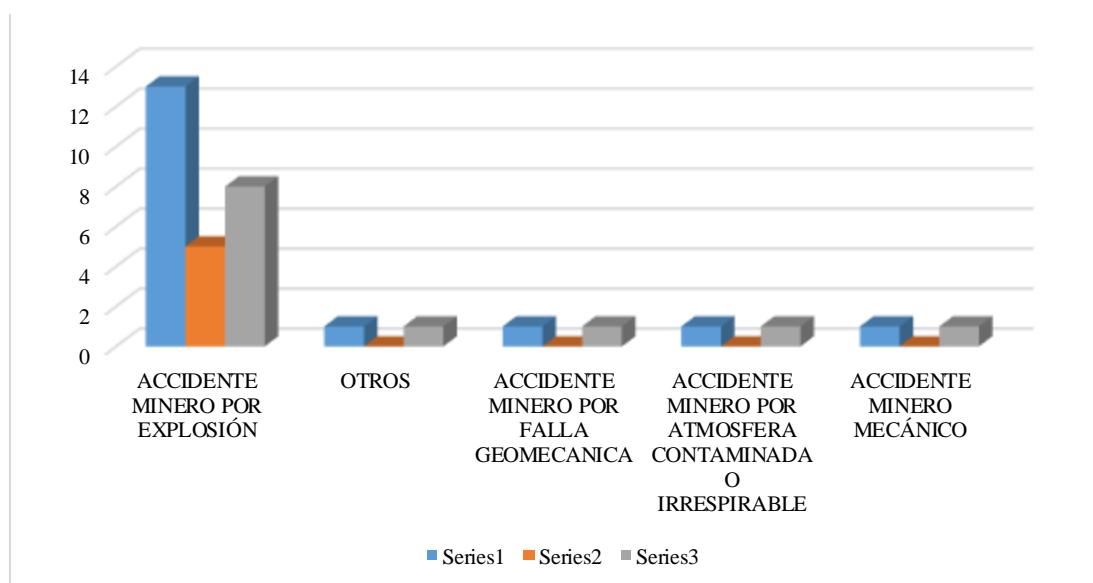
			Accidente				
<b>6/07/2006</b>	Cundinamarca	1921t	minero mecánico	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>8/08/2006</b>	Cundinamarca	1921t	minero por explosión	7	1	6	Catastrófico
			Accidente				
<b>1/12/2006</b>	Cundinamarca	1921t	minero mecánico	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>6/01/2008</b>	Cundinamarca	1921t	minero por explosión	2	1	1	Mortal
			Accidente				
<b>31/05/2011</b>	Cundinamarca	1921t	minero por atmosfera contaminada o irrespirable	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>12/06/2012</b>	Cundinamarca	1921t	minero mecánico	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>17/06/2012</b>	Cundinamarca	1921t	minero por explosión	3	0	3	Catastrófico
			Accidente				
<b>23/08/2012</b>	Cundinamarca	1921t	minero por	1	0	1	Mortal

			falla geomecánica				
			Accidente				
<b>29/01/2013</b>	Cundinamarca	1921t	minero mecánico	2	0	2	Mortal
			Accidente				
<b>10/04/2013</b>	Cundinamarca	1921t	minero mecánico	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>12/02/2016</b>	Cundinamarca	1921t	minero por atmosfera contaminada o irrespirable	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>14/06/2018</b>	Cundinamarca	1921t	minero mecánico	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>18/06/2018</b>	Cundinamarca	1921t	minero por falla geomecánica	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>5/02/2020</b>	Cundinamarca	1921t	Otros	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>14/12/2020</b>	Cundinamarca	1921t	minero mecánico	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>12/10/2022</b>	Cundinamarca	1921t	minero por	1	0	1	Mortal



			Accidente				
<b>19/11/2016</b>	Cundinamarca	911t	minero por explosión	2	1	1	Mortal
<b>18/02/2017</b>	Cundinamarca	911t	Otros	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>31/07/2019</b>	Cundinamarca	911t	minero por falla geomecánica	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>23/06/2020</b>	Cundinamarca	911t	minero por atmosfera contaminada	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>18/04/2023</b>	Cundinamarca	911t	minero mecánico	1	0	1	Mortal
			Accidente				
<b>19/04/2023</b>	Cundinamarca	911t	minero por explosión	11	4	7	Catastrófico
				<b>17</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	

**Nota:** Esta tabla que representa el *Título Minero 911T* de los años 2005-2023. **Fuente:** Autor.

**Figura 16.***Título Minero 911T**Fuente:* Autor.**Tabla 18.***Título Minero BDB-081*

Fecha del accidente	Departamento	Código expediente	Tipo de accidente	Número de personas involucradas en el accidente	No. de heridos	No. de fallecidos	Gravedad del accidente
16/01/2008	Norte de Santander	Bdb-081	Accidente minero por falla geomecánica	1	0	1	Mortal

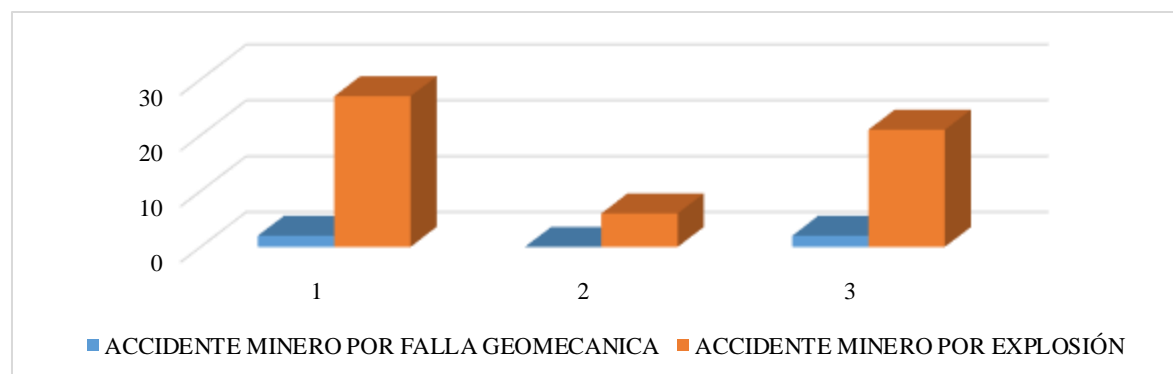
<b>26/01/2011</b>	Norte de Santander	Bdb-081	Accidente minero por explosión	27	6	21	Catastrófico
<b>16/05/2011</b>	Norte de Santander	Bdb-081	Accidente minero por falla geomecánica	1	0	1	Mortal
				<b>29</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	

**Nota:** Esta tabla que representa el *Título Minero BDB-081* de los años 2005-2023. **Fuente:**

Autor.

**Figura 17.**

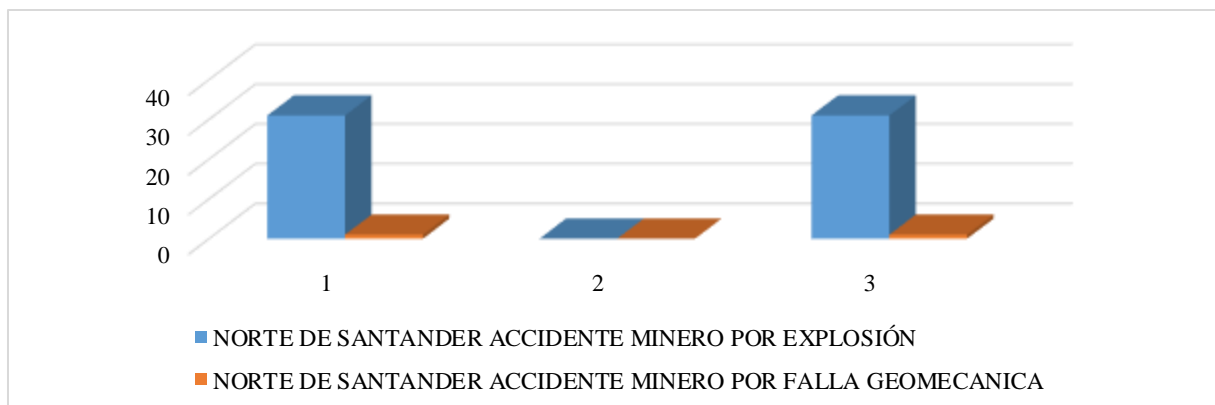
*Título Minero BDB-081*



**Fuente:** Autor.

**Tabla 19.***Título Minero EHR-081*

Fecha del accidente	Departamento	Tipo de accidente	No. Personas	No. de heridos	No. de fallecidos	Gravedad del accidente
3/02/2007	Norte de Santander	Accidente minero por explosión	31	0	31	Catastrófico
22/03/2007	Norte de Santander	Accidente minero por falla geomecánica	1	0	1	Mortal
	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	

**Fuente:** Autor.**Figura 18.***Título Minero EHR-081***Fuente:** Autor.

## Resultados

Algo importante para tener en cuenta es que se tendrá en consideración, las funciones y objetivos de la autoridad minera. Sobre esta base es necesario comprender el procedimiento de fiscalización y control a títulos mineros por lo que a continuación se hace una breve descripción de las actividades que se realizan.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 332, 334 y 360 de la Constitución Política de Colombia, el Estado es el propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables que en este se encuentren, sin perjuicio de los derechos adquiridos de conformidad con las leyes preexistentes. Este régimen de propiedad de los recursos mineros también se encuentra contemplado en los artículos 5 y 7 de la Ley 685 de 2001, dado que los minerales de cualquier clase y ubicación, yacentes en el suelo o el subsuelo, en cualquier estado físico natural, son de la exclusiva propiedad del Estado, sin consideración a que la propiedad, posesión o tenencia de los correspondientes terrenos sean de otras entidades públicas, de particulares o de comunidades o grupos. En este sentido, el Estado, al ser el propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, tiene la obligación de conservar estos bienes, y el derecho de percibir una retribución económica derivada de su explotación.

Con la expedición de la Ley 2056 del 30 de septiembre de 2020, *"por la cual se regula la organización y el funcionamiento del sistema general de regalías"*, la fiscalización pasa a ser una función propia de la Agencia Nacional de Minería, tal como lo dispone el numeral 3 del literal B de su artículo 7: *"La Agencia Nacional de Minería o quien haga sus veces, además de las funciones establecidas en la ley, ejercerá las funciones de fiscalización de la exploración y explotación de los recursos mineros, lo cual incluye las actividades de cierre y abandono de los*

*montajes y de la infraestructura", se asume entonces que dicha función debe ser ejercida de forma directa por parte de la Agencia Nacional de Minería -ANM- (en adelante ANM), a través de su Vicepresidencia de Seguimiento, Control y Seguridad Minera (en adelante VSCSM), esta ley en su artículo 17 describe:*

*“ARTÍCULO 17. Fiscalización de la exploración y explotación de recursos naturales no renovables. La fiscalización de la exploración y explotación de recursos naturales no renovables, deberá estar orientada al cumplimiento de las normas y de las obligaciones derivadas de los contratos y convenios, títulos mineros y demás figuras que por mandato legal permiten la exploración y explotación de recursos naturales no renovables, incluidas las etapas de desmantelamiento, taponamientos, abandono y en general de cierres de operaciones tanto mineras como de hidrocarburos, según corresponda; igualmente incluye la determinación y verificación efectiva de los volúmenes de producción, la aplicación de buenas prácticas de exploración, explotación y producción, el cumplimiento de las normas de seguridad en labores mineras y de hidrocarburos, la verificación y el recaudo de regalías y compensaciones, como base fundamental para el funcionamiento del Sistema General de Regalías.*

*PARÁGRAFO PRIMERO. Para el ejercicio de las actividades de fiscalización las autoridades correspondientes podrán exigir la implementación de herramientas tecnológicas que evidencien los datos reales de los volúmenes de producción.*

*PARÁGRAFO SEGUNDO. A través de la actividad de fiscalización se podrá cotejar datos con la información comercial, financiera, tributaria, aduanera y contable relativos a la licenciataria y a terceros contratistas de esta y demás sujetos pasivos de la fiscalización.”*

Con base en lo anterior, se hace necesario prestar especial atención en lo que le corresponde a la vicepresidencia de seguimiento, control y seguridad minera, área que se encarga de realizar la fiscalización minera mediante el seguimiento control a los títulos mineros. Igualmente, las funciones que realiza el grupo de seguridad y salvamento minero, en lo que se refiere a prevención y atención de emergencias mineras.

Así las cosas, teniendo en cuenta la función de fiscalización minera como una competencia directa de la Vicepresidencia de Seguimiento, Control y Seguridad Minera, se tiene:

### **Actividad de Fiscalización**

Se determina que este procedimiento va encaminado a la verificación de actividades como la evaluación documental de los expedientes mineros y la realización de inspecciones de campo al área donde se ubican los títulos mineros vigentes que son competencia de la ANM.

De igual forma y en cumplimiento de las disposiciones normativas que así lo han definido, estas mismas actividades de fiscalización se realizan a las figuras que cuentan con prerrogativas de explotación, dentro de las que se tienen las Áreas de Reserva Especial declaradas y delimitadas, solicitudes de legalización de minería y subcontratos de formalización minera.

Así mismo el conjunto de actividades y procedimientos que se llevan a cabo para garantizar el cumplimiento de la normatividad (minera, de seguridad e higiene minera y ambiental) a los contratos de exploración y explotación de recursos naturales no renovables; la determinación efectiva de los volúmenes de producción; la adecuada conservación de los recursos objeto de la actividad minera a cargo del concesionario; y la aplicación de las mejores prácticas de exploración y producción, teniendo en cuenta aspectos técnicos, operativos y ambientales.

## Títulos Mineros Vigentes

Se tienen un total de 5.949 títulos vigentes, con corte al 31 de diciembre de 2023, los cuales se encuentran distribuidos en los diferentes grupos de trabajo así:

**Tabla 20.**

*Distribución por PAR o Grupo de los títulos mineros*

<b>PAR</b>	<b>Número de Títulos</b>	<b>Participación</b>
<b>Nobsa</b>	1.282	21,5%
<b>Zona Centro</b>	1.013	17,4%
<b>Ibagué</b>	630	10,6%
<b>Cúcuta</b>	480	8,1%
<b>Cali</b>	409	6,9%
<b>Cartagena</b>	432	7,1%
<b>Bucaramanga</b>	327	5,5%
<b>Medellín</b>	358	6,1%
<b>Manizales</b>	312	5,2%
<b>Valledupar</b>	340	5,6%
<b>Pasto</b>	183	3,0%
<b>Zona Occidente</b>	79	1,3%
<b>Quibdó</b>	64	1,0%
<b>Grupo PIN</b>	37	0,7%
<b>Zona Norte</b>	3	0,1%
<b>TOTAL</b>	5.949	100%

Fuente: Ana Minería, 31 de diciembre de 2023

## Características de la titularidad minera

De acuerdo con la información reportada sobre el total de títulos mineros vigentes, a continuación, se presenta la distribución por grupo mineral, por modalidad legal del título minero y por etapa contractual.

**Tabla 21.**

*Distribución por departamento de los títulos mineros*

<b>Departamento</b>	<b>No. De Títulos</b>	<b>% Participación</b>
<b>Boyacá</b>	1.180	19,8%
<b>Cundinamarca</b>	732	12,3%
<b>Norte de Santander</b>	457	7,7%
<b>Santander</b>	332	5,6%
<b>Tolima</b>	339	5,7%
<b>Caldas</b>	351	5,9%
<b>Bolívar</b>	350	5,9%
<b>Huila</b>	251	4,2%
<b>Valle</b>	220	4,7%
<b>Cesar</b>	218	3,7%
<b>Cauca</b>	188	3,3%
<b>Meta</b>	185	3,1%
<b>Choco</b>	169	2,8%
<b>Nariño</b>	129	2,2%
<b>Casanare</b>	138	2,3%
<b>Córdoba</b>	138	2,3%
<b>Atlántico</b>	91	1,5%
<b>Magdalena</b>	61	1,0%
<b>Risaralda</b>	58	1,0%
<b>Putumayo</b>	51	0,9%
<b>Sucre</b>	37	0,6%

<b>Guajira</b>	76	1,3%
<b>Caquetá</b>	49	0,8%
<b>Guainía</b>	36	0,6%
<b>Quindío</b>	30	0,5%
<b>Arauca</b>	27	0,5%
<b>Vichada</b>	17	0,3%
<b>Guaviare</b>	22	0,4%
<b>Vaupés</b>	6	0,1%
<b>Antioquia</b>	3	0,1%
<b>TOTAL</b>	<b>5.949</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Ana Minería, 31 de diciembre de 2023

**Tabla 22.**

*Títulos mineros distribuidos por mineral*

<b>MINERAL</b>	<b>No. De Títulos</b>	<b>% Participación</b>
<b>Materiales de Construcción</b>	3.145	53%
<b>Carbón</b>	1.004	17%
<b>Metales Preciosos</b>	916	15%
<b>Calizas</b>	336	6%
<b>Otros Metales</b>	86	1%
<b>Piedras Preciosas</b>	291	5%
<b>Minerales Industriales</b>	156	3%
<b>Otros</b>	15	0%
<b>TOTAL</b>	<b>5.949</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Ana Minería, 31 de diciembre de 2023.

**Tabla 23.**

*Títulos mineros por Etapa*

<b>Etapa</b>	<b>No. de Títulos</b>	<b>Participación</b>
<b>Explotación</b>	5.028	84,5%
<b>Exploración</b>	748	12,6%
<b>Construcción y montaje</b>	173	2,9%
<b>Total</b>	<b>5.949</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Ana Minería, 31 de diciembre de 2023.

**Tabla 24.***Distribución figuras con prerrogativa de explotación, por Punto de Atención Regional*

PAR	Formalización de minería tradicional	Legalización minería de hecho	Areas de Reserva Especial – ARE	Total x PAR	%
<b>B/manga</b>	22	4	3	29	5%
<b>Cali</b>	59	10	15	84	14%
<b>Cartagena</b>	37	1	2	40	7%
<b>Cúcuta</b>	12	2	0	14	2%
<b>Ibagué</b>	54	0	8	62	10%
<b>Manizales</b>	16	15	6	37	6%
<b>Medellín</b>	18	1	10	29	5%
<b>Nobsa</b>	81	2	6	89	15%
<b>Pasto</b>	47	1	3	51	9%
<b>Quibdó</b>	9	6	2	17	3%
<b>Valledupar</b>	35	4	7	46	8%
<b>Zona centro</b>	50	5	7	62	10%
<b>Salvamento</b>	0	0	39	39	7%
<b>Total general</b>	440	51	108	599	100%

*Fuente:* Ana Minería, 31 de diciembre de 2023.

Es de indicar que dichas figuras cuentan con prerrogativa de explotación, por encontrarse en trámite, su estado jurídico es muy dinámico; toda vez que no tienen derechos legales constituidos, como en el caso de los título mineros, solamente estas poseen frente a otras solicitudes o frente a terceros, un derecho de prelación o preferencia para obtener dicha concesión, si reúne para el efecto, los requisitos legales.

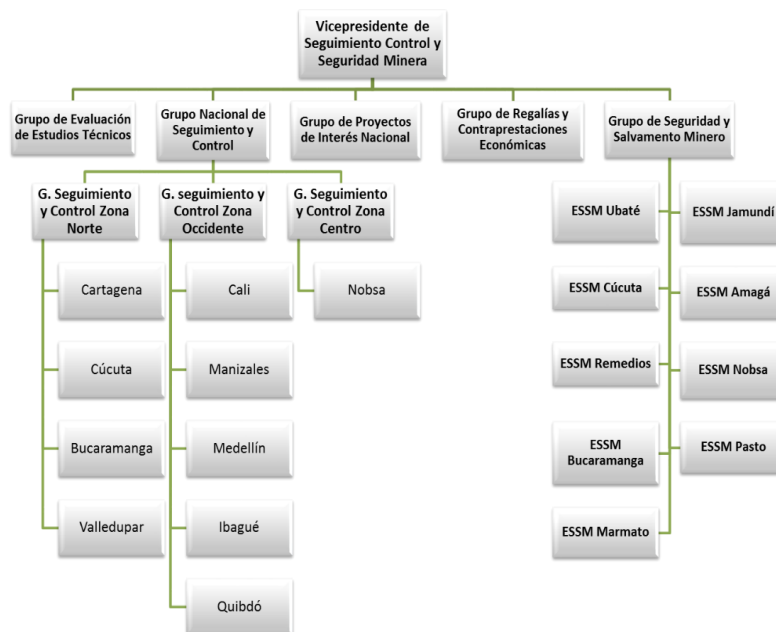
## Aspectos Operativos y Tecnológicos para el Desarrollo de la Función de Fiscalización

### Estructura Organizacional y Grupos de Trabajo

La VSCSM desarrolla sus labores de acuerdo con la siguiente estructura organizacional, con el fin atender las funciones asignadas por el Decreto No. 4134 de 2011 y la Ley 2056 de 2020 en cuanto a la fiscalización, seguimiento y control de los títulos mineros para la exploración y explotación de yacimientos minerales.

**Figura 19.**

*Estructura organizacional de la VSCSM*



*Fuente:* Ana Minería, 31 de diciembre de 2023.

La ANM ha asignado la competencia respecto de los diferentes títulos mineros a los Puntos de Atención Regional señalados, en procura de una mayor integración con las entidades territoriales en las diferentes áreas de influencia de los proyectos mineros, tal y como se advierte

en la Tabla No. 5, que se expone a continuación, en la cual también se indica la agrupación de los PAR en Zonas para una mejor articulación y comunicación desde la Sede Central.

**Tabla 25.**

*Títulos Mineros por Puntos de Atención Regional y Grupos de Trabajo*

<b>Zona</b>	<b>PAR</b>	<b># Títulos Mineros</b>	<b>% Distribución.</b>
<b>PIN</b>	PIN	37	0,7%
<b>Zona Centro (38,9%)</b>	Zona Centro	1.013	17,4%
	Nobsa	1.282	21,5%
<b>Zona Norte (26,4%)</b>	Bucaramanga	327	5,5%
	Cartagena	432	7,1%
	Cúcuta	480	8,1%
	Valledupar	340	5,6%
	Z. Norte	3	0,1%
<b>Zona Occidente (34,1%)</b>	Cali	409	6,9%
	Ibagué	630	10,6%
	Manizales	312	5,2%
	Medellín	358	6,1%
	Pasto	183	3,0%
	Quibdó	64	1,0%
	Z. Occidente	79	1,3%
<b>Total</b>		<b>5.949</b>	<b>100%</b>

**Nota:** Títulos Mineros por Puntos de Atención Regional y Grupos de Trabajo. **Fuente:** Ana Minería, 31 de diciembre de 2023.

Cabe señalar que la Agencia Nacional de Minería (ANM) también cuenta con un Grupo de Proyectos de Interés Nacional -PIN- encargado de efectuar el seguimiento y control a los títulos de proyectos de exploración y explotación minera, que reúnen ciertos requisitos, que los hacen especiales en su manejo de su administración, bien sea por el aporte que generan en cuanto a volúmenes de producción y el pago de regalías o por su incidencia en aspectos estratégicos para el sector minero nacional, estos se definen como PIN mediante acto administrativo.

### **Personal Vinculado de Planta y Contrato.**

En este aspecto se tiene que para la realización de las actividades de fiscalización se debe contar con profesionales idóneos para la realización de las actividades de fiscalización minera, dentro de estos profesionales se tiene que deben ser Ingenieros de minas, Ingenieros Geólogos, abogados y asistenciales, de esta forma se lograría tener adecuada la actividad

De igual forma, cada grupo de trabajo cuenta con los equipos necesarios para el desarrollo de las actividades de campo en ejecución de las inspecciones de fiscalización. Lo anterior, en proporción al número de títulos mineros de su competencia y al número de profesionales técnicos con que se ejecuta esta labor. Estos equipos corresponden, en forma general, a:

- Tablets
- GPS
- Brújulas
- Lámparas de seguridad
- Multidetectores de gases

### **Proceso de la Agencia Nacional de Minería para realizar la Fiscalización Minera**

Son dos escenarios en los cuales la Agencia Nacional de Minería atiende directamente la función delegada por el Ministerio de Minas y Energía:

**Evaluación Documental:** en este escenario se verifica que en el expediente reposen y cumplan los requisitos establecidos, todos los documentos que atiendan el cumplimiento de las obligaciones jurídicas, técnicas y económicas del título minero, de acuerdo con su etapa contractual:

**Visita de Fiscalización Integral:** En este escenario se verifica en campo o en el área del título minero, la aplicación de las mejores prácticas de exploración o explotación y la correspondiente producción de mineral, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

**Técnicos:** Verificación de buenas prácticas y compromisos técnicos adquiridos por el titular de acuerdo con la etapa contractual que adelante, conforme con Los Trabajos Exploratorios o Los Planes Mineros aprobados.

**Seguridad e Higiene:** Verificación rigurosa el cumplimiento de las disposiciones que regulan las condiciones de seguridad e higiene para el desarrollo de las actividades de exploración, construcción y montaje y explotación de minerales.

**Seguridad Social:** Verificación de las adecuadas coberturas de los trabajadores mineros, acorde con el nivel de riesgo al que están expuestos en sus labores.

**Jurídicos:** Verificación de presencia de minería ilegal y/o actividad minera adelantada por el titular en zonas excluidas y restringidas para la minería.

**Ambientales y Sociales:** Verificación de buenas prácticas y compromisos ambientales y sociales, en especial la tenencia y vigencia de los instrumentos adoptados e impuestos por las autoridades ambientales para el desarrollo de actividades mineras.

### **Actores de la Fiscalización Minera**

La Agencia hace presencia nacional a través de los Puntos de Atención Regional – PAR, cada una de estas sedes, cubre diferentes departamentos, tal como se observa en el gráfico No. 20 y de acuerdo con la siguiente cobertura geográfica” (Minería, 2016).

**Figura 20.**

*Puntos de Atención Regional – PAR- a nivel Nacional de la Agencia Nacional de Minería*



**Fuente:** Tomado página web: <https://www.anm.gov.co/?q=fiscalizacion-minera>

Para continuar, el grupo que debería tener las funciones de prevención y control sobre temas de seguridad minera es el Grupo de Seguridad y Salvamento Minero, quien actualmente desempeña las siguientes Funciones:

1. Desarrollar las funciones del grupo de conformidad con lo dispuesto en el Estatuto de Salvamento Minero.
2. Proponer a la Vicepresidencia de Seguimiento, Control y Seguridad Minera, la conformación de comisiones para la investigación de accidentes.
3. Promover mecanismos de difusión de la normativa en materia de seguridad minera entre los trabajadores y empresarios mineros.
4. Investigar las causas de los accidentes en las minas, sin perjuicio de las responsabilidades que corresponden al titular minero y exigir el cumplimiento de las acciones correctivas a que hubiere lugar.

5. Apoyar a las comisiones de investigación en la inspección, en la recolección de evidencias y en general en el desarrollo de las investigaciones que se adelanten con motivo de accidentes mineros, siguiendo los procedimientos establecidos para el efecto.

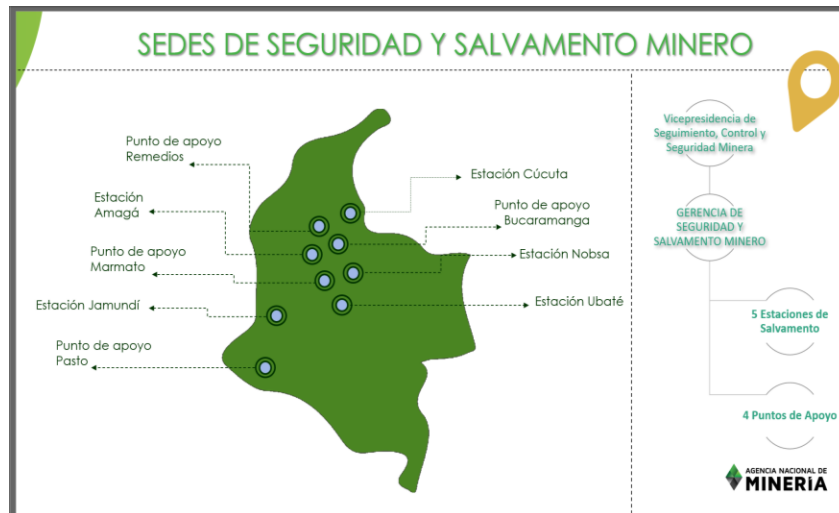
De esta forma este grupo apoya las labores propias de su cargo en lo que se refiere a la atención de emergencias mineras específicamente cuando los titulares mineros no tienen la capacidad de respuesta ante una situación de gran envergadura, como son las explosiones de gas metano puesto que para la atención de este tipo de accidentes se debe hacer uso de equipos especiales como son los equipos de circuito cerrado los cuales funcionan a base de oxígeno y es la autoridad minera, quien posee este tipo de equipos para su uso en el momento en que se requiera.

Este Grupo se encuentra distribuido a lo largo del país en estaciones de salvamento minero y puntos de salvamento, dentro de los que se tienen:

1. Estación de Salvamento Minero de Cúcuta.
2. Estación de Salvamento Minero de Ubaté.
3. Estación de Salvamento Minero de Nobsa.
4. Estación de Salvamento Minero de Amaga.
5. Estación de Salvamento Minero de Jamundí.
6. Punto de Salvamento Minero de Remedios.
7. Punto de Salvamento Minero de Bucaramanga.
8. Punto de Salvamento Minero de Marmato.
9. Punto de Salvamento Minero de Pasto.

**Figura 21.**

*Sedes de salvamento minero.*



Fuente: Tomado página web: <https://www.anm.gov.co/>

Para iniciar con la descripción es primordial tener en cuenta que el aire fresco es un elemento básico compuesto por varios gases, y que este es requerido por el organismo humano para una respiración adecuada, por lo que primero que todo, se hará una descripción sobre la forma en que se compone la atmósfera terrestre y para el entendimiento de los gases que se encuentran en una atmósfera minera es necesario saber cómo está compuesto el aire atmosférico, al cual el ser humano está expuesto. Nuestra atmósfera está compuesta por una serie de gases los cuales se nombran en la Tabla No. 26 en porcentaje de volumen.

**Tabla 26.***Composición de la atmosfera terrestre*

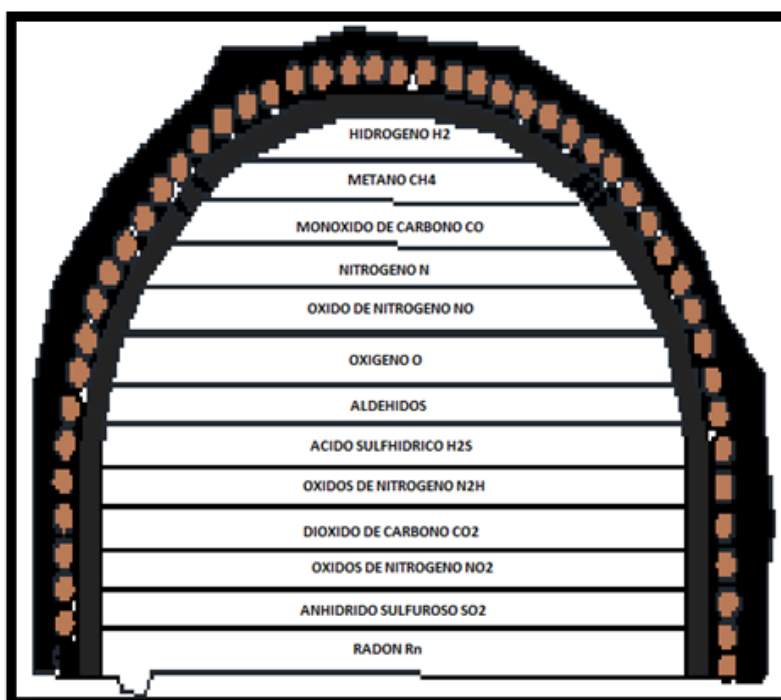
<b>Nombre</b>	<b>formula</b>	<b>Porcentaje en volumen</b>	<b>Densidad</b>
<b>Oxígeno</b>	O <sub>2</sub>	20,86%	1,429 kg/m <sup>3</sup>
<b>Nitrógeno</b>	N <sub>2</sub>	78%	1,2506 kg/m <sup>3</sup>
<b>Argón</b>	Ar	0,93%	1,784 kg/m <sup>3</sup>
<b>Gas Carbónico</b>	CO <sub>2</sub>	0,20%	1.842 kg/m <sup>3</sup>
<b>Otros gases</b>		0,01%	

*Nota:* Esta tabla que representa la Composición de la atmosfera terrestre. *Fuente:* Guía de Seguridad en las Labores Subterráneas. Atmósferas Mineras.

Debido a las condiciones en las que se desarrollan las actividades mineras bajo tierra, la atmosfera de trabajo presenta unas condiciones especiales, cabe resaltar que para que se puedan desarrollar los trabajos mineros es necesario la inyección de aire por medio de ventilación mecanizada y ducto como medio de transporte del flujo de aire, con el fin de garantizar las condiciones óptimas y de confort para el trabajador. De acuerdo con la densidad del gas podemos encontrar la siguiente disposición de estos en una posible atmosfera minera.

**Figura 22.**

*Disposición de los gases según su peso específico (densidad)*



**Fuente:** Guía de Seguridad en las Labores Subterráneas. Atmósferas Mineras.

De acuerdo con el peso específico de cada gas tendremos una disposición en la atmósfera minera como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 27.**

*Densidad de los posibles Gases que se encuentran en la atmósfera minera.*

Nombre	Formula	Densidad
<b>Hidrogeno</b>	H <sub>2</sub>	0,089 kg/m <sup>3</sup>
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	0,717kg/m <sup>3</sup>
<b>Monóxido de carbono</b>	CO	0,9672 kg/m <sup>3</sup>
<b>Nitrógeno</b>	N	0,9673 kg/m <sup>3</sup>
<b>Óxido de nitrógeno</b>	NO	1.0358

<b>Oxígeno</b>	O <sub>2</sub>	1,1056 kg/m <sup>3</sup>
<b>Ácido sulfhídrico</b>	H <sub>2</sub> S	1.1912 kg/m <sup>3</sup>
<b>Óxidos de nitrógeno</b>	N <sub>2</sub> O	1.5192 kg/m <sup>3</sup>
<b>Dióxido de carbono</b>	CO <sub>2</sub>	1,5291 kg/m <sup>3</sup>
<b>Óxidos de nitrógeno</b>	NO <sub>2</sub>	1.5895 kg/m <sup>3</sup>

*Nota:* Esta tabla indica la densidad de los gases. *Fuente:* Guía de Seguridad en las Labores Subterráneas. Atmósferas Mineras.

Sobre la base de lo anterior a continuación, se hará una descripción de lo que es y la forma en que se compone el gas metano, principal generador de accidentes y en este caso repetitivos y en diferentes títulos mineros con reincidencias lo cual dio la pauta para escoger el método de casos comparados, en lo que se refiere a las causas de accidente por explosiones de gas metano en ocasiones asociados a polvo de carbón,

Se puede mencionar que las características que presenta este gas son especiales, toda vez que cada que ocurre un evento por esta causa en minería bajo tierra (túneles o socavones), las personas que se encuentran al interior de estas labores son afectadas en su integridad.

Analizando lo anterior, es importante mencionar que este es un gas de origen orgánico, se desprende de diferentes materiales por ejemplo del carbón, lutitas, arcillolitas negras y el petróleo. Es uno de los gases más peligrosos que se encuentra en la atmosfera minera, ya que, si se llega a combinar con el aire y en caso de que se genere una chispa, ocurren explosiones de grandes dimensiones.

Dentro de sus características se tiene que es un gas incoloro, insaboro e inoloro y es más liviano que el aire.

De acuerdo con estudios realizados, cuando este gas se encuentra al interior de la mina, el límite máximo de concentración permisible debe estar máximo en un 1%, con el cual se puede

realizar una jornada laboral de ocho horas, al interior de la mina, sin que se vea afectada la vida e integridad de los trabajadores.

Este gas cuando se combina con el aire, se forma una mezcla denominada grisú.

*“GRISÚ: Mezcla de metano con aire en proporciones variables, cuyas características son gas incoloro, insípido, asfixiante, altamente combustible y explosivo, con un peso específico menor que el aire, lo cual hace que se acumule en las partes superiores de las labores mineras subterráneas; debido a esto, es necesario medirlo en las partes más altas de estas labores con un equipo denominado metanómetro o en su defecto con un multidetector de gases.*

Los límites de permisibilidad según la labor al interior de una mina subterráneas, se encuentran registrados en la tabla No. 28.

### **Tabla 28.**

*Limite permisible del metano según el tipo de labor minera*

Sitio de la labor subterránea	Porcentaje (%) máximo permisible de Metano (CH <sub>4</sub> )	%LEL*
En labores o frentes de explotación o avance	1.0	20%
En los retornos principales de aire.	1.0	20%
En el retorno de aire de los tajos.	1.5	30%
En el retorno de aire de los frentes de preparación y desarrollo	1.5	30%

**Nota:** Esta tabla que representa los porcentajes máximos permisible de concentración de gas metano en labores subterráneas. **Fuente:** Colombia. Ministerio de Minas y Energía. Decreto 1886 (21 de septiembre del 2015). Por cual se establecen el reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas. Bogotá DC.

Algo importante para tener en cuenta es que, de acuerdo con la cantidad de metano presente en la atmosfera minera y su concentración, este adquiere un efecto sobre la atmosfera y el ser humano tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 29.***Efectos fisicoquímicos del metano a diferentes niveles de concentración*

Concentración porcentaje (%)	Efectos
Del 0 al 5%	Quema (deflagrante)
Del 5 al 9%	Explosivo
Del 10 al 15%	Altamente explosivo (bomba).
Del 15 al 20%	Asfixiante.

**Nota:** Guía de Seguridad en las Labores Subterráneas. **Fuente:** Atmósferas Mineras.

Para destacar se describe que en caso de que se llegue a tener una concentración de metano en un 9.5%, esta concentración se define como la mezcla ideal o mezcla estequiométrica, y en caso de que se presente una explosión en este porcentaje, las consecuencias que se generan son las más catastróficas y de las peores consecuencias que pueden resultar.

Algo a resaltar sobre las características del gas metano el cual por ser más liviano que el aire, tiende a ubicarse en las partes altas de los túneles o socavones, por lo que la forma de monitorear el gas metano en los frentes de trabajo.

En la minería bajo tierra se presentan impurezas y diferentes gases que contaminan el aire atmosférico que ingresa a la mina, por esta causa se ha incluido por seguridad la ventilación, ya sea natural, auxiliar y mixta.

La ventilación se encarga de contrarrestar y/o diluir cualquier anomalía que se presente en el flujo o cantidad de aire. Uno de los problemas que pudiera presentarse en la mina es que la cantidad de aire no es suficiente para abastecer las necesidades que se presentan. Para dar posibles soluciones a este problema se hace necesario medir la cantidad de aire que circula por cada una de las vías de la mina (aforo de ventilación)". (Agencia Nacional de Minería, 2017).

### **Tipos de Ventilación**

Esta se puede clasificar en dos grandes grupos:

- a) Ventilación natural
- b) Ventilación mecánica

### **Ventilación Natural**

Es el flujo natural de aire fresco al interior de una labor sin necesidad de equipos de ventilación. En una galería horizontal o en labores de desarrollo en un plano horizontal no se produce movimiento de aire. En minas profundas, la dirección y el movimiento del flujo de aire, se produce por diferencias de presiones, entre la entrada y salida.

### **Ventilación Mecánica**

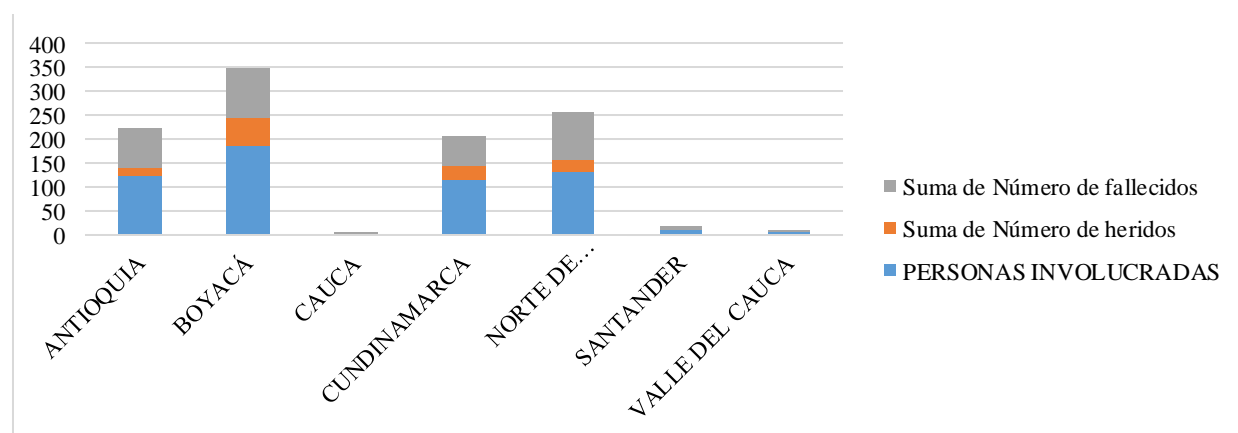
Es la ventilación auxiliar o secundaria y son aquellos sistemas que, haciendo uso de ductos y ventiladores auxiliares, ventilan áreas restringidas de las minas subterráneas, empleando para ello los circuitos de alimentación de aire fresco y de evacuación del aire viciado que le proporcione el sistema de ventilación general.

El objetivo de la ventilación auxiliar es mantener las galerías en desarrollo, con un ambiente adecuado para el buen desempeño del personal dentro de la mina, esto se puede llevar a cabo con una alimentación de aire fresco suficiente para cubrir los requerimientos de las máquinas utilizadas en el desarrollo y preparación de nuevas labores, además de mantener un monitoreo casi continuo de gases” (Agencia Nacional de Minería, 2017).

Como se ha venido mencionando el gas metano, es el causante de tragedias mineras en diferentes departamentos del país y ha generado una cantidad considerable de personas fallecidas por lo que teniendo en cuenta lo que se refiere a la accidentalidad minera por explosiones de gas metano, a nivel departamental se registra:

**Tabla 30.***Accidentalidad minera por explosiones de gas metano, a nivel departamental*

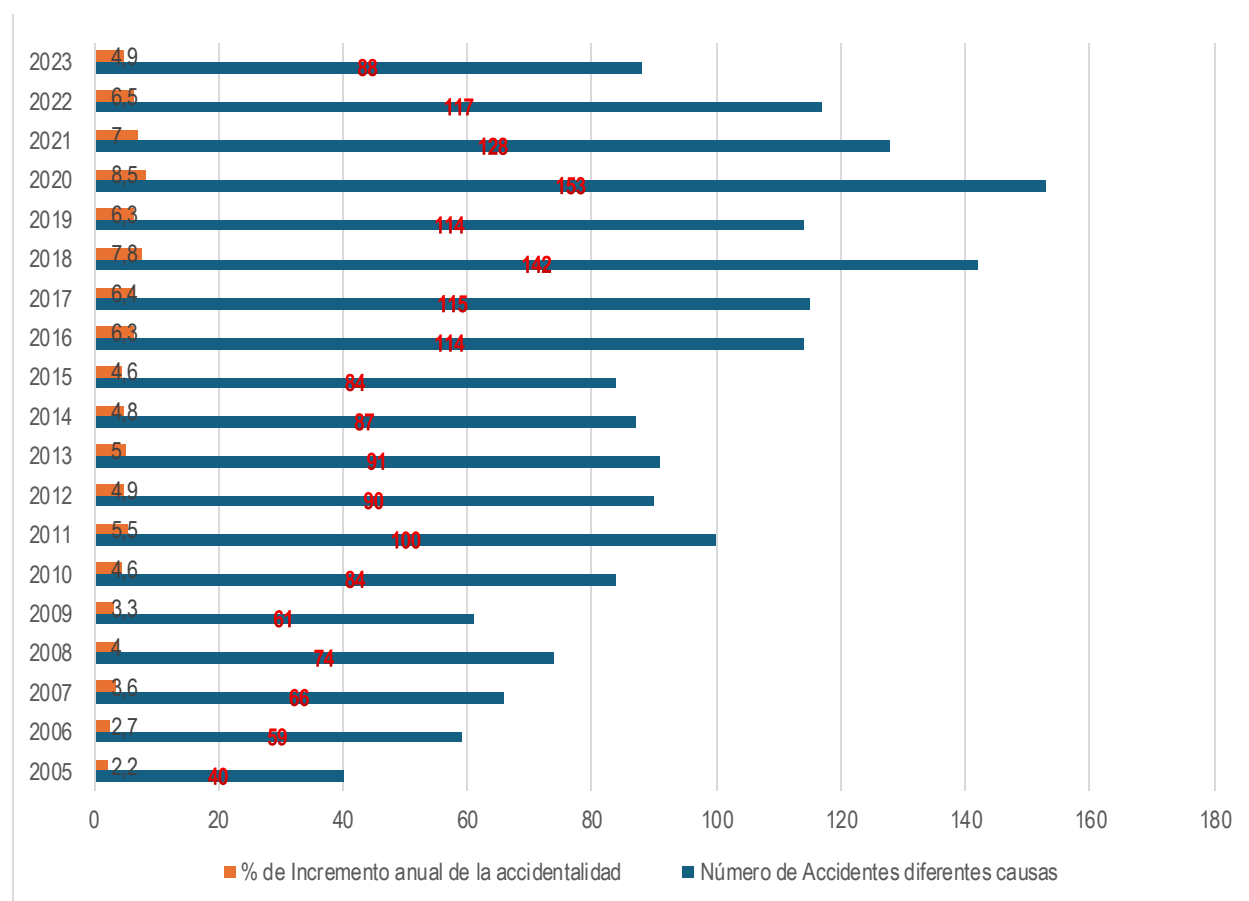
Departamento donde se registra accidente	Personas involucradas	personas heridas	Personas fallecidas
Antioquia	122	16	84
Boyacá	184	59	107
Cauca	2	1	1
Cundinamarca	113	31	64
Norte de Santander	132	23	102
Santander	10	2	8
Valle del cauca	6	1	3
<b>Total, general</b>	<b>569</b>	<b>133</b>	<b>369</b>

*Fuente:* Sábana de accidentalidad a corte 2023**Figura 23.***Accidentalidad minera por explosiones de gas metano, a nivel departamental*

**Tabla 31.***Incremento en porcentaje de la accidentalidad por año*

<b>AÑO</b>	<b>Número de Accidentes diferentes causas</b>	<b>% de Incremento anual de la accidentalidad</b>
<b>2005</b>	40	2,2
<b>2006</b>	59	2,7
<b>2007</b>	66	3,6
<b>2008</b>	74	4
<b>2009</b>	61	3,3
<b>2010</b>	84	4,6
<b>2011</b>	100	5,5
<b>2012</b>	90	4,9
<b>2013</b>	91	5
<b>2014</b>	87	4,8
<b>2015</b>	84	4,6
<b>2016</b>	114	6,3
<b>2017</b>	115	6,4
<b>2018</b>	142	7,8
<b>2019</b>	114	6,3
<b>2020</b>	153	8,5
<b>2021</b>	128	7
<b>2022</b>	117	6,5
<b>2023</b>	88	4,9

*Nota: Esta tabla contiene el incremento en porcentaje de la accidentalidad por año.*

**Figura 24.***Porcentaje de incremento anual de la accidentalidad*

**Fuente:** Agencia Nacional de Minería.

Observando las cifras descritas anteriormente se evidencia que es alta la cantidad de personas involucradas en este tipo de eventos por lo que es necesario mencionar cuales son o que actores intervienen en el proceso de un accidente minero, puesto que se tiene en este caso actores públicos y privados:

**Públicos.** Ministerio de Minas y Energía. Agencia Nacional de Minería. Alcaldías Municipales. Policía Nacional. Fiscalía General de la Nación.

A partir del año 2018 se empezó a oficiar a la fiscalía del lugar sobre la ocurrencia de accidentes mineros quienes se encargan de realizar las investigaciones de carácter penal por

posible comisión del delito de homicidio, sin que hasta la fecha haya algún tipo de pronunciamiento por parte de este ente de investigación.

**Privados.** Titulares mineros, Trabajadores mineros, familiares de los mineros afectados, comunidad del sector.

Los actores públicos mencionados son involucrados de una u otra forma, puesto que cada uno interviene en los accidentes de acuerdo con las funciones asignadas a cada uno de ellos. Igualmente, en caso de los actores privados son quienes más injerencia tienen sobre estos accidentes puesto que son quienes resultan afectados en su integridad.

En cuanto a la información que precise el proceder del gobierno nacional en cabeza de las autoridades mineras y las alcaldías municipales, referente al logro para el cumplimiento de las normas especialmente las de seguridad e higiene minera por parte de los titulares mineros, esta no se encuentra disponible en la base de datos de la autoridad minera, ni en las alcaldías correspondientes.

Un aspecto importante a tener en cuenta son los recursos para tratar de lograr el objetivo de minimizar la accidentalidad minera, al igual que para la atención de este tipo de emergencias, se tiene que el Sistema General de Regalías, transfiere bianualmente a la autoridad minera, Agencia Nacional de Minería (ANM), un porcentaje del total de las regalías causadas en el país, lo anterior con el fin de que se lleva a cabo la fiscalización minera a todos y cada uno de los títulos mineros del país.

Por otro lado, de acuerdo con la pregunta de investigación, se determina que las acciones de imposición de medidas y cierres de minas por parte del gobierno nacional y local son medidas de carácter simbólico puesto que este procedimiento, consiste en que mediante un documento (acta de emergencia), se deja descrito el cierre de la mina donde ocurrió el accidente.

**Figura 25.**

*Cierre de Mina (simbólico)*



**Fuente:** Autor.

Del acta en mención, se entrega copia al titular minero quien debe cumplir con el respectivo cierre, igualmente se hace entrega de una copia a la alcaldía del lugar para que garantice que se debe dar cumplimiento al mismo, en ocasiones funcionarios de la alcaldía realizan desplazamientos hasta las instalaciones de las minas que han sido afectadas, donde en la entrada de la mina se coloca una hoja en la cual se describe la palabra sellado, igualmente se cruzan cintas reflectivas que supuestamente prohíben el paso. La Agencia Nacional de Minería, se encarga de tener en custodia todos y cada uno de los expedientes de los títulos mineros otorgados en los que reposa toda la información cronológica del estado del título como tal.

Allí se podrá observar que medidas y requerimiento en temas de seguridad se imponen, al igual que, si se dio cumplimiento a las mismas o por el contrario el empresario minero hizo caso omiso a estas medidas.

De la información suministrada por la Autoridad Minera, sábana de accidentalidad, se tiene que, de los 1787 accidentes ocurridos desde el año 2005 hasta el mes de septiembre de 2023, se han presentado 597 accidentes en minería ilegal o sin título minero legalmente constituido,

lo que equivale a un 33.4% del total de la accidentalidad. Igualmente, de los 2058 mineros fallecidos, 691 corresponden a minería ilegal, en un porcentaje del 33.5%, así mismo se tiene que de 1003 personas que resultaron heridas, 423 son consecuencia de éste tipo de minería, lo que arroja un porcentaje de 42%.

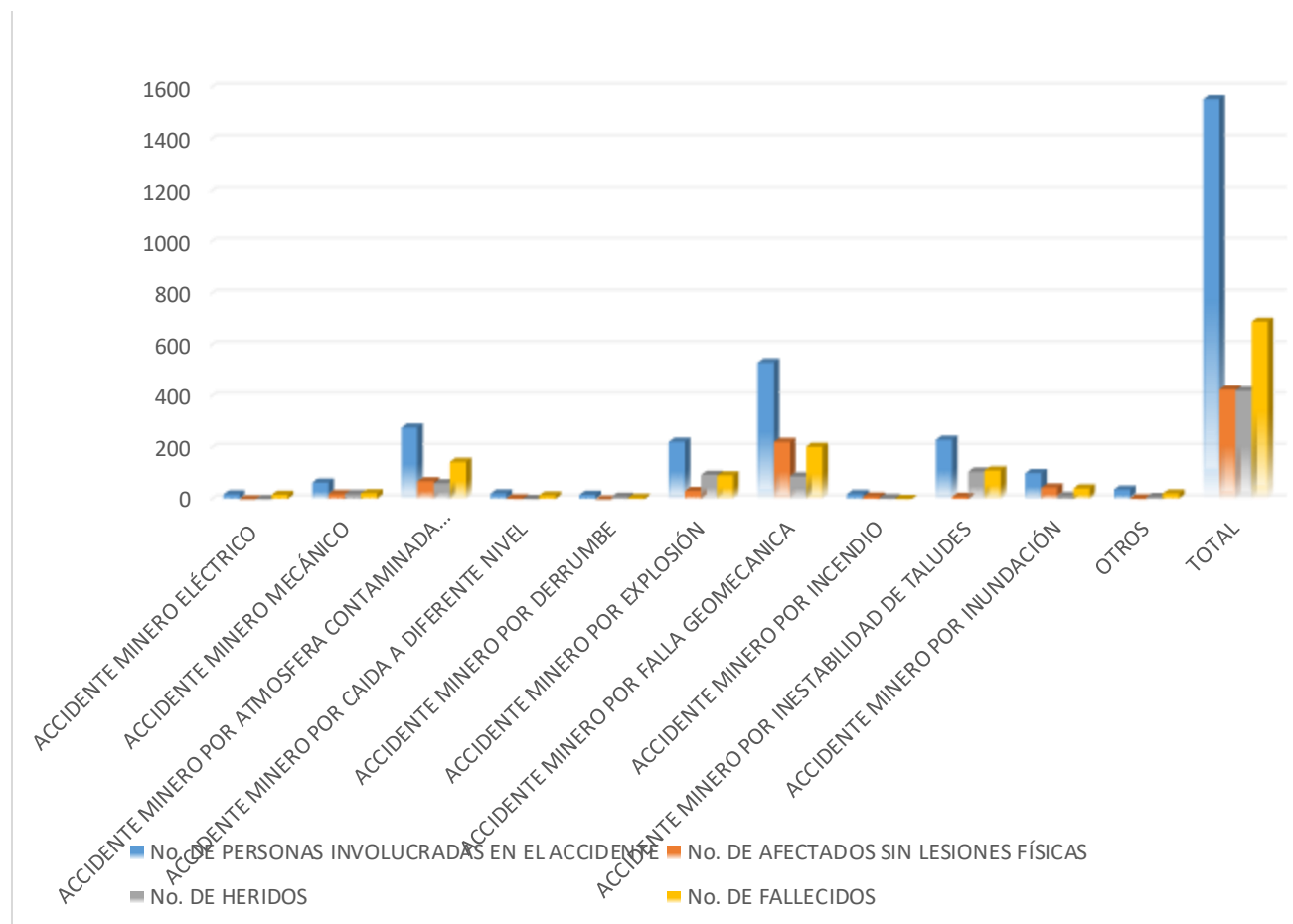
**Tabla 32.**

*Accidentalidad en Minería Ilícita*

Tipo de accidente	No. De personas involucradas en el accidente	No. De afectados sin lesiones físicas	No. De heridos	No. De fallecidos
Accidente minero eléctrico	20	1	2	18
Accidente minero mecánico	66	21	21	24
Accidente minero por atmosfera contaminada o irrespirable	279	70	63	146
Accidente minero por caída a diferente nivel	23	5	3	15
Accidente minero por derrumbe	18	0	11	7
Accidente minero por explosión	224	33	96	94
Accidente minero por falla geomecánica	532	223	90	205
Accidente minero por incendio	21	12	6	3
Accidente minero por inestabilidad de taludes	232	11	108	113
Accidente minero por inundación	102	46	13	43
Otros	38	5	10	23
<b>Total</b>	<b>1555</b>	<b>427</b>	<b>423</b>	<b>691</b>

*Nota:* Esta tabla que representa la cantidad de accidentalidad ocurrida en labores subterráneas sin títulos mineros. *Fuente:* Elaboración propia a partir de datos.

**Figura 26.** *Accidentalidad en Minería sin título minero*



**Fuente:** Autor.

Los datos existentes para estudio de las causas de accidentes en minería subterránea se analizarán de forma cualitativa mediante el estudio de documentos, como son las actas de accidentes, informes de accidentes e informes de investigación de accidentes, los cuales fueron solicitados a la autoridad minera con el fin de determinar por qué después que se presentan accidentes en reiteradas ocasiones estas unidades productivas de mineral siguen laborando u operando sin control alguno.

Esta información reposa en el gestor documental de la Agencia Nacional de Minería y de esta para el estudio de casos comparados se tuvo en cuenta los títulos mineros en los que se ha

presentado accidentalidad minera por causa de explosiones de gas metano y en los cuales ha sido reiterativa esta situación.

Lo anterior con el fin de analizar que, acciones se llevaron a cabo por parte de los interesados para evitar, primero la ocurrencia del primer accidente y segundo qué medidas se tomaron con respecto a las veces que se siguió presentando este tipo de eventos

Los datos fueron solicitados a la Agencia Nacional de Minería quien funge como autoridad minera y es quien se encarga de administrar y custodiar los expedientes mineros, sin que se haya podido acceder a toda la información, por motivos que se desconocen puesto que no se recibió respuesta a diferentes peticiones al respecto.

A continuación, se relacionan los títulos mineros que de acuerdo con el análisis realizado a la sábana de accidentalidad presentaron mayor reincidencia:

**Tabla 33.**

*Títulos Mineros con reincidencia*

<b>Identificación del Título</b>	<b>Departamento</b>	<b>No. de reincidencias</b>	<b>No. de fallecidos</b>
<b>070-89</b>	Boyacá,	3	17
<b>1921T</b>	Cundinamarca,	5	62
<b>911T</b>	Cundinamarca,	5	12
<b>BDB-081</b>	Norte de Santander:	2	24
<b>EHR-081</b>	Norte de Santander:	2	32
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>147</b>

**Fuente:** Autor.

Es de indicar que a pesar de que en algunos de los títulos mineros anteriormente descritos si bien es cierto la reincidencia no es muy evidente, si alcanza niveles de mortalidad catastróficos, puesto que cada título supera cifras entre 10 y hasta 62 personas fallecidas.

En cuanto a la información recibida y analizada, se puede observar que se trata de informes de investigación de accidentes en los cuales constan de los siguientes datos:

1. Información general de la mina.
2. Datos del accidente minero.
3. Línea de tiempo del accidente minero.
4. descripción del accidente.
5. Evidencias.
6. Análisis de causas.
7. Mecanismo del accidente.
8. Identificación de causas básicas.
9. Identificación de causas inmediatas.
10. Medidas a Aplicar.
11. Medidas impuestas en el acta de visita de investigación del accidente.
12. Conclusiones.
13. Equipo investigador.

Revisando esta información, el numeral 12 de los mencionados informes, describen las conclusiones a las que se llegó, después de realizar la correspondiente investigación del accidente, se observa en la mayoría de los informes, un párrafo que a la letra se lee:

*“Con el adelantamiento de la investigación del accidente mortal se busca que sean tomadas e implementadas las medidas preventivas y correctivas del caso a fin de que no se vuelvan a presentar incidentes o accidentes que pongan en riesgo la vida e integridad de los trabajadores mineros. Se les recuerda a los titulares mineros, explotador y empleador mineros*

*que ellos son los directos responsables en la aplicación de los reglamentos de seguridad e higiene en las diferentes unidades productivas a su cargo”.*

De otra parte, varios de otros informes en sus conclusiones y recomendaciones describen lo siguiente.

*“Evaluación de las posibles causas del accidente, la presente acta, hace referencia a las posibles causas que pudieron ocasionar el accidente de acuerdo con lo observado y a las condiciones encontradas durante la verificación de la emergencia, las cuales deberán ser objeto de verificación en la investigación que realice el aportante. Dicha investigación deberá adelantarse y/o ajustarse teniendo en cuenta la Resolución 1401 de 2007 por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo. Además de adoptar los controles establecidos en la investigación del caso. Se solicitará a la Coordinación del Grupo de Seguimiento de la Agencia Nacional de Minería, priorizar visita de Fiscalización Integral al área del contrato de concesión correspondiente, para verificar el cumplimiento de las normas de seguridad minera y salud en el trabajo, que debe tener en cuenta el explotador minero en sus labores diarias que adelante en sus minas subterráneas”.*

*“Se ordena suspender de manera inmediata el avance de las labores de desarrollo, preparación, explotación y demás labores mineras al interior de la mina, hasta tanto se presente un plan de trabajos el cual debe contener el plan de ventilación para la mina.” Las medidas preventivas son susceptibles del recurso de reposición ante quien las impuso. Las medidas de seguridad son susceptibles del recurso de reposición y apelación”.*

*“Se recomienda al titular para que presente ante la Secretaría de Minas el plan maestro y de contingencia referido en el concepto técnico, con el cual se pretende cumplir con las*

*condiciones climáticas a las que se refiere el artículo 218 del Decreto 1886 de 2015, el cual ordena el Reglamento de Seguridad para obras de minería subterránea”.*

*“Se recomienda al titular para que presente un informe mensual del avance del plan maestro y plan de contingencia del requerimiento inmediatamente anterior, en el cual figuren las condiciones de atmosfera minera, número de trabajadores por turno y duración de este, mejorías evidenciadas en forma cualitativa y cuantitativa (porcentaje) e información sobre el cumplimiento de los planes”.*

*“Las actividades de explotación pueden continuarse siempre y cuando se garanticen los tiempos de actividad estipulados en el artículo 218 del Decreto 1886 de 2015. Con base en lo analizado en las reuniones de investigación del evento ocurrido que derivo en la muerte de origen común de un trabajador, la comisión de expertos designada, **acoge la solicitud del titular de cerrar la investigación**, debido a que esta procede únicamente para accidentes laborales y no para eventos de origen común tal como lo catalogo la Administradora de Riesgos Laborales, por lo tanto, la comisión determina que queda cerrado el proceso de investigación del caso”.*

Es así que, de acuerdo a los documentos estudiados, en la mayoría de estos informes de investigación de accidentes, las medidas impuestas no dan soluciones específicas que permitan mitigar los índices de accidentalidad como tampoco van a evitar la reincidencia de estos accidentes. Solo se observa que se dejan medidas de carácter provisional y deja al libre albedrío del explotador para que sí él quiere, suspenda la explotación, algo que nunca va a ocurrir.

## Conclusiones

En este proyecto de investigación se identificaron las principales causas de la accidentalidad, de igual manera se observa los tipos de accidente que mayor índice de reincidencia han presentado de acuerdo con la cantidad de eventos en diferentes tiempos o épocas, todo esto generado por el incumplimiento a la normatividad minera, causando graves afectaciones a los trabajadores mineros. Así mismo se observó que en varios de los accidentes analizados, únicamente existen las denominadas actas de emergencia sin que haya evidencia de la elaboración de informes de accidente como tampoco se cuenta con el correspondiente informe de investigación, generando esto una base errada de datos, lo que llama la atención puesto que esta es una de las funciones del grupo de seguridad y salvamento minero de la Agencia Nacional de Minería, tal como lo establece el Estatuto de Salvamento Minero, Decreto 1886 de 2015.

La relevancia en cuanto a la obtención de datos, es la recopilación de información sobre la accidentalidad en minería a nivel nacional, realizada por la autoridad minera, Agencia Nacional de Minería, pero que al mismo tiempo se queda corta por cuanto no existe información clara, precisa y concisa que permita determinar las causas y consecuencias reales sobre la accidentalidad, generando incertidumbre puesto que los datos son escasos y no concluyen nada de forma contundente como tampoco toman una decisión de fondo que garantice el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene minera.

Se recalca, que las funciones del grupo de seguridad y salvamento minero están enfocadas a capacitación, investigación de accidentes, atención de emergencias mineras y las inspecciones de seguridad con el fin de verificar la presencia de riesgos, éstas inspecciones se han dejado de lado, lo cual, si se realizara con la importancia que ella reviste, reduciría el índice de accidentalidad y posiblemente se evitaría su reincidencia. Así mismo en caso que se realizará

exclusivamente esta actividad, no habría la necesidad de atender ningún tipo de emergencias y por consiguiente no se llevarían a cabo investigaciones de accidentes que no concluyen nada concreto y si, se invierte una cantidad de recursos que pueden ser destinados a la prevención y control de riesgos mineros.

Se determinó que toda emergencia minera genera unos gastos que son cubiertos en su totalidad por el Estado, en lo que se refiere a personal, logística y equipos, que bien podrían ser invertidos en la seguridad de los trabajadores; Sin embargo, los titulares mineros no le han dado la especial importancia en lo que se refiere a invertir en seguridad e higiene minera y de esta forma garantizar la seguridad de sus trabajadores, Esto ocurre ya que se tiene la convicción que son gastos ineficaces.

El alto costo de los equipos de seguridad y rescate minero es lo que limita a los titulares mineros a la adquisición de los mismos.

Es indispensable concluir que las explosiones de gas metano se generan por tres condiciones: 1) El oxígeno que se encuentra en un porcentaje óptimo (12%); 2) Que el metano se encuentre presente en la atmosfera minera en un porcentaje superior al 1%; 3) Una chispa que se genere independientemente del medio de ignición que la ocasione.

Para evitar que una explosión de gas metano se llegue a presentar, es indispensable que se realice una serie de actividades de prevención por lo que actualmente, existen equipos especiales como son los multidetectores que miden la cantidad de gases presentes en la atmósfera minera incluyendo el metano, equipos monitores portátiles y estacionarios o fijos, los cuales deben ser utilizados constantemente, realizando recorridos por todas y cada una de las labores subterráneas, en los frentes de explotación y posibles sitios de emanación de este gas, aspecto que en ocasiones no se cumple y de ahí la generación de accidentes de forma reiterada.

Después que se presenta un accidente minero y luego de la atención del mismo, la autoridad minera se encarga de elaborar e imponer las medidas preventivas y de seguridad a los títulos mineros accidentados, lo cual queda plasmado en las respectivas actas de emergencia, éstas son trasladadas a las alcaldías municipales quienes por disposición de la ley son los que deben hacer los cierres pertinentes y verificar su cumplimiento. En cabeza de la autoridad minera está la responsabilidad de imponer multas y caducar los títulos que han incumplido con la normatividad minera.

Se pudo observar en los documentos estudiados que en la práctica cotidiana por la falta de gobernanza en aspectos de seguridad e higiene minera, la autoridad correspondiente, evita el imponer medidas drásticas y contundentes que demuestren y sirvan de ejemplo para que este tipo de eventos no se sigan presentando; todo esto se evidencia en lo plasmado en la mayoría de las conclusiones de los informes de investigación de accidentes los que describen presunciones y probabilidades y en varios informes se definen hasta tres hipótesis, observando que no hay una secuencia lógica en éstos, lo que da lugar a que no haya claridad en lo investigado, confunde y evita que se generen acciones claras para controlar y garantizar la ocurrencia de nuevos eventos catastróficos.

En cuanto al personal que realiza las actividades de fiscalización, es necesario mencionar que la autoridad minera encargada debe dar prioridad a la apropiación del talento humano necesario toda vez que de acuerdo con las cifras que se registran en uno de los puntos de atención regional el 77.2% de los profesionales prestan sus servicios por medio de contratos y únicamente el 22.8 % son funcionarios de planta provisional o carrera administrativa.

## Recomendaciones

Es necesario que la autoridad minera, analice concienzudamente si el modelo actual de fiscalización que se realiza actualmente cumple con los objetivos, puesto que, por los resultados de la alta accidentalidad minera, se observa que el seguimiento y control a los títulos mineros no es el adecuado toda vez que los periodos para realizar las inspecciones a títulos mineros en explotación se realizan tres veces en un bienio lo que se traduce a ausencia del estado en la región especialmente en los lugares donde se encuentran ubicados estos títulos mineros.

Se requiere realizar una óptima planeación en lo concerniente a inspecciones de fiscalización, esto es, en una periodicidad de cada tres meses lo que conllevaría a cuatro inspecciones al año a todos los títulos mineros independientemente de la etapa en que se encuentren, para de esta forma tener un mayor control sobre la explotación de minerales, al igual que al cumplimiento a las normas de seguridad e higiene minera, lo que generaría una gestión más acorde con las funciones asignadas a la autoridad minera como es el caso de Administrar integralmente el recurso minero del país.

El grupo de seguridad y salvamento minero de la agencia nacional de minería obtiene recursos anualmente mediante proyectos de inversión, recursos que ascienden hasta los dos mil millones de pesos los cuales se destinan a temas de capacitación de mineros como también a la atención de emergencias mineras.

La propuesta para este caso es que la autoridad minera, no siga capacitando mineros en temas de seguridad puesto que la formación compete a otras entidades gubernamentales como por ejemplo el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, para de esta manera los recursos del proyecto de inversión se puedan destinar a la contratación de más profesionales

para lograr realizar con la periodicidad necesaria las inspecciones de seguridad e higiene a las explotaciones mineras dirigidas estas a la identificación de los riesgos mineros y la prevención de los peligros que se puedan llegar a concretar y de ser el caso, imponer las medidas necesarias con el fin de evitar accidentes mineros, sin perjuicio de las responsabilidades que corresponden al titular minero.

Igualmente es necesario que se adecuen más puntos de salvamento minero en municipios donde prolifere la minería y que se encuentren lejanos de las estaciones de salvamento minero para que de esta forma verificar con más periodicidad, el cumplimiento a las normas de seguridad en los títulos mineros.

Por otra parte, se requiere concientizar a los empresarios, empleadores y trabajadores mineros al igual que a las autoridades municipales sobre la importancia que genera el cumplimiento a las normas mineras, especialmente las de seguridad.

Asimismo, aunque la exigencia para el otorgamiento de títulos mineros se ha incrementado, mediante la adición de decretos y resoluciones, se sugiere que, en la nueva ley minera, próxima a expedirse, se incluya un artículo o párrafo que contenga la obligación para los futuros titulares en capacitarse sobre temas de seguridad, higiene minera y salud ocupacional, requisito sin el cual no se podría otorgar un contrato de concesión minera.

En cuanto a los profesionales que prestan sus servicios para la fiscalización minera, se recomienda que se dé prioridad a buscar la forma de contar con estos profesionales y que hagan parte de la entidad ya sea en planta provisional o de carrera administrativa, generando continuidad en los procesos para que estos sean más eficientes, evitando los contratos de prestación de servicios puesto que en cada cambio de gobierno, este personal cambia y la continuidad en las actividades se ve truncada por la etapa de aprendizaje y luego su

incorporación a las plataformas de la entidad con el agravante que se terminan estos contratos y no se ejecutan las actividades en su totalidad.

## Glosario

**Carbón** Materia sólida, ligera, negra y muy combustible, que resulta de la destilación o de la combustión incompleta de la leña o de otros cuerpos orgánicos (Real Academia Española, 2014).

**Metano** *Quím.* Primero de la serie de los hidrocarburos alifáticos. Es un gas incoloro, producido en las minas de carbón, y se desprende del cieno de algunos pantanos. Mezclado con el aire es inflamable y se llama grisú. (Fórm.  $CH_4$ ) (Real Academia Española, 2014).

**Explosión** (Del lat. *explosio*, -ōnis).

- f. Liberación brusca de una gran cantidad de energía, de origen térmico, químico o nuclear, encerrada en un volumen relativamente pequeño, la cual produce un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases. Va acompañada de estruendo y rotura violenta del recipiente que la contiene.

- f. Dilatación repentina del gas contenido o producido en un dispositivo mecánico con el fin de obtener el movimiento de una de las partes de este, como en el motor del automóvil o en el disparo del arma de fuego.

- f. Manifestación súbita y violenta de ciertos afectos del ánimo. *Explosión de risa, de entusiasmo.*

- f. Desarrollo repentino y violento de algo. *Explosión demográfica.*

- f. *Fon.* Parte final de la articulación o sonido de las consonantes oclusivas *p, t*, etc., en los casos en que el aire aspirado sale repentinamente al cesar la oclusión; p. ej., en *padre, taza*. (Real Academia Española, 2014)

-

**Explotación**

1. f. Acción y efecto de **explotar**<sup>1</sup>.

2. f. Conjunto de elementos dedicados a una industria o granjería. *La compañía ha instalado una magnífica explotación.* (Real Academia Española, 2014)

### **Accidente de trabajo**

1. Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. 2. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar de trabajo (Energía, 2003).

### **Fatalidad**

1. f. Cualidad de fatal.

2. f. Desgracia, desdicha, infelicidad.

3. f. Hado, destino (Real Academia Española, 2014).

### **Factor de riesgo**

Cualquier elemento o fenómeno del ambiente de trabajo o acción que pueda causar un daño o enfermedad a un individuo y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o el control del elemento agresivo. Los factores de riesgo pueden ser: modificables (directos o indirectos) o no modificables (Energía, 2003).

### Bibliografía

Agencia Nacional de Minería. (22 de Marzo de 2013). *Resolución 206 de 2013*. Obtenido de

<https://www.anm.gov.co/?q=content/resoluci%C3%B3n-0206-de-2013>:

Agencia Nacional de Minería. (Diciembre de 2017).

[https://www.anm.gov.co/sites/default/files/folleto\\_mineria\\_ventilacion.pdf](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/folleto_mineria_ventilacion.pdf). Obtenido

AGENCIA NACIONAL DE MINERIA. (11 de 2022). *AGENCIA NACIONAL DE MINERIA*.

Obtenido de AGENCIA NACIONAL DE MINERIA: [https://www.anm.gov.co/?q=Asi-es-nuestra-Colombia-](https://www.anm.gov.co/?q=Asi-es-nuestra-Colombia-minera#:~:text=Los%209.602%20t%C3%ADtulos%20mineros%20vigentes,cada%20mineral%2C%20y%20su%20explotaci%C3%B3n)

[minera#:~:text=Los%209.602%20t%C3%ADtulos%20mineros%20vigentes,cada%20mineral%2C%20y%20su%20explotaci%C3%B3n](https://www.anm.gov.co/?q=Asi-es-nuestra-Colombia-minera#:~:text=Los%209.602%20t%C3%ADtulos%20mineros%20vigentes,cada%20mineral%2C%20y%20su%20explotaci%C3%B3n).

Aguilar Barojas, S. (2005). *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud*.

*Salud en Tabasco* (Vol. 11). México.

CONGRESO. (03 de Noviembre de 2011).

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=44599](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=44599).

Obtenido de

de, P. d. (dicimbre de 2021).

[https://www.minenergia.gov.co/documents/9294/3.\\_Pol%C3%ADtica\\_de\\_Gesti%C3%B3n\\_del\\_Riesgo\\_de\\_Desastres\\_del\\_SME.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/9294/3._Pol%C3%ADtica_de_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_de_Desastres_del_SME.pdf). Obtenido de

Departamento Nacional de Planeación. (Abril de 2022).

<https://mapainversiones.dnp.gov.co/Buscador/Index?id=2022011000050>. Obtenido de

Eliécer, M. J., & Tulio, O. C. (2016). *intenet*. Obtenido de

<https://www.virtualpro.co/biblioteca/evaluacion-de-las-posibilidades-de-desgasificacion-en-minas-de-carbon-de-socota-boyaca-colombia->:

<https://www.virtualpro.co/biblioteca/evaluacion-de-las-posibilidades-de-desgasificacion-en-minas-de-carbon-de-socota-boyaca-colombia->

EMPRESA, S. D. (12 de 2004). [https://info.igme.es/SidPDF/137000/631/137631\\_0000001.pdf](https://info.igme.es/SidPDF/137000/631/137631_0000001.pdf).

Obtenido de [https://info.igme.es/SidPDF/137000/631/137631\\_0000001.pdf](https://info.igme.es/SidPDF/137000/631/137631_0000001.pdf)

Energía, M. d. (1 de Agosto de 2003). *Glosario Técnico Minero. Glosario Técnico Minero.*

Bogotá DC , Bogotá DC , Colombia: Ministerio de Minas y Energía.

Gheorghe, G. C. (27 de 11 de 2020). Obtenido de

<https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/estudio-caso-explosion-metano-y-polvo-carbon.pdf>

Gheorghe, G. C. (27 de Noviembre de 2020).

<https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/estudio-caso-explosion-metano-y-polvo-carbon.pdf>.

GOBERNACION DE BOYACA. (11 de 2022). *GOBERNACION DE BOYACÁ*. Obtenido de

GOBERNACION DE BOYACÁ: <https://www.boyaca.gov.co/aspectos-geograficos/>

Guerrero Bayona, J., Hernandez, G., & Varona, M. (2015). Accidentes de trabajo y

enfermedades laborales de los mineros de socavon en boyacá, cundinamarca y norte de santander. *Universidad del Rosario*, 1-5.

Ledesma, L., & V. Perez, J. (2022). *Introduccion a las tecnicas de muestreo* . Madrid: Difusora

Larousse - Ediciones Pirámide.

MINAS, D. G. (xxxx de DICIEMBRE de 2004).

[https://info.igme.es/SidPDF/137000/631/137631\\_0000001.pdf](https://info.igme.es/SidPDF/137000/631/137631_0000001.pdf). Obtenido de

Minería, A. N. (2016). *Agencia Nacional de Minería*. Obtenido de Agencia Nacional de Minería:

<https://www.anm.gov.co/?q=fiscalizacion-minera>

Ministerio de Minas y Energía. (2022).

<https://www.minenergia.gov.co/static/mineriaco/src/document/documento%20carbon.pdf>

Ministerio de salud y protección Social, Ministerio del Trabajo, Ministerio de Minas y Energía.

(21 de Septiembre de 2015).

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65325>. Obtenido

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DEL TRABAJO,

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (21 de SEPTIEMBRE de 2015).

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65325>

Polonia, E. C. (05 de Noviembre de 2020).

<https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/protocolos-mitigacion-acciones-res-minero-esplo-metano-polvo-carbon.pdf>.

Presidencia de la república. (03 de Noviembre de 2011).

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=44599](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=44599).

Real Academia Española. (1 de Octubre de 2014). <https://dle.rae.es/fatalidad>. Obtenido de

<https://dle.rae.es/fatalidad>: <https://dle.rae.es/fatalidad>

República, C. d. (15 de Agosto de 2001). Ley 685 de 2001. *Ley 685 de 2001*. Bogotá DC, Bogota

DC, Colombia: Diario Oficial.

República, P. d. (03 de noviembre de 2011).

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=44599](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=44599).

SENADO DE LA REPÚBLICA. (15 de Agosto de 2001). Ley 685 de 2001. *Código de Minas*.

Bogotá, Colombia: Diario. Secretaria del Senado.

Vélez, M. A. (2018).

*<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/68985/43759886.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>*.

Vélez, M. A. (2018).

*<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/68985/43759886.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>*. Obtenido de