

APOYO COMO PASANTE DE INGENIERÍA CIVIL, EN EL DEPARTAMENTO DE  
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE EXPLOTACIÓN DE CARBÓN A CIELO  
ABIERTO, CARBONES DEL CERREJON LIMITED, UBICADA EN EL  
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA, COLOMBIA

DIANA MARCELA ROMERO SOLANO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS CIVIL Y AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
PAMPLONA  
2015

APOYO COMO PASANTE DE INGENIERIA CIVIL, EN EL DEPARTAMENTO DE  
PRODUCCION DE LA EMPRESA DE EXPLOTACION DE CARBON A CIELO  
ABIERTO, CARBONES DEL CERREJON LIMITED, UBICADA EN EL  
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA, COLOMBIA

DIANA MARCELA ROMERO SOLANO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director  
MARCELINO MALDONADO TRIGOS  
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS CIVIL Y AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
PAMPLONA  
2015

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

***A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento significativo de mi formación profesional. A mis padres, por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.***

## AGRADECIMIENTOS

A Dios quien es mi luz y mi fortaleza en cada paso de mi vida.

Le doy gracias a mis padres Jaime Romero y Rafaela Solano por ser las personas que me han apoyado y han creído en mí y en mis sueños. Ellos son la base de la persona que soy. Con su dedicación y sus enseñanzas he crecido como una persona muy afortunada, dentro de un ambiente familiar.

A mis hermanos Enrique, Carlos y Eva por sus consejos y su motivación constante.

Este trabajo de grado realizado es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente trabajaron distintas personas opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, acompañándome en los momentos difíciles y de felicidad. Este trabajo me ha permitido aprovechar la competencia y la experiencia de muchas personas que deseo agradecer en este apartado.

A mi director de tesis, Ingeniero Marcelino Maldonado Trigos, mi más amplio agradecimiento por su paciencia ante mi inconsistencia, por su valiosa dirección y apoyo para seguir este camino y llegar a la conclusión del mismo. Cuya experiencia y educación han sido mi fuente de motivación durante estos años.

A mis docentes quienes durante toda la carrera dieron su aporte a mis conocimientos.

A los Ingenieros Jaime Visbal y Arley Martínez, por la confianza depositada en mí y por su apoyo en la ejecución de mi práctica en la Empresa.

Todo esto nunca hubiera sido posible sin el amparo incondicional que me otorgaron y el cariño que me inspiraron mis padres, entendieron mis ausencias y mis malos momentos, que a pesar de la distancia siempre estuvieron a mi lado para saber cómo iba mi proceso. Las palabras nunca serán suficientes para testimoniar mi aprecio y mi agradecimiento.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud, mil bendiciones.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACION .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	14
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
<b>4</b>	<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>15</b>
4.1	MARCO CONTEXTUAL .....	15
4.1.1	GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	15
4.2	MARCO TEÓRICO .....	18
4.2.1	Métodos de explotación.....	18
4.2.2	Actividades y Operaciones Unitarias de la Explotación a Cielo Abierto.....	23
4.2.3	Control de la minería del carbón a cielo abierto control de las minas del carbón a cielo abierto. ....	26
4.3	MARCO CONCEPTUAL.....	28
4.4	MARCO NORMATIVO.....	30
<b>5</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
5.1	Actividad 1. Descripción general del proceso de extracción, cargue y transporte de carbón.....	34
5.2	Actividad 2. Seguimiento de la operación y mantenimiento de los equipos de cargue y transporte del material estéril y carbón.....	34
5.3	Actividad 3. Seguimiento del uso de los recursos para el control de polvo. 35	
5.4	Actividad 4. Seguimiento de las observaciones e inspecciones del control de incendios durante la extracción de material. ....	38
5.5	Actividad 5. Cumplimiento de la normatividad colombiana vigente en materia ambiental. ....	39
<b>6</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>40</b>
6.1	Actividad 1. Descripción general del proceso de extracción, cargue y transporte de carbón.....	40

6.2	Actividad 2. Seguimiento de la operación y mantenimiento de los equipos de cargue y transporte del material estéril y carbón. ....	43
6.3	Actividad 3. Seguimiento del uso de los recursos para el control de polvo. ....	47
6.4	Actividad 4. Seguimiento del control de incendios durante la extracción de material. ....	55
6.5	Actividad 5. Cumplimiento de la normatividad colombiana vigente en materia ambiental. ....	62
7	<b>CONCLUSIONES</b> .....	63
	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	64

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> FORMATO REGISTRO HORAS OPERACIÓN MÓDULOS DE RIEGO.....	37
<b>TABLA 2.</b> DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES INHERENTES A LA EXTRACCIÓN DE CARBÓN....	41
<b>TABLA 3.</b> NUMERO DE EVENTOS PRESENTADOS.....	43
<b>TABLA 4.</b> RESUMEN DE CARTAS ENVIADAS A LOS SUPERVISORES PARA LOS RESPECTIVOS INFRACTORES.....	46
<b>TABLA 5.</b> EQUIPOS UTILIZADOS PARA CONTROLAR EL POLVO.....	47
<b>TABLA 6.</b> TIEMPO DE OPERACIÓN DE LOS MÓDULOS DE RIEGO EN LA ZONA NORTE.....	49
<b>TABLA 7.</b> TIEMPO DE OPERACIÓN DE LOS MÓDULOS DE RIEGO EN LA ZONA CENTRO.....	50
<b>TABLA 8.</b> TIEMPO DE OPERACIÓN POR TAJO.....	51

## LISTA DE IMAGENES

<b>IMAGEN 1.</b>	LOCALIZACIÓN DEL CERREJÓN.....	15
<b>IMAGEN 2.</b>	PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE CARBÓN.....	16
<b>IMAGEN 3.</b>	MÉTODO DE EXPLOTACIÓN O TAJO ABIERTO. ....	19
<b>IMAGEN 4.</b>	MÉTODO DE CAJÓN O DESCUBIERTAS.....	20
<b>IMAGEN 5.</b>	MÉTODO DE CONTORNO.....	22
<b>IMAGEN 6.</b>	MÉTODOS MIXTOS O ESPECIALES.....	23
<b>IMAGEN 7.</b>	EXTRACCIÓN, CARGUE Y TRANSPORTE DE CARBÓN. ....	40
<b>IMAGEN 8.</b>	TOTAL ABUSO DE FRENOS Y TRASMISIÓN.....	44
<b>IMAGEN 9.</b>	RESUMEN DE ABUSO DE FRENOS. ....	44
<b>IMAGEN 10.</b>	TOTAL ABUSO DE FRENOS Y TRASMISIÓN POR GRUPO.....	45
<b>IMAGEN 11.</b>	PONDERACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN EN LA ZONA NORTE.....	50
<b>IMAGEN 12.</b>	PONDERACIÓN DE TIEMPO DE OPERACIÓN POR MODULO EN LA ZONA CENTRO...51	
<b>IMAGEN 13.</b>	PONDERACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LOS MÓDULOS POR TAJO. ...52	
<b>IMAGEN 14.</b>	PORCENTAJE DURANTE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN.....	52
<b>IMAGEN 15.</b>	TENDENCIA DE TIEMPO DE OPERACIÓN DE MÓDULOS DE RIEGO. ....	53
<b>IMAGEN 16.</b>	CONSUMO MENSUAL DL-10 VS META.....	55
<b>IMAGEN 17.</b>	COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA EN LA MINA. ....	56
<b>IMAGEN 18.</b>	RETROEXCAVADORAS DE BRAZOS LARGOS.....	56
<b>IMAGEN 19.</b>	MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA. ....	57
<b>IMAGEN 20.</b>	INGRESO DE DATOS DE INCENDIOS AL SISTEMA DE LA COMPAÑÍA.....	58
<b>IMAGEN 21.</b>	ALMACENAMIENTO DE DATOS.....	61
<b>IMAGEN 22.</b>	CARTA ABUSO DE TRASMISIÓN.....	67
<b>IMAGEN 23.</b>	CARTA ABUSO DE FRENOS.....	68
<b>IMAGEN 24.</b>	ÁREA DE EXPLOTACIÓN. ....	70
<b>IMAGEN 25.</b>	CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIAL ESTÉRIL.....	70
<b>IMAGEN 26.</b>	TANQUERO DE CAPACIDAD DE 20.000 GALONES.....	71
<b>IMAGEN 27.</b>	TANQUES DE ALMACENAMIENTOS PARA EL RIEGO DE LOS MÓDULOS. ....	71
<b>IMAGEN 28.</b>	CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGUA ADICIONAR PARA LA SATURACIÓN DE LAS VÍAS. .....	72
<b>IMAGEN 29.</b>	CAÑONES DE NIEBLA. ....	72
<b>IMAGEN 30.</b>	CÁMARA TERMOGRÁFICA (MONITOREO DE TEMPERATURA). ....	73
<b>IMAGEN 31.</b>	MÓDULO DE RIEGO (ASPERORES). ....	73

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. FORMATOS DE SEGUIMIENTO AL PERSONAL Y MAQUINARIA.....	66
ANEXO B. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA.....	69

## INTRODUCCIÓN

El área de la Ingeniería Civil permite planificar, diseñar, construir, operar, mantener y evaluar todas aquellas obras civiles. La Ingeniería civil tiene una formación con clara orientación práctica. Es la disciplina que le accede al hombre transformar y preservar el medio ambiente en beneficio de la sociedad. Su objeto es la realización de actividades referentes al planeamiento, esta carrera será capaz de proyectar, diseñar, planear, construir y gestionar obras y sistemas de ingeniería civil.

La EMPRESA CARBONES DEL CERREJON LIMITED se encarga de hacer la explotación de carbón a cielo abierto en el Departamento de la Guajira, ya que cualquier explotación produce impactos sobre el entorno natural, es de vital importancia llevar a cabo programas que disminuyan y/o mitiguen dichos impactos. El área de control de emisiones (incendio, pernado, sellado y control de polvo) está encargada de mantener el área operativa de la extracción del mineral y de las torres de llenado (requeridos para el riego de vías), de igual forma ejecutar los planes de control de auto combustión, mantenimiento y operación de los módulos de riego (control de emisiones en área de cargue y descargue de material). Algunas de las actividades que se realizan en esta área se encuentran aún en proceso de desarrollo, por esta razón son susceptibles a mejoramientos desde el punto de vista de control de proceso y medición de tiempo.

El presente informe describe las actividades que se llevaron a cabo durante la práctica empresarial, en la EMPRESA CARBONES DEL CERREJON LIMITED, estableciendo un seguimiento completo en cuanto al cumplimiento de la normatividad ambiental y de seguridad industrial.

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La extracción de minerales como es el caso del carbón tiene gran importancia ya que a través de este se obtiene energía eléctrica que facilita la calidad de vida de miles de personas. Dicha extracción tiene importantes repercusiones de carácter irreversible sobre el lugar donde se llevan a cabo estas actividades, por esto el cumplimiento de la normatividad vigente en cuanto al aprovechamiento de este preciado mineral debe ser meticuloso reduciendo al máximo los impactos ambientales.

El funcionamiento continuo de la compañía CARBONES DEL CERREJON LIMITED (24 horas) hace que la perseverancia de los efectos adversos sean considerables, es por eso que el seguimiento a las actividades propias de la extracción es un requisito indispensable para llevar un control de la situación y tomar las medidas respectivas a las que haya lugar cuando se presente un evento anormal. Con dichos seguimientos se mantiene un control permanente donde se exponen los principales inconvenientes que en algunas ocasiones tienen parte en el desarrollo de esta actividad de extracción, la emisión de material particulado es un impacto permanente debido a que la zona de explotación es árida, la temperatura en el día y el viento facilitan la emisión de material particulado al medio ambiente y esto puede traer problemas de salud a las personas que residen en lugares contiguos a estas áreas, con base en lo anterior es preciso contar con personal idóneo que supervise y mantenga condiciones aceptables en las áreas de interés.

## 2 JUSTIFICACION

La interacción del hombre con el medio ambiente genera impactos negativos sobre este, como lo son la construcción de vivienda en un área y uso masivo de los recursos naturales. La minería es un proceso que también genera impacto negativo al medio ambiente, dentro de estos impactos se encuentran las emisiones de partículas de polvo. Las emisiones de partículas se clasifican en dos categorías; las que afectan el confort que se miden con TSP (Suspendido Particulado) y las que afectan la salud se miden en PM10 (Material Particulado), con el fin de preservar la salud de las comunidades aledañas a la empresa minera, el gobierno decreta leyes dónde regula los valores permisibles. En CARBONES DEL CERREJÓN LIMITED la gestión ambiental es un componente fundamental en la estrategia de sostenibilidad, dentro de ella se han generado procesos y proyectos para minimizar las emisiones de polvo a las comunidades aledañas.

Como ingeniero civil en formación se espera contribuir con los conocimientos obtenidos en la Universidad de Pamplona, en el área de control de emisiones se pretende brindar apoyo, creatividad y la capacidad de observación y análisis que le permitan hacer un aporte a la organización en la solución de un problema o mejoramiento de un proceso, para que de la mano del supervisor se implementen mejoras y eficiencias al realizar las actividades.

Con la realización de este proyecto se podrá obtener experiencia laboral y se busca establecer la efectividad del funcionamiento del sistema de gestión de calidad de aire, necesario para proteger la salud humana generando condiciones ambientalmente sanas dentro y fuera de la operación minera.

Los resultados encontrados serán parte de un registro de la Compañía Carbones del Cerrejón, estos albergaran las indicaciones adecuadas en caso de hallar un evento anormal y/o ineficaz y la respectiva solución para mejorar el proceso de extracción del mineral.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el cumplimiento de las disposiciones de orden técnico, económico y ambiental en la explotación del carbón.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar la operación y mantenimiento de los equipos de cargue y transporte del material estéril y carbón.
- Registrar y observar el manejo diario de horas de operación de los diferentes recursos para el control de polvo.
- Calcular el uso de productos químicos que mejoran la capacidad del agua empleado en el riego de vías.
- Identificar y registrar los seguimientos de observaciones e inspecciones de control de incendios durante la operación minera.

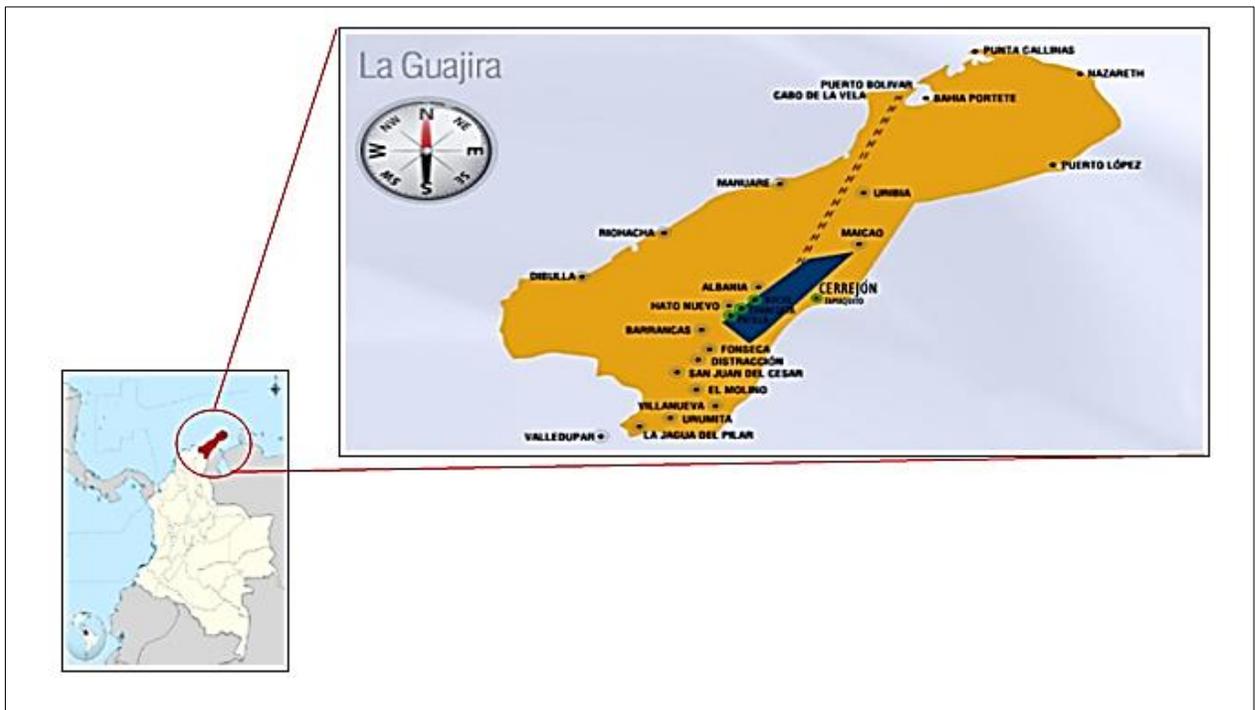
## 4 MARCO REFERENCIAL

### 4.1 MARCO CONTEXTUAL

#### 4.1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Cerrejón es una operación de minería de carbón (ver Imagen 1) que se desarrolla en las zonas norte, centro y sur de la península de La Guajira, al noreste de Colombia, el lugar más septentrional de América del Sur. El área minera se extiende a lo largo de 50 kilómetros del valle del río Ranchería, entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, cubriendo una superficie de 68.700 hectáreas, con recursos probados cercanos a 2.140 millones de toneladas hasta una profundidad de 300 metros y reservas recuperables de 930 millones de toneladas de carbón.

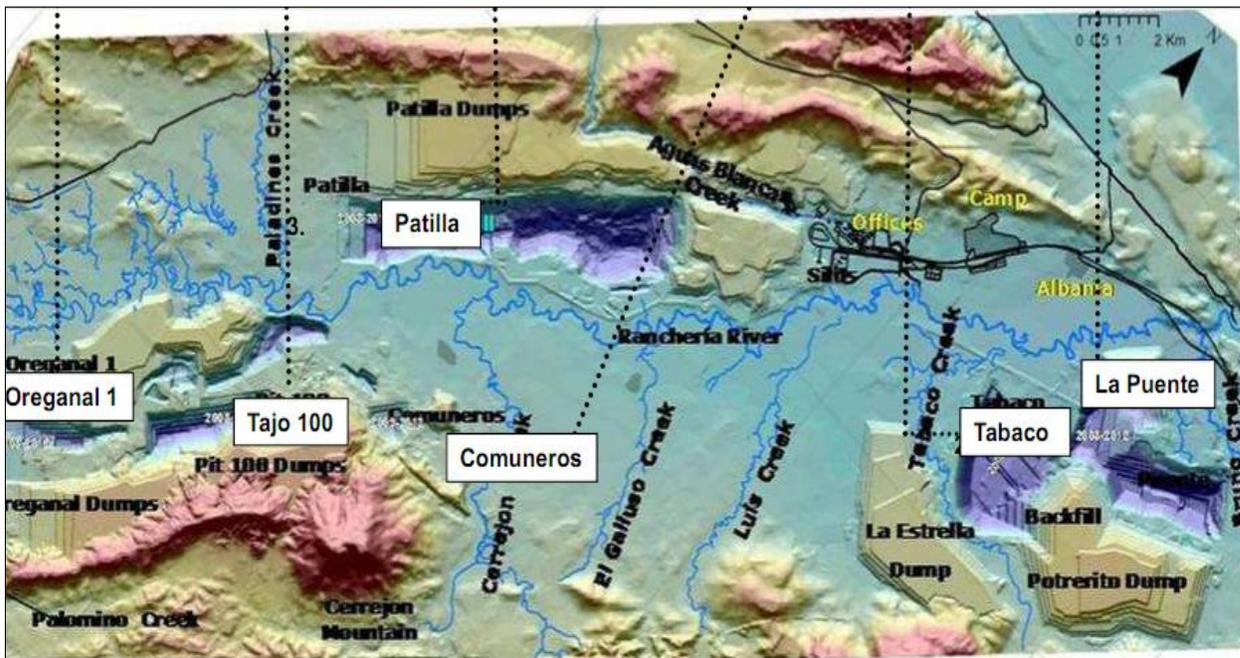
**Imagen 1.** Localización del Cerrejón.



Fuente: Autor.

En la Imagen 2 se presentan los puntos de extracción de mineral entre los cuales están: Tajo 100, Patilla, Oreganal, Comuneros, La Puente, Tabaco, Pit 120.

**Imagen 2.** Puntos de extracción de carbón.



Fuente: Autor.

La minería es a cielo abierto y el carbón posee un alto valor calorífico (8950 a 12850 BTU), en bajo azufre y en baja ceniza. La operación cuenta con una línea férrea de 150 kilómetros que une la Mina con el puerto de exportación, Puerto Bolívar. Carbones del Cerrejón es una empresa privada, de responsabilidad limitada, constituida de conformidad con las leyes de Anguilla, Indias Occidentales Británicas.

Cerrejón cuenta con 5.708 empleados directos y 4.750 empleados contratistas y se genera un tasa de aproximadamente 15.000 empleos. La meta de producción de carbón para el año 2015 es de 34 millones de toneladas, mensualmente 2.8 millones de toneladas y en turnos de 12 horas 46.666 toneladas de carbón.

Cerrejón es una empresa perteneciente en tres partes iguales a BHP Billiton plc (Australia), Anglo American plc (Sudáfrica) y XStrata plc (Suiza). El carbón de Cerrejón abastece el sector de generación de energía eléctrica, principalmente en el mercado del Océano Atlántico, en Norte América, Europa y América Latina, con participaciones menores en el Pacífico y Asia.

#### 4.1.1.1 La Mina

La minería a cielo abierto es una operación en secuencia que se inicia con la limpieza de la superficie y retiro cuidadoso de la capa vegetal que se almacena para la futura rehabilitación de las tierras intervenidas. Luego, se llevan a cabo la perforación, voladura y remoción del material estéril hasta exponer los mantos de carbón. El carbón se transporta en camiones desde la mina hasta las pilas de almacenamiento y las trituradoras, y luego, el carbón triturado, se lleva a los dos silos que cargan el tren. Los equipos y maquinarias empleados en la mina están entre los de mayor tamaño y capacidad en el mundo y son de tecnología avanzada. Aproximadamente el 6% del carbón extraído de la mina se lava para mejorar su calidad.

#### 4.1.1.2 El Ferrocarril

La vía férrea de 150 kilómetros conecta la mina con el puerto de embarque. El carbón se transporta en trenes de hasta 120 vagones que se cargan en los silos mediante un proceso continuo. El ciclo completo promedio de cargue, transporte, descargue en el puerto y regreso a la mina, es de aproximadamente 12 horas. Diariamente se despachan en promedio siete trenes. Adicionalmente, opera un tren de servicio para el transporte de suministros, materiales y repuestos. Un Sistema de Control de Tráfico Centralizado controla desde la Mina el tráfico sobre la vía.

#### 4.1.1.3 El Puerto

Puerto Bolívar es el terminal carbonífero más importante de América Latina y uno de los de mayor tamaño en el mundo. Está localizado 150 Km al norte de la mina sobre el mar Caribe y recibe barcos de hasta 180.000 toneladas de peso muerto, 300 metros de eslora y 45 metros de manga. Su canal navegable tiene 19 metros de profundidad, 265 metros de ancho y cuatro kilómetros de largo.

Las instalaciones principales del puerto son la estación de descargue del tren, tres apiladores, recolectores y el cargador lineal de barcos que deposita el carbón en las bodegas de los buques a una rata de más de 5.500 toneladas por hora. El puerto cuenta, además, con un muelle de suministros para recibir barcos hasta de 30.000 toneladas, con maquinaria, repuestos, combustibles y otros insumos para la operación minera.

#### 4.1.1.4 Servicios De Soporte

Para el soporte de una operación de esta magnitud, se dispone de otras instalaciones: dos aeropuertos, uno en la Mina y otro en Puerto Bolívar; telecomunicaciones vía satélite y avanzados sistemas de información en todas las áreas.

## 4.2 MARCO TEÓRICO

### 4.2.1 Métodos de explotación<sup>1</sup>

Existe un sinnúmero de métodos de explotación a cielo abierto que se pueden clasificar en cuatro grandes grupos, teniendo en cuenta, los más utilizados en el país: Tajo Abierto (Open Pit), Minería de Cajón o Descubiertas (Strip-mining), Minería de Contorno (Contour Mining) y Métodos Mixtos o Especiales. A continuación se hace una descripción general de éstos y sus principales características.

#### 4.2.1.1 Tajo Abierto

Es el método más avanzado técnicamente. Se caracteriza por mover grandes volúmenes de material estéril (ver Imagen 3). El diseño comprende una serie de bancos de extracción ubicados en el macizo rocoso o mineralizado, que por su buzamiento obligan a una profundización de la excavación. Los materiales estériles pueden ser dispuestos en la parte externa o interna del tajo.

Estas explotaciones pueden realizarse de manera longitudinal, transversal o mixta.

#### Características

- Extracción del estéril con voladura o medios mecánicos
- Conjunto de capas con espesores variables.
- Valores mínimos de corte
- Minerales marginales
- Capas con inclinaciones superiores a 20°
- Capacidad portante de la roca.

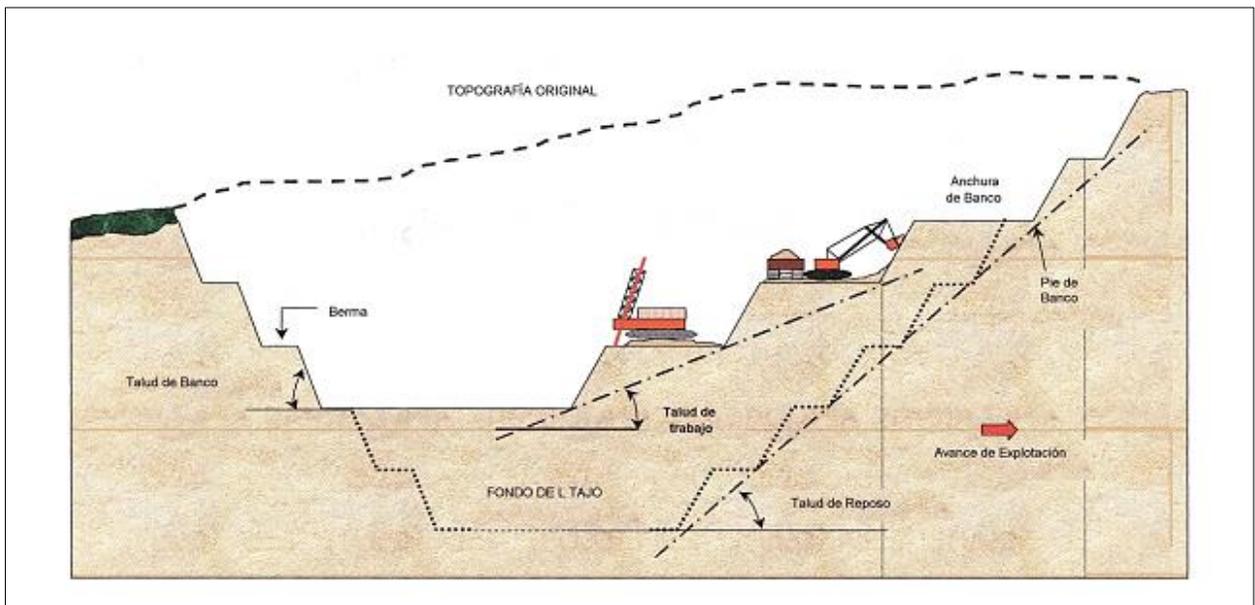
---

<sup>1</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Guía Minero Ambiental 2 Explotación. Bogotá D.C.- P 39-46.

Principalmente aplicable a:

- Materiales de construcción
- Metálicos como: hierro, cobre, plomo, zinc, níquel
- Energético como carbón

**Imagen 3.** Método de explotación o tajo abierto.



Fuente: Min. Minas .2002.

#### 4.2.1.2 Minería de cajón o descubiertas

Aplicable principalmente a yacimientos sedimentarios, de capas con bajos buzamientos y poco espesor, altas relaciones de descapote, en las que se permite el manejo de dos bancos uno superior de estéril y el otro que comprende el espesor del cuerpo mineral. Su característica principal está en el aprovechamiento de la excavación como vertedero del material estéril removido en el primer ciclo (ver Imagen 4).

Se distinguen dos métodos principales dependiendo del tipo de maquinaria a emplear:

- El método alemán emplea retroexcavadoras y rotopalas
- El método americano emplea de excavadoras y dragalinas.

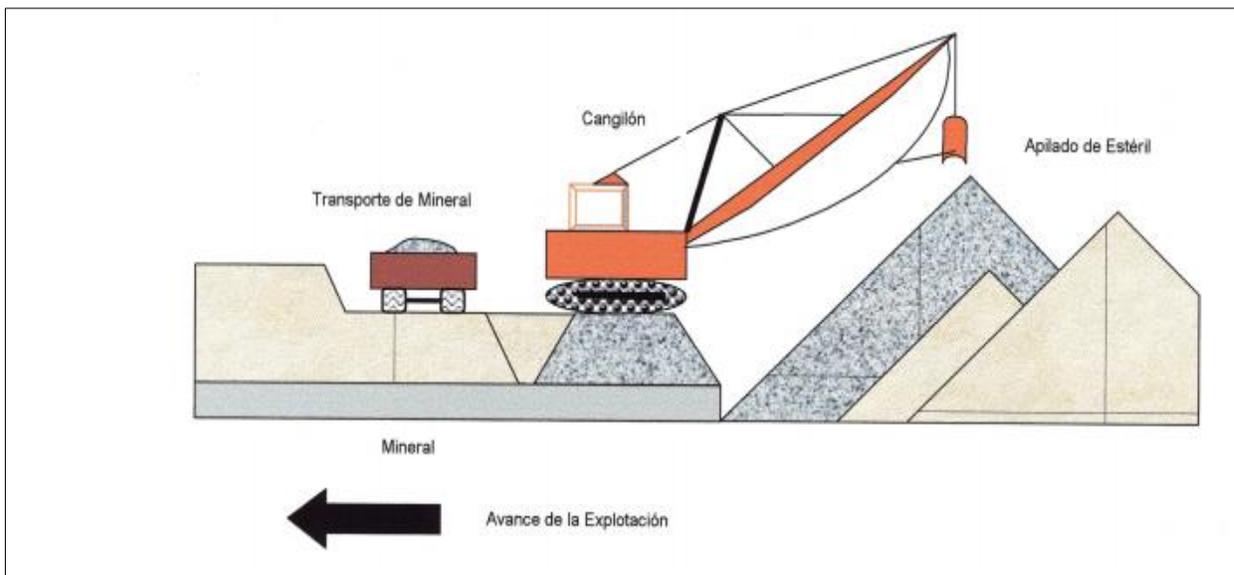
Características:

- Buzamiento menor a  $10^\circ$  o casi horizontales
- Grandes reservas
- Rocas blandas de cobertera
- Alta relación de descapote
- Pocas capas y potentes
- Uno o dos bancos
- Posibilidades de implementación de tecnología de gran capacidad

Principalmente aplicable a :

- Carbones
- Lignitos
- Bauxitas
- Rocas fosfóricas

**Imagen 4.** Método de Cajón o Descubiertas.



Fuente: Min. Minas .2002.

#### 4.2.1.3 Minería de contorno

Consiste en excavar una trinchera abierta a lo largo de toda la longitud del afloramiento. El estéril removido se deposita sobre la ladera. Para el movimiento del estéril se emplea bulldozer con ripper, el cual empuja directamente este material. En algunas ocasiones se fragmenta el material con explosivos (ver Imagen 5).

Los equipos más frecuentemente empleados son:

- Palas hidráulicas
- Retroexcavadoras
- Bulldozer
- Camiones
- Cargador

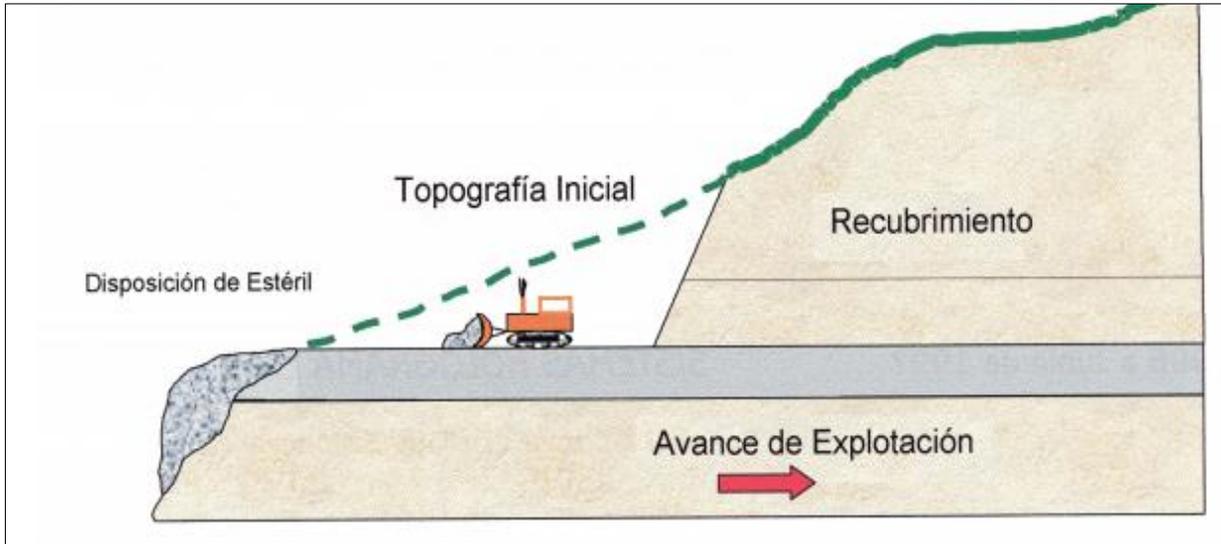
Características:

- Económico y sencillo en pequeños yacimientos
- Requiere poco tiempo de preparación y poco personal

Es aplicable a:

- Carbón lignitos
- Bauxitas
- Rocas fosfóricas
- Materiales de construcción

**Imagen 5. Método de contorno.**



Fuente: Min. Minas .2002.

#### 4.2.1.4 Métodos mixtos o especiales

Se aplica en aquellos yacimientos en los que, por sus características geológicas y por los aspectos tecnológicos, se llegan al límite de explotación por el sistema de Cielo Abierto, y se hace necesario continuar la extracción de manera subterránea (ver Imagen 6). Igualmente, cuando se aplica una minería de contorno que deja una porción de reserva sin extraer.

Se requiere de una tecnología avanzada y exige una preparación de bancos para situar la maquinaria de arranque. Dentro de este método pueden aplicar los siguientes sistemas:

- Tajo largo
- Auger mininig

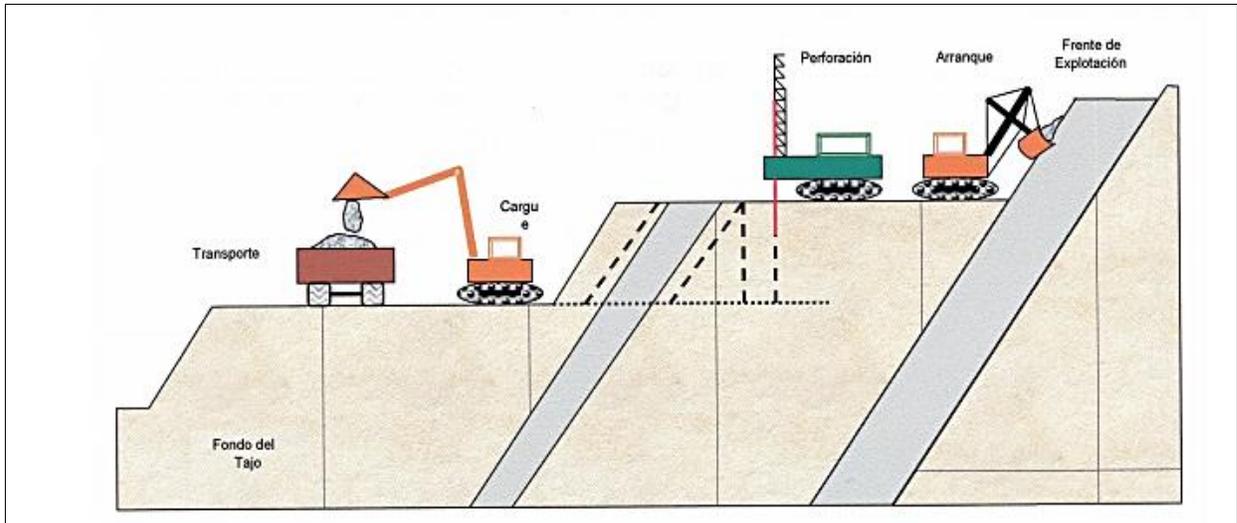
Características:

- Espesores mayores a 1 m
- Continuidad lateral y vertical del cuerpo mineral
- Inclinación menor a 5° o a mayores de 70°
- Gran recubrimiento de estéril
- Sin intercalaciones de estériles

Aplicable a:

- Carbón
- Minerales industriales
- Materiales de construcción
- Minerales radioactivos

**Imagen 6.** Métodos mixtos o especiales.



Fuente: Min. Minas .2002.

#### 4.2.2 Actividades y Operaciones Unitarias de la Explotación a Cielo Abierto

A continuación se describen las actividades y operaciones unitarias propias de la operación minera. Estas son comunes para cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

- Prospección y exploración

Se hace para descubrir la zona donde hay más yacimientos de carbón y permite determinar la cantidad de recursos y la calidad de un depósito, así como su potencial minero. Se realiza a través de perforaciones sísmicas e interpretaciones de la información para general un modelo geológico.

- Relocalización de Fauna

Se realiza la reubicación y el rescate de baja movilidad hacia áreas aptas para su continuidad.

- Retiro de la capa vegetal

Las capas vegetales son removidas y almacenadas en los bancos de preservación del suelo, para utilizarlas después en el proceso de rehabilitación de tierras intervenidas por la explotación minera. Generalmente se realiza con:

- Bulldozer
- Mototraillas

- Perforación y Voladura

Consiste en la fragmentación del macizo rocoso a un tamaño que pueda ser manipulado por el sistema definido de cargue y transporte planeado. Es la remoción del estéril y la extracción del mineral de interés. Estas operaciones se pueden realizar en forma directa, mecánica o con explosivos. En la extracción del cuerpo mineralizado se debe evitar la contaminación del material de interés con el estéril.

Actividades:

- La remoción de estéril: Puede ser mecánica o química. La voladura incluye perforación y fragmentación con explosivos.
- Explotación del mineral: es la extracción del yacimiento o la sustancia mineralizada de interés.

- Cargue

Una vez realizado el arranque del material, se procede a la operación de cargue del mineral o estéril al sistema de transporte definido.

Actividades:

- Método cíclico: Parque de volquetas, Llenado de cucharón, Cargue y despacho de vehículos. En este método se utiliza entre otras, palas de empuje, cargadores, retroexcavadoras, dragalinas y grúas de almejas.
- Método Continuo: actividad en forma sucesiva e ininterrumpida. Los equipos utilizados, entre otros, son: Rueda de cangilones que alimenta bandas transportadoras y Mineros continuos, mototraillas.

- Transporte

Es el traslado del material o mineral arrancado desde el frente de extracción hasta el sitio de acopio o planta de beneficio, así como del estéril hasta los retrolenados o botaderos. Puede ser continuo o discontinuo. Existen algunos sistemas en los que se sustituye el transporte por disposición continua del material estéril detrás del banco de explotación.

Actividades:

- Continuo: Banda transportadora, previa trituración
- Discontinuo: Camiones autodescargantes

- Apilamiento

Hace referencia al sitio de disposición del material extraído de la mina, con el fin de ser vendido o almacenado, para su posterior beneficio o uso. Estas áreas deben estar diseñadas de acuerdo con el volumen de extracción, el tiempo de almacenamiento y la calidad del material. Existen otros sistemas más sofisticados de recolección y almacenamiento continuo de material.

Actividades:

- Almacenamiento en Pila: Descargue del material en Camiones de capacidad de 190 toneladas. Arrume del material con tractor de llantas, orugas o traíllas. Cargue del material con cargador.
- Almacenamiento en Silos: Almacenamiento continuo del silo por medio de bandas transportadoras. Descargue directo a camiones, trenes u otro medio de transporte.

- Disposición de estériles en botaderos o retrolenados

Es la disposición técnica, final o temporal, de los materiales que no presentan ningún valor económico y que acompañan a la sustancia enriquecida. El material se deposita en los botaderos en condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración al entorno. Para la implementación de los botaderos o retrolenados se deben adelantar estudios técnicos previos que determinan su ubicación.

#### Actividades:

- Ubicación de las zonas de botaderos y sus límites con base en la capacidad portante del suelo, los volúmenes de material, las características y la distancia a los frentes de extracción.
- Morfología y materiales. De acuerdo con el tamaño de los materiales fragmentados y al tipo de material, se definirán los botaderos a manejar.
- Estudio geotécnico. Se establecerá la estabilidad de los sitios de botaderos, sus pendientes, el diseño técnico de los bancos o terrazas, así como el estudio hidrogeológico, de escorrentía, drenajes y nivel freático y de estabilidad de los taludes finales (ángulo de reposo).
- Para su construcción se emplean: Bulldozer, Mototraillas, Compactadores.

#### 4.2.3 Control de la minería del carbón a cielo abierto control de las minas del carbón a cielo abierto<sup>2</sup>.

Las características geológicas diferenciadoras de las minas de carbón a cielo abierto de otros tipos de minas a cielo abierto son la naturaleza de la formación y su valor relativamente bajo, lo que a menudo hace necesario mover grandes volúmenes de capa de cobertura en una amplia zona (es decir, una alta relación de descortezado). Por esta razón, para la minería del carbón a cielo abierto se han desarrollado equipos y técnicas específicos, como un sistema de extracción a cielo abierto mediante dragalinas que extraen tiras de un ancho de 30 a 60 m y vierte el material en galerías de hasta 50 km de longitud. La rehabilitación del entorno es una parte fundamental del ciclo de una mina debido al importante deterioro de estas áreas. La producción de las minas de carbón a cielo abierto puede ser pequeña (inferior a 1 millón de toneladas al año) o de gran volumen (más de 10 millones de toneladas al año). La mano de obra necesaria depende de la extensión y el tipo de la mina, del tamaño y la cantidad de equipos utilizados y del volumen de carbón y de la capa de cobertura que deben extraerse. Existen algunos indicadores típicos que definen la productividad y el volumen de mano de obra, como:

---

<sup>2</sup> Armstrong, James. Minas y canteras. Industrias basadas en recursos naturales. Disponible en:<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/74.pdf>.

1. producción por minero (toneladas x minero x año), con valores que oscilan entre 5.000 toneladas por minero y año y 40.000 toneladas por minero y año;
2. material total movido (toneladas x minero x año). Este indicador de productividad comprende el material de carbón y de capa de cobertura, con valores que oscilan entre 100.000 toneladas por minero y año, que se considera una productividad baja, y 400.000 toneladas por minero y año, que se considera una productividad muy alta.

Debido a la gran inversión de capital necesaria, muchas minas de carbón operan con turnos continuos 7 días a la semana, lo que requiere disponer de cuatro equipos: tres turnos de ocho horas y un cuarto turno que cubre los días de descanso. Planificación de una mina La planificación de las minas de carbón a cielo abierto es un proceso rutinario que puede resumirse en una lista de comprobación. El ciclo comienza con los estudios geológicos y de comercialización y finaliza con una evaluación económica. El nivel de detalle y el costo de la planificación aumentan a medida que el proyecto pasa por las diferentes fases de homologación y trazado. Antes de comenzar el trazado se realizan los estudios de viabilidad. La misma lista de comprobación es válida cuando el equipo de explotación comienza a desarrollar los planes anuales o los planes para cerrar la mina y rehabilitar la zona una vez extraído todo el carbón. La planificación es un proceso continuo, con frecuentes actualizaciones derivadas de los cambios de mercado, tecnológicos y legislativos, así como de la información sobre el yacimiento que se va obteniendo a medida que avanza la explotación. Influencias geológicas Las características geológicas influyen en gran medida en la elección del método de minería y del equipo que se van a utilizar en una determinada mina de superficie de carbón. La inclinación de la veta de carbón, o pendiente, representa el ángulo entre la veta de carbón y el plano horizontal. Cuanto mayor es la inclinación, más difícil resulta su explotación. La inclinación también afecta a la estabilidad de la mina; la inclinación límite para operaciones de dragalina es de unos 7°. La dureza del carbón y de la roca residual determina el tipo de equipo que puede utilizarse y si es necesario aplicar técnicas de voladura al material. Los equipos de minería continua, como las excavadoras de rueda de cangilones utilizadas habitualmente en Europa oriental y Alemania, sólo sirven para material de una dureza muy baja que no requiera la aplicación de sistemas de voladura. La capa de cobertura suele ser demasiado dura para ser excavada sin realizar operaciones de voladura que fragmenten la roca en trozos más pequeños, que a continuación se cargan con palas y equipos mecánicos. A medida que aumenta la profundidad de las vetas de carbón, va aumentando también el costo del transporte de los residuos y del carbón hasta la superficie o el vertedero. Alcanzada una determinada profundidad resulta más económico aplicar métodos de minería subterránea que de cielo abierto. Es posible extraer vetas de carbón delgadas de hasta 50 mm de espesor, pero la recuperación del carbón se hace más difícil y

costosa a medida que disminuye el grosor de la veta de carbón. El término hidrología se refiere a la cantidad de agua presente en el carbón y en la capa de cobertura. Cantidades importantes de agua afectan a la estabilidad, y la necesidad de bombeo aumenta los costos. El volumen de las reservas de carbón y la magnitud de la explotación influye en el tipo de equipo que debe utilizarse. Las minas pequeñas requieren equipos más reducidos y relativamente más caros, mientras que las minas grandes permiten las economías de escala y presentan costos menores por unidad de explotación. Por características ambientales se entiende el comportamiento de la capa de cobertura una vez explotada. Algunas capas de cobertura son “acidificantes”, lo que significa que, cuando quedan expuestas al aire y al agua, producen ácido que daña el medio ambiente, por lo que requieren un tratamiento especial.

Los factores anteriores, además otros no mencionados, determinan el método de minería y el equipo adecuados para una determinada mina de carbón a cielo abierto.

#### **4.3 MARCO CONCEPTUAL**

“Sostenibilidad” (Sistema de gestión de la calidad, 2012). **Gestión de la calidad y manejo del agua:** Cerrejón utiliza para sus actividades domésticas, industriales y mineras agua proveniente de diferentes fuentes, las cuales están clasificadas como de alta calidad y baja calidad. Mediante el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, establecido formalmente desde el 2010, se busca disminuir la captación de agua de alta calidad con el fin de preservar el recurso hídrico de la región y remplazarlo por agua de baja calidad donde sea factible. Así mismo, Cerrejón verifica la eficiencia de las medidas de control para proteger el recurso hídrico mediante el monitoreo de la calidad del río Ranchería y sus tributarios, lo mismo que las aguas subterráneas del acuífero superficial, las aguas costeras de Puerto Bolívar y demás sistemas de control de aguas residuales domésticas e industriales, como las lagunas de retención y de estabilización.

**Gestión de la calidad del aire:** Uno de los aspectos ambientales más relevantes en Cerrejón es la gestión de la calidad del aire, debido a que las operaciones mineras generan emisiones de material particulado suspendido (polvo), las cuales deben controlarse adecuadamente para no constituirse en un riesgo significativo para el ambiente y las comunidades vecinas. Este material particulado presenta diversas características, de acuerdo con su tamaño y naturaleza. Su tiempo de suspensión depende de su peso, forma y tamaño, de la topografía del lugar, la velocidad y dirección

del viento, la humedad, la temperatura y demás factores climáticos. Las partículas generadas por la operación minera son en mayor proporción gruesas y provienen principalmente de las vías de acarreo de material estéril y carbón.

**Tanques:** Los tanques de almacenamiento son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, que son usadas para guardar y/o preservar líquidos a presión ambiente. La capacidad esta entre 8.000 y 12.000 galones cada unidad.

**Motobomba:** Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido que se emplea es agua de minería. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema.

**Acoples:** Elementos mecánicos diseñados para unir dos o más elementos para que se mantengan unidos.

**Mangueras:** Tubo hueco flexible diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro.

**Aspersores:** Es un dispositivo mecánico que transforma un flujo líquido presurizado y lo transforma en rocío para ser usado en riego de áreas de minería.

**Selección de área:** Para la selección del área se define área de avance de equipo de cargue que haya tenido previamente proceso de voladura. Verifique que el área sea estable, libre de movimientos o deslizamiento de taludes.

**Bitumen (Emulsión asfáltica):** Son dispersiones de cemento asfáltico en agua, es un producto líquido de color café oscuro, olor dulce y de carácter ácido. El producto se estabiliza por medio de una solución de tenso activos que produce abundante espuma y superficies deslizantes.

**Compresor:** Herramienta neumática capaz de generar aire comprimido a presión de 60 – 150 PSI, alimentado por un motor mecánico con 2800 RPM (revoluciones por minutos) de potencia.

**Mangueras de presión:** conductos huecos de pulgadas diversas que se usan para conducir fluidos que se desplazan por la manguera para ser aplicado al manto de carbón a sellar.

**Bomba de diafragma neumático:** Es una herramienta neumática que funciona con presiones de aire que abren un diafragma y eleva un balón de escape del aire.

**Agente supresor de polvo:** Productos químicos que mejoran la capacidad del agua para controlar el polvo en las vías. Estos agentes son adicionados al agua del tanquero en las torres de llenado.

#### **4.4 MARCO NORMATIVO**

**-DECRETO 948 DE 1995 :** El Decreto contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire, de alcance general y aplicable en todo el territorio nacional, mediante el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire generada por fuentes contaminantes fijas y móviles, las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire o niveles de inmisión, las normas básicas para la fijación de los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera, las de emisión de ruido y olores ofensivos, se regulan el otorgamiento de permisos de emisión, los instrumentos y medios de control y vigilancia, el régimen de sanciones por la comisión de infracciones y la participación ciudadana en el control de la contaminación atmosférica.

#### **-CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA**

**Art. 79.** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

**Art. 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

**-LEY 99 DE 1993 :** Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

**-LEY 685 DE 2001 O CÓDIGO DE MINAS** Este tiene como objetivos de interés público fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos

naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país.

**Art 14 Título minero** se podrá constituir, declarar y probar el derecho a explorar y explotar minas de propiedad estatal, mediante el contrato de concesión minera, debidamente otorgada e inscrita en el Registro Minero Nacional.

**Art 19 Compañías extranjeras** Las personas jurídicas extranjeras podrán, a través de representante domiciliado en Colombia, presentar y tramitar propuestas. Para la celebración del contrato de concesión deberán establecer una sucursal, filial o subsidiaria, domiciliada en el territorio nacional.

**-DECRETO 2222 DE 1993** o Reglamento de Higiene Y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto: Este reglamento está dirigido al control de todas las labores mineras a cielo abierto en el territorio nacional, para preservación de las condiciones de seguridad e higiene en las minas.

**Artículo 6 º.** Todo explotador minero debe:

- a) Elaborar y ejecutar un programa de salud ocupacional destinado a la prevención de los riesgos profesionales que puedan afectar la vida, integridad y salud de los trabajadores a su servicio de acuerdo con las normas vigentes;
- b) Elaborar los informes de accidentes de trabajo y realizar mensualmente los análisis estadísticos para las evaluaciones correspondientes como son: pérdidas de horas hombre/mes, días de incapacidad totales, índices de accidentes y severidad de accidentes de trabajo y todos los demás factores de accidentalidad;
- c) Facilitar en todo momento a las autoridades competentes la ejecución de estudios, investigaciones e inspecciones que sea necesario realizar dentro de las instalaciones y zonas de trabajo. Las autoridades competentes podrán prestar asesoría en el campo de salud ocupacional para la prevención de riesgos, accidentes y enfermedades profesionales que a juicio de éstas lo requieran;
- d) Proveer los recursos humanos, financieros y físicos indispensables para el desarrollo y cabal cumplimiento del programa de salud ocupacional, el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y demás elementos de trabajo, para que permanezcan en óptimas condiciones de seguridad;
- e) Elaboración de un programa de capacitación específica en salud ocupacional en donde se garantice que todo su personal reciba como mínimo ocho (8) horas de

capacitación antes de ingresar a la operación minera y cuatro (4) horas anuales de actualización;

f) Disponer y mantener en normal funcionamiento los equipos necesarios para la medición y control de los agentes de riesgo;

g) Mantener el normal funcionamiento de los servicios médicos, instalaciones sanitarias y servicios de higiene para los trabajadores de la empresa;

h) Estudiar y dar respuesta oportuna a las recomendaciones del Comité de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial de la empresa y de las autoridades competentes, para la prevención de los riesgos profesionales;

i) Cumplir y hacer cumplir al personal bajo sus órdenes lo dispuesto en el presente Reglamento y sus disposiciones complementarias y las demás normas e instrucciones establecidas por la empresa y las autoridades competentes sobre Medicina de Trabajo, Higiene y Seguridad Industrial;

j) Suspender los trabajos en los sitios donde se advierta peligro inminente de accidentes o de otros riesgos profesionales, mientras éstos no sean superados;

k) Intervenir con el personal bajo sus órdenes en la extinción de incendios y en labores de salvamento minero, según los planes de contingencia previamente establecidos;

l) Elaboración del reglamento de medicina, higiene y seguridad industrial específico para la minería a cielo abierto que se esté desarrollando y presentarlo para su aprobación a la autoridad competente.

**Artículo 13.** El explotador está obligado a elaborar y mantener actualizados los planos y registros de los avances y frentes de explotación de acuerdo con el desarrollo de la mina.

**Artículo 151.** El almacenamiento de carbón mediante el sistema de pilas deberá hacerse teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

a) El carbón que tenga que ser almacenado por más de veinte (20) días debe ser compactado y nivelado en capas cuyo espesor estará determinado por la calidad del carbón, la clase de almacenamiento y los sistemas de protección;

b) Verificar el grado de oxidación de la pila para valorar el riesgo de combustión espontánea.

**Artículo 152.** El almacenamiento de minerales en barco deberá hacerse en bodegas limpias y secas y una vez cargado el mineral deberá ser nivelado.

**Artículo 233.** El explotador dotará todas sus dependencias de los sistemas y equipos de prevención y extinción de incendios de acuerdo con las actividades y riesgos que haya en cada una de las secciones. Todo el personal deberá estar adiestrado para la operación en caso de emergencia.

## 5 METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los objetivos se plantearon las siguientes actividades:

### **5.1 Actividad 1. Descripción general del proceso de extracción, cargue y transporte de carbón.**

Para hacer un adecuado seguimiento al cumplimiento de la normatividad es necesario conocer el proceso completo de la extracción de carbón, por eso la relevancia de esta actividad es alta ya que conociendo cada una de las acciones se puede conocer en cuales de estas se presentan impactos de mayor magnitud y con base en esto determinar si el proceder de la compañía es el adecuado.

### **5.2 Actividad 2. Seguimiento de la operación y mantenimiento de los equipos de cargue y transporte del material estéril y carbón.**

El procedimiento en cuanto al manejo de los equipos por parte del personal es el siguiente:

1. El departamento de mantenimiento hace llegar un listado de los operadores que comenten los abusos de frenos y transmisión (para el caso de frenos se escogen a los operadores que cometieron más 40 eventos y si es de transmisión se escogen los operadores que cometieron más de 2 eventos).
2. Posteriormente se anotan los operadores en los registros y se envía a cada operador una carta dependiendo de la infracción cometida haciéndole saber el mal desempeño operacional y el costo que le genera a la Empresa, esto se hace semanalmente.
3. Cuando el operador llega a la 4 (cuarta) carta se envía a reentrenamiento y se le imparte de nuevo las instrucciones del manejo adecuado de los equipos, si persiste cometiendo abusos entonces se le llama a descargo solicitándole las razones de su mal desempeño operativo (si las explicaciones dadas por el operador no son apropiadas será sancionado entre 5 - 7 días, si continua entonces se toman las disposiciones adecuadas para reubicarlo).

4. Mensualmente se hace una presentación a los supervisores y superintendentes para informales las fluctuaciones y tendencias de abusos de transmisión y frenos, y otros temas de interés.

### 5.3 Actividad 3. Seguimiento del uso de los recursos para el control de polvo.

El control del polvo es una de las actividades más importantes ya que constantemente hay movilización de equipos de carga pesada, para controlar esto se tienen diferentes sistemas que atenúan la emisión de material particulado al ambiente, los cuales son: módulos fijos (están en cada punto de extracción de carbón), módulos móviles (son unidades de apoyo) estos se encuentran ubicados en el avance de la minería y los que utilizan un agente supresor que se usa generalmente sobre las vías por donde fluyen los vehículos de carga pesada.

**-Transporte Unidad Móvil de Riego:** En la ejecución de este proceso se necesita un tractor de llantas para que haga el respectivo movimiento del módulo de riego (Tanque de Agua). Para desarrollar esta tarea debe:

- Inspeccionar y determinar conjuntamente con el personal involucrado la ruta a seguir antes de iniciar la tarea.
- Verificar comunicación por el canal 16 con el operador del tractor.
- Asegurar con guaya de acero de 5/8", los ganchos en los ojales del patín del tanque y en la contrapesa del tractor de llantas asegurar con pasador.
- Utilice vehículo escolta en la parte final del patín a una distancia de 10 metros.
- Active las toda las luces incluyendo las de parqueo de los equipos durante el movimiento.
- La velocidad máxima de arrastre será de 20 Km/hora.

**-Preparación del tanque, motobomba y mangueras:** Una vez instalado el módulo de riego en el área, se inicia el proceso de extendido de mangueras de referencia LAY FLAT MIN de 2" y 3", en sus extremos tiene accesorios de conexión con aspersores y válvulas cheque tipo bayoneta.

- Se extienda la manguera sobre el área de avance programada del equipo de cargue. El modulo viene para operar 26 aspersores de impacto a 30 psi aproximadamente. Se ubican los aspersores para que queden en posición vertical usando los soportes diseñados para este fin.

- Una vez conectadas las mangueras, se hace la conexión a la descarga de agua de la motobomba.

### **-Generalidades para la operación del tanquero**

Este control se realiza sobre las vías con los tanqueros, los cuales se abastecen de agua o de una mezcla de agua y un agente supresor de polvo dosificado que se vierte sobre dichas vías.

El control de polvo en las vías de acarreo es indispensable para preservar el medio ambiente. La aplicación eficaz del agua está basada en el buen sentido común y profesionalismo del operador del tanquero.

- Las vías de acarreo son aquellas por las cuales transitan los camiones, llevando material desde un equipo de cargue hasta un botadero o a los silos.
- Las vías de acarreo planas se deben regar en forma continua o 5x7 en rampas (5 segundos el temporizador para húmedo y 7 segundos para seco), de acuerdo con los estándares establecidos para cada tipo de vía.
- Al llegar al área a regar se enciende la bomba de riego con el motor en bajas revoluciones por minutos (R.P.M.) y se deja el sistema de riego automático cuando esté en intersecciones, simplemente se cierran las boquillas.
- En caso de que se presente una emergencia por incendio, y el tanquero tenga agua con Agente supresor de polvo se podría utilizar para la extinción de fuego, pues el producto no generará ningún efecto negativo o contaminante durante esta operación.
- Debe evitarse en todo momento el riego excesivo en las vías, ya que el exceso de agua, incrementa los riesgos de ocurrencia de accidentes debido al deslizamiento de los equipos de llantas que transitan por las vías.(Superintendencia de soporte de movimiento de carbón, 2013).



#### **5.4 Actividad 4. Seguimiento de las observaciones e inspecciones del control de incendios durante la extracción de material.**

El supervisor k6 (supervisor de control de incendio) es quien realiza las observaciones, estas se identifican y se registran en la página de la empresa en el SIIO (Sistema de información de integridad operacional), esto se ejecuta con el fin de llevar el control del cumplimiento en seguridad y salud ocupacional en el ámbito laboral.

##### **Desarrollo de la tarea**

- Inspección visual previa del talud, ubicándose a una distancia igual o mayor a 2/3 la altura del talud y elaborar su AST (análisis de seguridad del trabajo) grupal.
- Verificación de los canales de comunicación de los radios, que estén operativos.
- Señalizar el área de trabajo usando conos que aíslen el área de trabajo del resto de la vía, y en el nivel superior del manto a sellar como medida de prevención de caída de material por tráfico de equipos mineros y livianos, colocar aviso de hombres trabajando en el nivel inferior.
- Verificar con la pistola térmica la temperatura ambiente del manto a sellar, una temperatura mayor a 60 grados centígrados, no se puede trabajar en ese manto.
- Preparación de la solución asfáltica: Se procede a mezclar bitumen con agua en la proporción, 1/1 (1 kilogramo de bitumen x 1 litro de agua.), en un tanque con capacidad de 1000 litros quedando 500 litros de agua y 500 de bitumen; seguidamente se acoplan las mangueras (compresor, tanque con mezcla de bitumen y agua, bomba de diafragma y pistola de sellado), luego encender el compresor para dar funcionamiento a la bomba, cerciorándose el operador tenga la pistola y manguera asegurada, para evitar derrames y golpes de la misma.
- Verificar la temperatura ambiente del manto de carbón a sellar, si es mayor a 60 grados Centígrados, no se puede trabajar en ese manto y se disponen a buscar otro manto que reúna las condiciones de trabajo requeridas.
- Aplicación directa al manto de carbón de la solución asfáltica, por parte del operador que manipula la pistola de sellado, quien se coloca a una distancia mínima de 5 metros entre el talud y su punto de ubicación durante el sellado.
- Se observa que el manto haya sido sellado totalmente y se procede a medir la cantidad de metros sellados.

- Marcación del manto de carbón con el número designado por el departamento técnico y la fecha de sellado, con pintura, color blanco.
- Disposición final de residuos hasta el relleno sanitario.

**Seguimiento:** En esta etapa durante los 15 días siguientes el supervisor o Coordinador realizan inspecciones regulares con equipo termografico (pistola y cámara) para medir temperaturas del manto sellado y corroborar que se encuentre a temperatura no mayor de 60 grados centígrados. (Superintendencia de soporte de producción, 2014).

### **5.5 Actividad 5. Cumplimiento de la normatividad colombiana vigente en materia ambiental.**

Se estableció el cumplimiento de la normatividad colombiana con respecto a las actividades inherentes al proceso de extracción mediante los seguimientos realizados durante la pasantía.

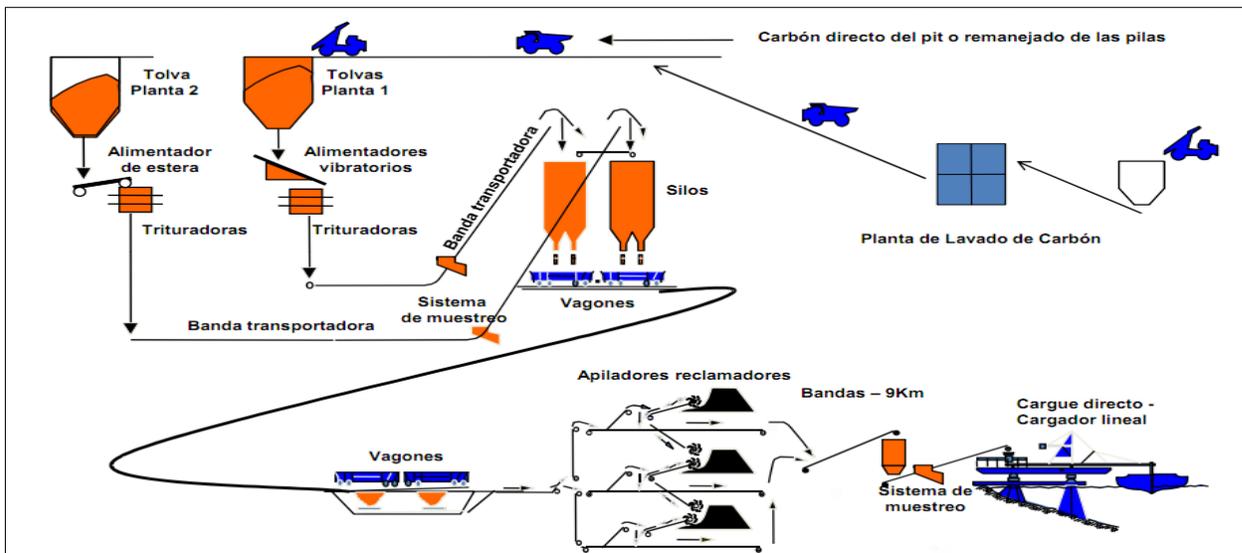
## 6 RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se dan a conocer los resultados por actividad.

### 6.1 Actividad 1. Descripción general del proceso de extracción, carga y transporte de carbón.

En la Imagen 7 se presentan las actividades en secuencia que se requieren para la extracción, carga y transporte del mineral.

**Imagen 7.** Extracción, carga y transporte de carbón.



Fuente: Cerrejón, 2012.

En la Tabla 2 se hace una descripción detallada de cada una de estas actividades.

**Tabla 2.** Descripción de las actividades inherentes a la extracción de carbón.

<b>EXTRACCIÓN DEL CARBÓN EN LAS ÁREAS DE EXPLOTACIÓN</b>	
Descripción	Imagen
<p>Como primera medida se hace una exploración amplia del área a intervenir, se reubica fauna, se hace el descapote guardando este material vegetal para su posterior uso. Después de esto se hacen perforaciones donde se introducen explosivos para efectuar la voladura.</p>	
<b>PLANTA DE LAVADO DE CARBÓN</b>	
Descripción	Imagen
<p>Este proceso es necesario para hacer la limpieza del primera materia prima ya que esta no es 100% carbón (tiene suelo). Cada tolva tiene una capacidad de manejar 500 TPH (toneladas por hora) al igual que la capacidad de alimentador automático.</p>	
<b>TRANSPORTE HACIA LAS TOLVAS</b>	
Descripción	Imagen
<p>Se lleva a cabo mediante camiones con capacidad de transportar 240 y 320 toneladas de material estéril.</p>	
<b>PLANTAS TRITURADORAS</b>	
Descripción	Imagen
<p>Encargadas de convertir en menor tamaño el material estéril ya que este se encuentra en su gran mayoría con tamaños amorfos relativamente grandes, esta separación depende de la calidad de la materia prima al igual que la capacidad de su poder calorífico. Existen 2 trituradoras, la primera con una capacidad de 4000 TPH y la segunda con una capacidad de 2100 TPH.</p>	

<b>BANDAS TRANSPORTADORAS</b>	
Descripción	Imagen
<p>Para la trituradora 1 la capacidad de transporte es de 4000 TPH y para la segunda es de 2400 TPH, dando como destino final los silos.</p>	
<b>SILOS</b>	
Descripción	Imagen
<p>Son tanques de almacenamiento de carbón de capacidad de 12.562 toneladas, este carbón después es vertido en los vagones del ferrocarril.</p>	
<b>VAGONES DEL FERROCARRIL</b>	
Descripción	Imagen
<p>Único con línea férrea de trocha estándar en Colombia. 150 kilómetros que conectan La Mina con Puerto Bolívar.</p> <p>Cuenta con 120 vagones, cada uno con capacidad para transportar entre 96 y 110 toneladas de carbón.</p> <p>La carga es nivelada, humectada y compactada como medida de control ambiental para prevenir las emisiones de partículas durante su transporte.</p>	

APILADORES RECLAMADORES	
Descripción	Imagen
El ferrocarril hace la descarga en estos apiladores para posteriormente ser transportados hacia los barcos.	
CARGUE DIRECTO , CARGADOR LINEAL	
Descripción	Imagen
Son cargados en las bodegas de los barcos que zarpan hacia diferentes destinos.	

Fuente: Autor.

## 6.2 Actividad 2. Seguimiento de la operación y mantenimiento de los equipos de cargue y transporte del material estéril y carbón.

En la Tabla 3 se presentan el número de eventos donde los operarios han ejecutado de forma errónea los procedimientos de frenos y transmisión.

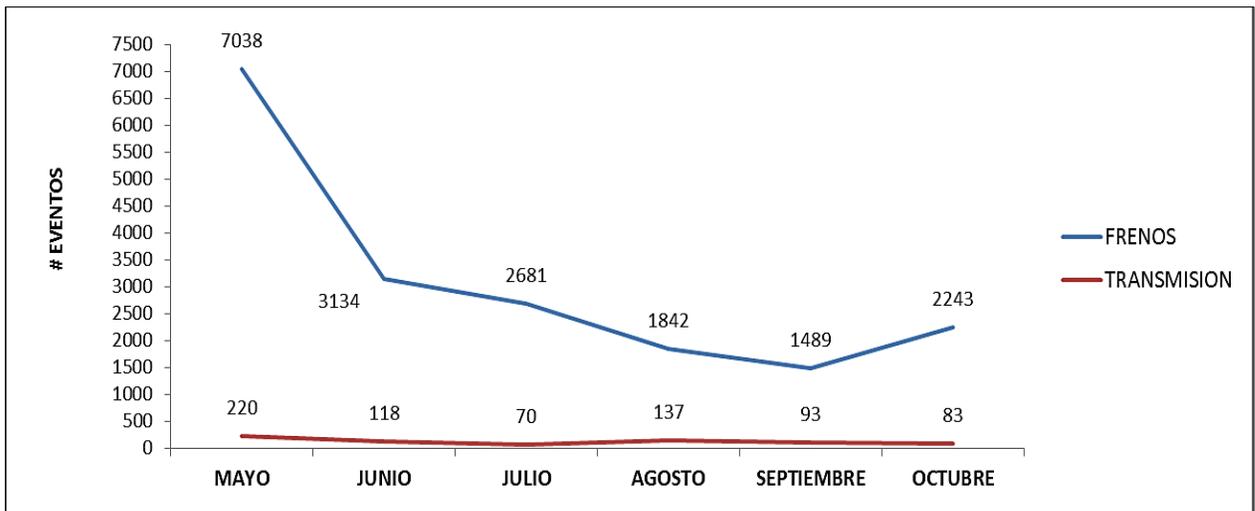
**Tabla 3.** Numero de eventos presentados.

MES	FRENOS	TRANSMISION
Mayo	7038	220
Junio	3134	118
Julio	4551	70
Agosto	1842	137
Septiembre	1489	93
Octubre	2243	83

Fuente: Autor.

En la Imagen 8 se muestra la tendencia de los eventos donde es clara que la de mayor repetición es mal uso de frenos y esto se debe en gran parte a las malas prácticas operacionales.

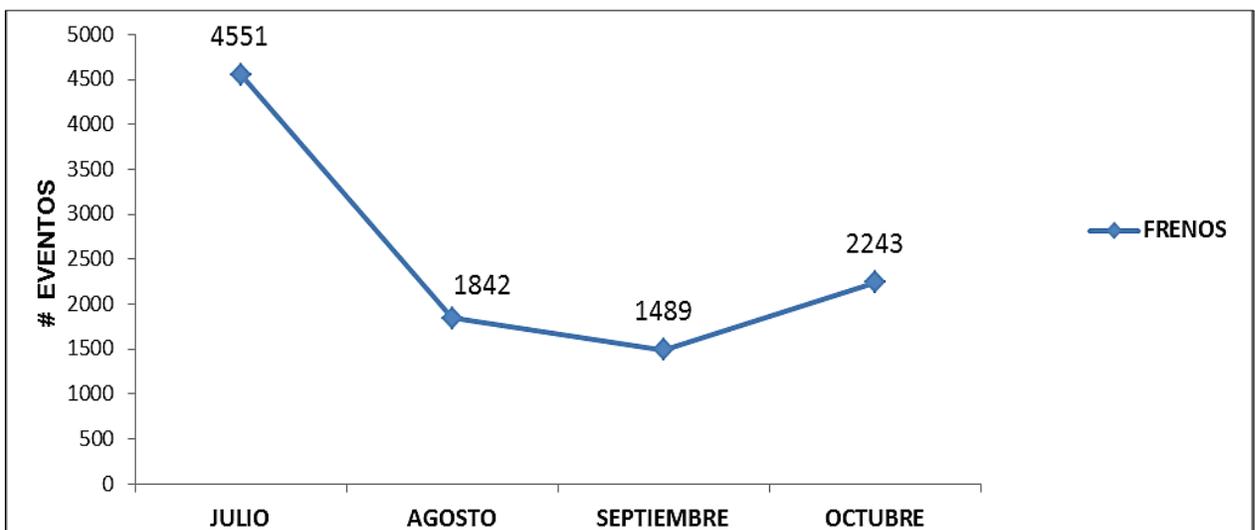
**Imagen 8.** Total abuso de frenos y trasmisión.



Fuente: Autor.

El seguimiento de esta actividad permite conocer si los operados hacen las maniobras adecuadas para el manejo de los equipos, en la Imagen 9 se presenta el resumen de los 4 meses supervisados.

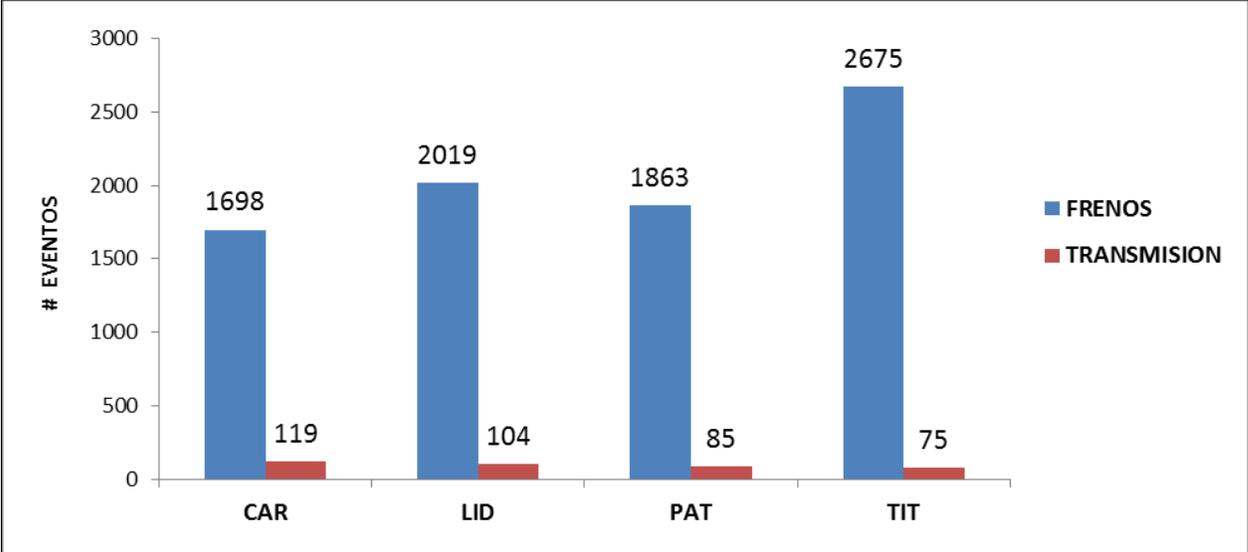
**Imagen 9.** Resumen de abuso de frenos.



Fuente: Autor.

Podemos observar en el mes de agosto y septiembre el mejoramiento fue efectivo pero en el mes de octubre se elevaron los abusos por dos razones fundamentales, la primera causa es que en este mes se reportaron como infractores los operadores que habían excedido el tope de 30 eventos considerados como erróneos, esto en comparación con los meses de julio a septiembre donde el tope de infracciones fue de 40 en adelante, la segunda causa de estas es que en esta época se dieron tiempos de lluvia lo cual repercutió a que la operación fuera más sucesible en abuso de frenos y transmisión. En la Imagen 10 se presentan los grupos y sus correspondientes datos.

**Imagen 10.** Total abuso de frenos y trasmisión por grupo.



Fuente: Autor.

En la Tabla 4 el resumen del número de cartas enviadas a los supervisores.

**Tabla 4.** Resumen de cartas enviadas a los supervisores para los respectivos infractores.

Supervisor	CARIBES			LIDERES			PATRIOTAS			TITANES			TOTAL		
	Enviadas	Recibidas	% Cumplim.	Enviadas	Recibidas	% Cumplim.	Enviadas	Recibidas	% Cumplim.	Enviadas	Recibidas	% Cumplim.	Enviadas	Recibidas	% Cumplim.
A-11	1		0%			0%			0%			0%	1		0%
A-15	1		0%	1		0%	2		0%	4		0%	8		0%
A-16	3		0%	5	2	40%	7		0%	4	1	25%	19	3	16%
A-17	2		0%	8	4	50%	4		0%	1		0%	15	4	27%
A-20	26	12	46%	4		0%	13	9	69%	4		0%	47	21	45%
A-21	4		0%	4		0%	3	1	33%			0%	11	1	9%
A-22	13	4	31%	11	7	64%	18	15	83%	18	10	56%	60	36	60%
A-31	18	10	56%	15		0%	17	13	76%	10		0%	60	23	38%
A-32	6	2	33%	10	3	30%	9	4	44%	14	3	21%	39	12	31%
A-51							4	4	100%				4	4	100%
A-61	7	2	29%	6		0%	14	7	50%	6	1	17%	33	10	30%
Grand Total	81	30	37%	64	16	25%	91	53	58%	61	15	25%	29	11	38%

Fuente: Autor.

Estos porcentajes solo se tienen en cuenta para saber el cumplimiento de las cartas entregadas a los respectivos infractores y la importancia que cada supervisor le está dando al seguimiento que se hace con sus respectivas cuadrillas, a los supervisores de bajo rendimiento (cuadro rojo y amarillo), el superintendente les hace una reunión para llamarles la atención sobre el descuido que le están haciendo a la operación.

### 6.3 Actividad 3. Seguimiento del uso de los recursos para el control de polvo.

A continuación se hace una descripción de los equipos utilizados para atenuar la cantidad de material particulado emitido al entorno natural (ver Tabla 5), es válido aclarar que en cada punto de extracción existen módulos que pueden ser fijo o móviles, los primeros operan durante 12 horas y los últimos durante 9 horas, en turnos de 12 horas.

**Tabla 5.** Equipos utilizados para controlar el polvo.

EQUIPO	IMAGEN
<p><b>Sumidero:</b> Lugar con el nivel más bajo del área aferente considerada de la operación minera donde drenan las aguas de escorrentía.</p>	
<p><b>Tanquero de 20.000 Gal (galones):</b> da soporte a los tanques para el riego de los módulos y las vías.</p>	
<p><b>Aspersores:</b> Es un dispositivo mecánico que transforma un flujo líquido presurizado y lo transforma en rocío para ser usado en riego de áreas de avance minera.</p>	

<p><b>Cañones de niebla:</b> Estos forman una nube de agua, la cual va hacer operada cuando la dirección del viento sea N – E. Con el fin de atrapar el material particulado (polvo) que es generado por la operación minera y va hacia las comunidades vecinas.</p>	
<p><b>Modulo fijo:</b> Estos módulos están compuestos por 26 aspersores y sujetos a sumideros, solo dejan de operar cuando las bombas están dañada o no hay energía o el piso está saturado donde están ubicados.</p>	
<p><b>Módulo móvil:</b> Estos módulos están compuestos por 26 aspersores y sujetos a tanques, deben estar bajo la supervisión de un encargado de su funcionamiento, las torres que llenan a los tanqueros deben de estar funcionando, las vías de acceso tienen que estar habilitadas.</p>	

Fuente: Autor.

A manera de ejemplo se muestra los datos los tiempos de operación en un mes por tajo (ver Tabla 6), donde:

**Operación** (horas de operación)

- Operativo
- Apagado por sobre humectación, sale agua en el piso de la pala
- Lluvia

**Sin Agua**

- Sin tanquero

### **Esperando Equipo**

- Movimiento de aspersores, tanque y tubería
- Esperando equipo para mover tanques

### **Sistema Bombeo**

- Fuga tubería
- Sin Energía en la torre
- Down motobomba
- Down bomba
- Down Torre

### **Mal Tiempo**

- Alerta tormenta
- Recuperación (daño piso, acceso de vías)
- Cerrado el Tajo

### **Sin Área**

- Perforación & Voladura
- Avance pala

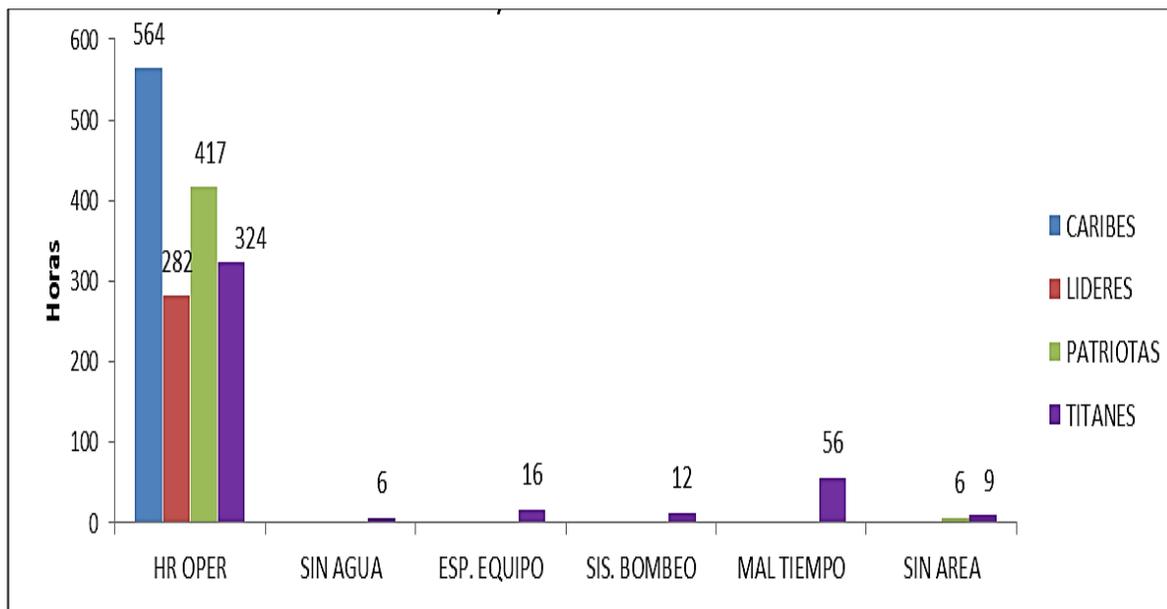
**Tabla 6.** Tiempo de operación de los módulos de riego en la zona norte.

Horas Operadas	93.8%
Sin Agua	0.4%
Esperando Equipo	0.9%
Sistema Bombeo	0.7%
Mal Tiempo	3.3%
Sin Área	0.9%

Fuente: Autor.

A manera de ejemplo en la Imagen 11 se hace la representación gráfica de las horas perdidas en los tajos de explotación de la zona norte durante 7 días.

**Imagen 11.** Ponderación de los tiempos de operación en la zona norte.



Fuente: Autor.

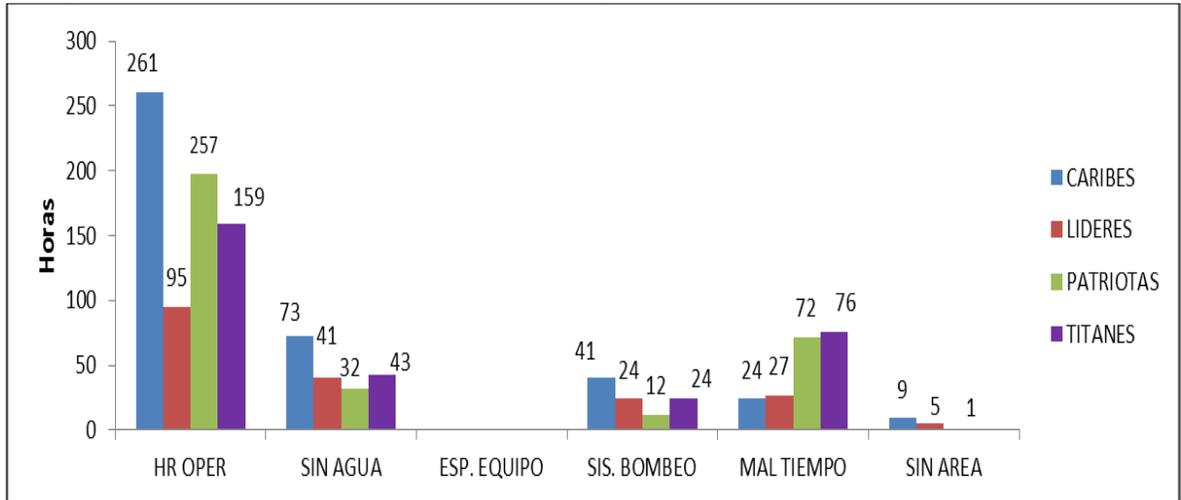
En la Tabla 7 se presentan los tiempos de operación por modulo en los tajos de la zona centro, a manera de ejemplo durante 7 días y en la Imagen 13 la respectiva ponderación.

**Tabla 7.** Tiempo de operación de los módulos de riego en la zona centro.

Horas Operadas	58.6%
Sin Agua	15.5%
Esperando Equipo	0.0%
Sistema Bombeo	8.3%
Mal Tiempo	16.4%
Sin Área	1.2%

Fuente: Autor.

**Imagen 12.** Ponderación de tiempo de operación por modulo en la zona centro.



Fuente: Autor.

En la tabla 8 se presenta el resumen por tajo de las horas de operación y los datos inherentes a cada uno de estos.

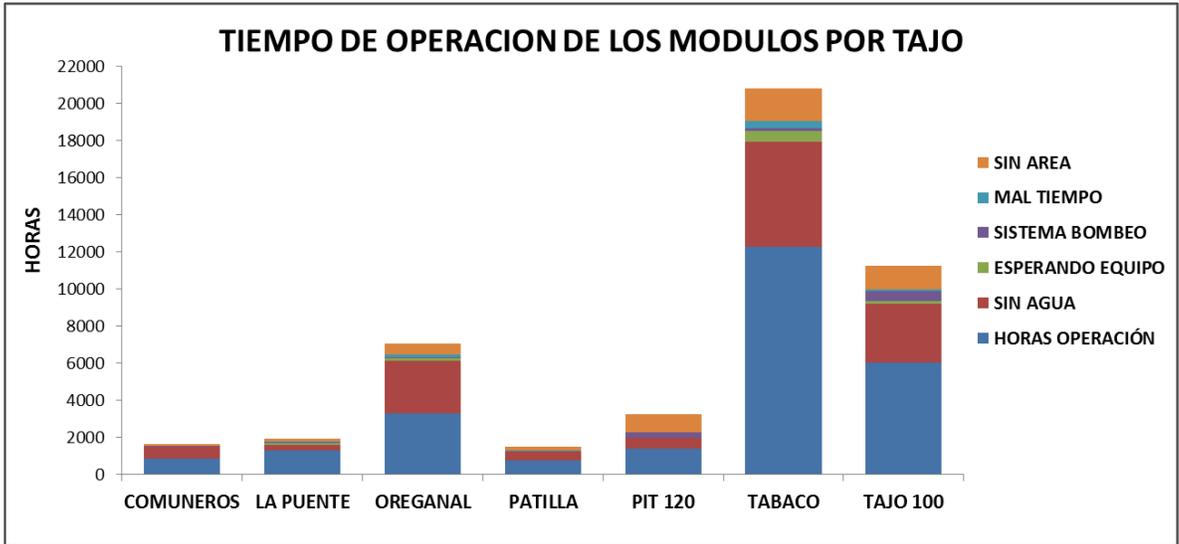
**Tabla 8.** Tiempo de operación por tajo.

TAJOS	HORAS OPERACIÓN	SIN AGUA	ESPERANDO EQUIPO	SISTEMA BOMBEO	MAL TIEMPO	SIN AREA
Comuneros	868	610	33	11	20	102
La Puente	1294	301	95	26	71	139
Oreganal	3303	2810	165	61	129	601
Patilla	787	449	14	6	63	191
Pit 120	1391	569	44	251	24	980
Tabaco	12277	5647	592	154	407	1767
Tajo 100	6039	3188	146	511	98	1259
<b>Total</b>	<b>25959</b>	<b>13573</b>	<b>1088</b>	<b>1020</b>	<b>812</b>	<b>5039</b>

Fuente: Autor.

En la imagen se hace la representación de los tiempos de operación por tajo, donde es claro que Tabaco es el de mayor demanda de agua así como también el tajo donde más se presenta tiempos de operación sin agua y estos se debe a que es el tajo más grande y de mayor operación, también se puede apreciar que los tajos comuneros Patilla, La Puente y Pit 120 son los de menor consumos y esto es por la extensión del área en las que se adelantan las actividades mineras.

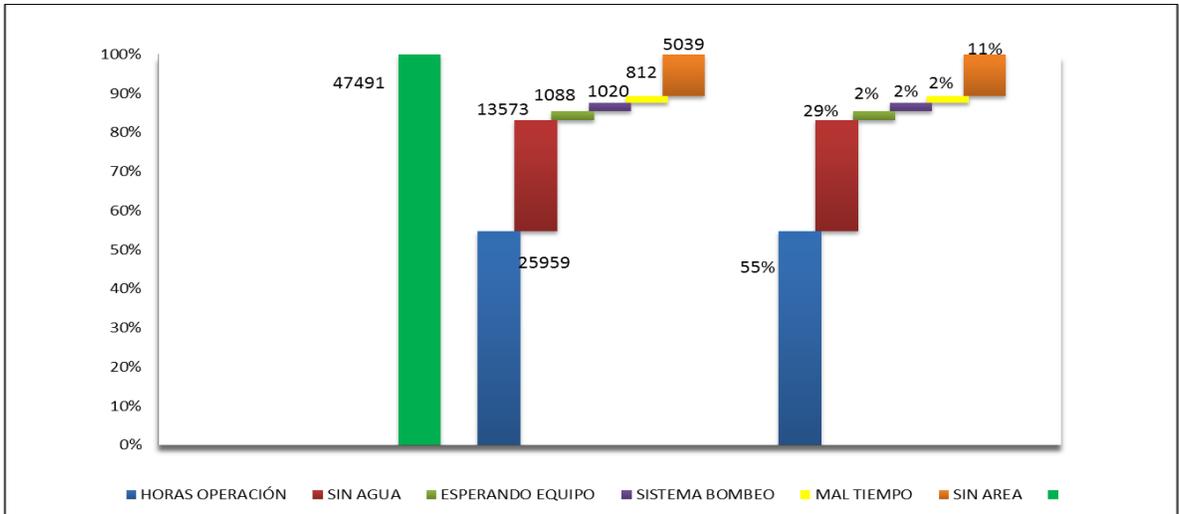
**Imagen 13.** Ponderación de los tiempos de operación de los módulos por tajo.



Fuente: Autor.

Los tiempos de operación en los meses evaluados se muestran en la imagen.

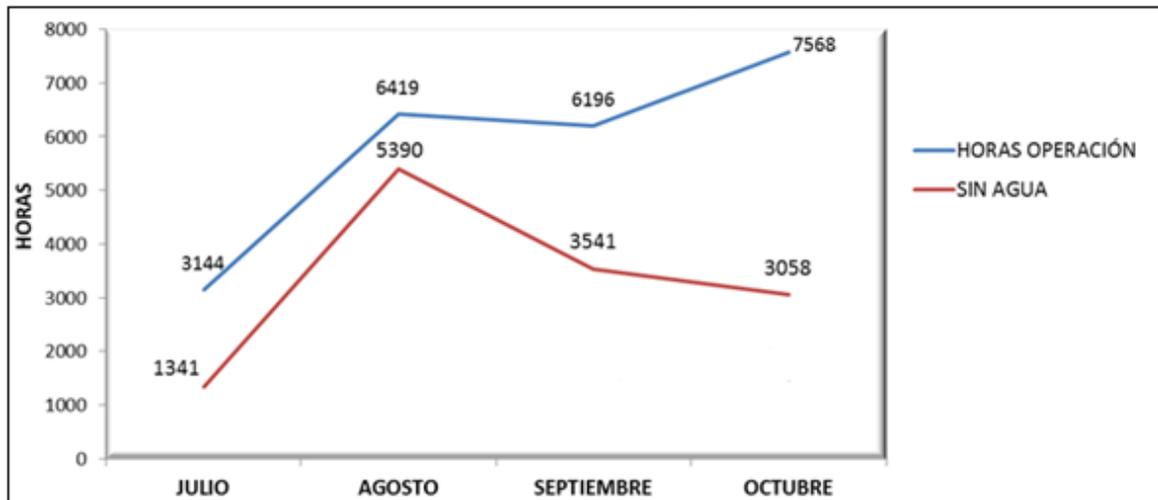
**Imagen 14.** Porcentaje durante los tiempos de operación.



Fuente: Autor.

En la imagen 15 se presenta la tendencia durante los meses supervisados de la operación de los módulos de riego para el control de polvo, esta tendencia se realiza mensualmente con el fin de encontrar anomalías y dar soluciones a estas, es claro que los módulos trabajaron menos tiempo en los meses de julio y septiembre debido a que un tanquero puede hacer suministro constante de agua a 4 tanques máximo. El tanquero de los módulos tiene en promedio por turno 6 tanques, por esta razón el suministro de agua no es constante y cuando está la situación de baja disponibilidad de tanqueros, es tomado para riego de agua en vías en algunos grupos. Inclusive en turnos nocturnos se registran un número importante de horas SIN AGUA esto debido a la reducción del número de tanqueros en funcionamiento puesto que si alguna parte de esta maquinaria presenta fallas técnicas se envía al taller de reparación.

**Imagen 15.** Tendencia de tiempo de operación de módulos de riego.



Fuente: Autor.

En las rutas existentes para el traslado de la materia prima se utilizan dos productos que son agentes supresores de polvo, estos son:

- **DL10** : Es una sustancia de consistencia líquida, color café oscuro y olor dulce, de carácter neutro. El producto es una solución de esteres grasos obtenidos a partir de la refinación física de ácidos grasos. Produce abundante espuma generando superficies deslizantes.

-Un tanquero en promedio por turno de 12 horas (20.000 gal)\*(10 viajes)(36 tanqueros)= 7.200.000 galones de agua industrial

-Un tanquero en promedio por mes (20.000 gal)\*(600 viajes)(36 tanqueros)= 432.000.000 galones de agua industrial.

- **Avenger:** es una Micro emulsión de polímero soluble en agua y surfactante.

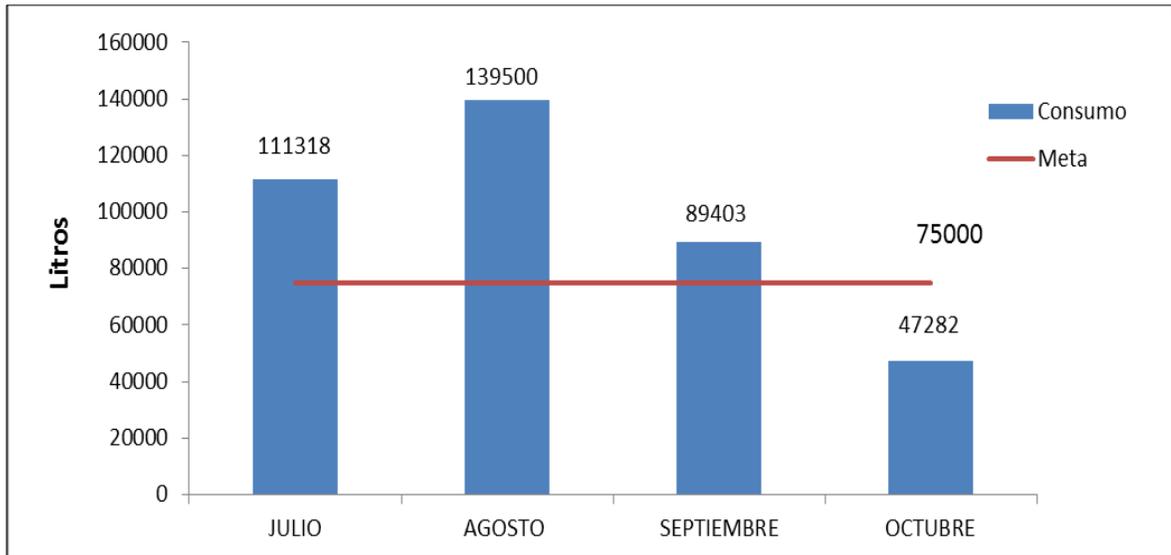
-Un tanquero en promedio por turno de 12 horas (20.000 gal)\*(8 viajes)\*(36 tanqueros)= 5.760.000 galones de agua industrial, es decir que mensualmente se da un consumo de agua industrial de 345.600.000 galones.

Diariamente se lleva un registro de consumo por torres de llenado distribuidas en todo el área minera (21 torres), la dosificación por producto es de 3 litros de Avenger por 20.000 galones de agua o 15 litros de DL10 por 20.000 galones de agua aplicada cada tanquero por viaje, en promedio en turno 12 hora) el tanquero realiza entre 8 y 10 viajes.

Los supresores de polvo se diferencian con respecto a la duración del tiempo en que tarde en evaporarse y la cantidad de químico utilizado, el DL-10 tiene una duración de 30 minutos por viaje, el Avenger tiene una duración de 45 minutos por viaje de tanquero.

Este registro se consolida mensualmente para determinar la cantidad de supresor de polvo usado versus la meta que es de 75.000 litros/ mes (ver Imagen 14), en octubre este el valor de la meta no fue superada porque en los meses anteriores se estaba llevando a cabo la prueba con el supresor Avenger para establecer la efectividad de este y al tener resultados positivos en el mes de octubre se implementó de manera generalizada reduciendo así el consumo del supresor DL-10.

**Imagen 16.** Consumo mensual DL-10 vs meta.



Fuente: Autor.

En turnos de 12 horas el ahorro de agua industrial es de 1.440.000 galones si se comparan los galones de agua gastada de los dos agentes supresores, es decir que mensualmente en promedio el ahorro de agua industrial es de 86.400.000 galones y anualmente el promedio de ahorro de agua industrial es de 1.036.800.000 galones, un valor bastante significativo.

#### **6.4 Actividad 4. Seguimiento del control de incendios durante la extracción de material.**

Cuando se dio una combustión espontánea en el área de la mina de mantos de carbón (ver Imagen 17), servicios técnicos definió la prioridad del control de incendios que se determina por el avance de la minería.

**Imagen 17.** Combustión espontánea en la mina.



Fuente: Autor.

Luego la sección del K6 que es el encargado del control de incendio en todo el área minera de Cerrejón, le llegaba un reporte que era el plan semanal y lo ejecutaba con el soporte de 2 retroexcavadoras de brazos largos (18 m de largo del brazo) y 2 tractores de orugas (ver Imagen 18).

**Imagen 18.** Retroexcavadoras de brazos largos.



Fuente: Autor.

El método más usado para controlar los incendios es la remoción (retirar el material prendido) con la retroexcavadora, luego de haber controlado el incendio 100% se realiza la medición de temperatura del manto que debe ser inferior a 60 grados centígrados (ver Imagen 19).

**Imagen 19.** Medición de la temperatura.



Fuente: Autor.

Posteriormente se procede al sellado del mismo con Bitumen que es una mezcla 1:1 y agua, finalmente se marca el manto con la fecha del día que se ejecutó el sellado y se registra en el sistema de la compañía.

Este registro se hace de la siguiente manera:

Se ingresa a la página principal de la compañía y se seleccionaba OBSINS (observaciones e inspecciones, ver Imagen 20).

Imagen 20. Ingreso de datos de incendios al sistema de la compañía.



 **REGISTRO INSPECCIONES / OBSERVACIONES**  
Utilice el formulario a continuación para generar inspecciones / observaciones.

**CODIGO:**

**FECHA:**  
**DESDE:**  **HASTA:**

**DEPARTAMENTO:**  
 ▼

**SUPERINTENDENCIA:**  
 ▼

**GRUPO:**  
 ▼

 **OBSERVADOR:(SUPERVISOR)**

 **OBSERVADO:**

[CONSULTAR HISTORIAL OBSINS TAREA](#)  
[CONSULTAR HISTORIAL OBSINS EQUIPO](#)

[ATRÁS](#) [SIGUIENTE](#)

Continuación de la Imagen 20

**OBSERVACIONES E INSPECCIONES**

 **OBSINS**

**\*FECHA:** 10/08/2015 **\*HORA:** 14:40

**\*DEPARTAMENTO REPORTA:** GERENTE PRODUCCION CENT **\*SUPERINTENDENCIA REPORTA:** SOPORTE DE PRODUCCION **SECCION REPORTA:** K-6 CONTROL DE INCEDIOS

**GRUPO REPORTA:** LIDERES **\*EMPRESA:** CERREJON

**\*RESPONSABLE**  
VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO (3744891)

**\*OBSERVADOR**  
VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO (3744891)

**OBSERVADO** **CEDULA**

**PROCESO:**

**AREA:** NO APLICA

**EQUIPO:** NO APLICA

**TAREA:** NO APLICA

**COMENTARIOS:**

**Guardar Datos** 

**CANCELAR**

Continuación de la Imagen 20

OBSERVACIONES E INSPECCIONES

**OBSERVACION / INSPECCION DE AREA - 204052**

<p><b>FECHA:</b> 10/08/2015 - 14:40</p> <p><b>OBSERVADOR:(SUPERVISOR)</b> VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO</p> <p><b>RESPONSABLE:</b> VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO</p> <p><b>SUPERINTENDENCIA REPORTA:</b> SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL</p> <p><b>GRUPO REPORTA:</b> LIDERES</p> <p><b>AREA:</b> TORRES DE LLENADO</p> <p><b>TAREA:</b> NO APLICA</p> <p><b>COMENTARIOS:</b></p>	<p><b>USUARIO - FECHA CREACION:</b> AMARTIS - 10/29/2015 - 10:52:25</p> <p><b>OBSERVADO:</b> NO IDENTIFICADO</p> <p><b>DEPARTAMENTO REPORTA:</b> GERENTE PRODUCCION CENTRAL</p> <p><b>SECCION REPORTA:</b> K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO</p> <p><b>EMPRESA:</b> CERREJON</p> <p><b>EQUIPO:</b> NO APLICA</p>
---	--

no se encontraron imagenes

**PROCESO OBSERVADO (FORMATO):**  Add Formato

COD	PROCESO	ITEMS
7	PRD - PROCESO DE CONTROL DE INCENDIO Y PERNADO	31

**OTROS OBSERVADOS / OBSERVADORES:**

TIPO	ID	NOMBRE	EMPRESA
NO SE ENCONTRARON REGISTROS			

**ASPECTOS POSITIVOS:**  Add Acto Add Condición

TIPO	DETALLE	DESCRIPCION
NO SE ENCONTRARON REGISTROS		

**ITEMS CRITICOS:**

CONTROL	ITEM	DESCRIPCION	S	N	NA
NO SE ENCONTRARON REGISTROS					

**CONDICIONES:**

ITEM	CONDICION	DESCRIPCION	S	N	NA	
1	0114 - EQUIPOS QUE TRABAJAN CON MATERIAL PRENDIDO DEBEN ESTAR SIN FUGAS Y DOTADOS DE RADIO.	NO APLICA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
2	0125 - ÁREA DE PERFORACIÓN DE DRENES / PIEZÓMETROS ESTÁNDAR (DEBE ESTAR NIVELADA POR DONDE HAY TRAFICO DE VEHICULOS Y CON BERMAS CONSTRUIDA CON UNA ALTURA DE 1.5 METROS).	NO APLICA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
3	0126 - ÁREAS AMPLIAS, ORDENADAS Y LIMPIAS PARA UBICAR LOS EQUIPOS (CAMIÓN DE SERVICIO Y BOMBAS DE INYECCIÓN).	NO APLICA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4	0127 - SEÑALIZACIÓN DE ANTIGUOS POZOS DE PERFORACIÓN DE	NO APLICA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

Fuente: Intranet Cerrejon, 2015.

Allí se establecen las condiciones bajo las cuales se presentó la conflagración y se indicaron las observaciones pertinentes según cada caso, por último los datos quedaron almacenados (ver Imagen 21).

**Imagen 21.** Almacenamiento de datos.

OBSERVACIONES E INSPECCIONES					
OBSINS					
REPORTE OBSERVACIONES E INSPECCIONES: TIPO <b>OBSERVACION / INSPECCION</b> , DESPUES DE <b>10/08/2015</b> , DEPARTAMENTO <b>GERENTE PRODUCCION CENTRAL</b> , SUPERINTENDENCIA <b>SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL</b> , GRUPO <b>K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO</b> .					
COD	FECHA	ITEM	DEPARTAMENTO	SUP/GRUPO	OBSERVADOR
<a href="#">202489</a>	10/21/15 10:00	<b>AREA:</b> SUMIDERO <b>TAREA:</b> NO APLICA <b>EQUIPO:</b> NO APLICA	GERENTE PRODUCCION CENTRAL	SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO	VISBAL SANCHEZ JAIME ALBERTO
<a href="#">204033</a>	10/15/15 15:20	<b>AREA:</b> AREA DE TALUDES <b>TAREA:</b> LIMPIEZA DE AREAS <b>EQUIPO:</b> TRACTOR DE LLANTAS	GERENTE PRODUCCION CENTRAL	SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO	VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO
<a href="#">204032</a>	10/14/15 15:10	<b>AREA:</b> AREA DE TALUDES <b>TAREA:</b> APAGAR INCENDIOS <b>EQUIPO:</b> TRACTOR DE ORUGA	GERENTE PRODUCCION CENTRAL	SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO	VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO
<a href="#">203960</a>	10/13/15 11:00	<b>AREA:</b> AREA DE TALUDES <b>TAREA:</b> PERFORACION DE POZOS <b>EQUIPO:</b> TALADRO KLEMM DE PERNADO	GERENTE PRODUCCION CENTRAL	SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO	VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO
<a href="#">203953</a>	10/09/15 10:20	<b>AREA:</b> AREA DE TALUDES <b>TAREA:</b> APAGAR INCENDIOS <b>EQUIPO:</b> TRACTOR DE ORUGA	GERENTE PRODUCCION CENTRAL	SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO	VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO
<a href="#">204052</a>	10/08/15 14:40	<b>AREA:</b> TORRES DE LLENADO <b>TAREA:</b> NO APLICA <b>EQUIPO:</b> NO APLICA	GERENTE PRODUCCION CENTRAL	SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO	VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO
<a href="#">203950</a>	10/08/15 14:40	<b>AREA:</b> TORRES DE LLENADO <b>TAREA:</b> MANTENIMIENTO E INSTALACION DE TORRES <b>EQUIPO:</b> CAMIONETAS DOBLECABINA 4X4	GERENTE PRODUCCION CENTRAL	SOPORTE DE PRODUCCION CENTRAL K-6 CONTROL DE INCEDIOS Y PERNADO	VARELA AMADOR JIMMY ALEJANDRO

Fuente: Intranet Cerrejon,2015.

Durante el periodo (julio a octubre de 2015) de seguimiento se presentaron alrededor de 176 incendios que fueron combatidos hasta lograr su extinción completa, y de estos se hicieron 84 observaciones e inspecciones.

## **6.5 Actividad 5. Cumplimiento de la normatividad colombiana vigente en materia ambiental.**

Es claro que la magnitud de las actividades de extracción de carbón a cielo abierto es alta y para esto se debe tener las mínimas precauciones de control y cuidado no solo con el medio ambiente sino con las personas que residen en lugares contiguos a las áreas de explotación, por eso el control de polvo en las vías así como en puntos fijos evita de manera sustancial la inhalación de material particulado por parte de las personas vinculadas a la empresa ya que estas cuentan con los elementos de protección personal, así como la distribución en el ambiente de estas partículas que pueden tener efectos adversos sobre la salud de las personas, cumpliendo de esta manera con los artículos 79 y 80 de la constitución política de Colombia, al igual que la ley 685 de 2001 donde estipula una serie de medidas a tener en cuenta para ejecutar una explotación de esta magnitud como por ejemplo el artículo 14 donde expone la obligación de tener una licencia de explotación y en el artículo 19 donde se establecen las pautas para cuando una compañía extranjera quiera hacer un aprovechamiento de los recursos naturales.

El procedimiento desde la etapa previa a la explotación asegura la supervivencia de fauna y flora en las áreas intervenidas ya que estos son reubicados, para el caso de los animales endémicos son enviados a refugios temporales y en cuanto a la flora se preserva la capa vegetal con el fin de hacer una resiembra al finalizar las operaciones de extracción.

El decreto 2222 de 1993 es cumplido a cabalidad durante el tiempo evaluado ya que todos los trabajadores estuvieron vinculados al sistema de salud que para este caso fue Coomeva prepagada, además se capacitaba acerca de los riesgos y las prevenciones que debían tener a la hora de ejecutar sus actividades y se les otorgaba los elementos de protección personal necesarios. Por otro lado los tiempos de almacenamiento de carbón no excedían los tiempos máximos permitidos (20 días) ya que estos tardaban aproximadamente 7 - 10 días.

## 7 CONCLUSIONES

Los seguimientos presentados muestran de forma clara que en materia ambiental el cumplimiento de la normatividad colombiana vigente es cumplido en los diferentes aspectos como son emisiones atmosféricas, vinculamiento al sistema de salud y seguridad a los trabajadores de la compañía, el cumplimiento del código minero.

En cuanto al seguimiento realizado en el manejo de frenos y transmisión, la connotación entre estos puede ser vista desde el punto en que los operadores de los camiones no siempre entienden el manejo adecuado de las mismas, en muchos casos esto acarrea un gasto monetario injustificado, por esto es preciso indicar e inducir a estos operadores al manejo correcto de los camiones y llevar un control continuo donde permite conocer como es la manipulación y los errores más frecuentes así como también la manera de evitarlos.

Los resultados con respecto al uso de agentes supresores fueron satisfactorios durante el tiempo evaluado en comparación con la meta anual, es clara que la efectividad del Avenger en comparación con el DL10 es alta por el tiempo de duración y la cantidad de producto usado y esto limita el uso exclusivo del Avenger como único agente supresor, ya que este será el único usado para evitar la proliferación de material particulado al medio ambiente, el ahorro de agua tendría un aumento favorable. Es válido decir que el uso de agua subterránea es una importante actividad que reduce el uso de agua de mayor calidad.

La eficiencia de las horas de los módulos de riego podría ser mayor si el personal encargado de esta área agilizara los procesos de recargue a los tanques y así se contribuiría a minimizar los efectos adversos que genera la ausencia de estos equipos en las áreas de interés.

## BIBLIOGRAFIA

Amstrong, James. Minas y canteras. Industrias basadas en recursos naturales. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/74.pdf>.

Cerrejón minería responsable. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa.aspx>.

Cerrejón. Información general de las operaciones de cerrejón .Proceso de manejo de carbón. Manejo de carbón. 2012. p.35.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 685 de 2001 .por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones. (15, agosto, 2001). Diario Oficial 44.545 1 2. Bogotá, D. C.

COLOMBIA .MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Decreto 222 de 1993. Por el cual se expide el Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto. (5, noviembre, 1993). Diario Oficial 41104. Bogotá, D. C.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Guía Minero Ambiental 2 Explotación. Bogotá D.C.-P 39-46.

Sistema de gestión de la seguridad. Notificación y análisis de casos de incumplimiento, accidentes y situaciones potencialmente peligrosas. (2014 14septiembre) Editorial, mundo cerrejón.

Superintendencia de soporte de producción. Operación y mantenimiento de Módulo de riego de aspersores para control de emisiones de polvo. (2013 18 noviembre) Editorial, mundo Cerrejón.

Sistema de gestión de la calidad, (2012). Sostenibilidad. Editorial, mundo Cerrejón.

Superintendencia de soporte de producción. Mantos de carbón, versión 4. (2014 16 septiembre) Editorial, mundo Cerrejón.

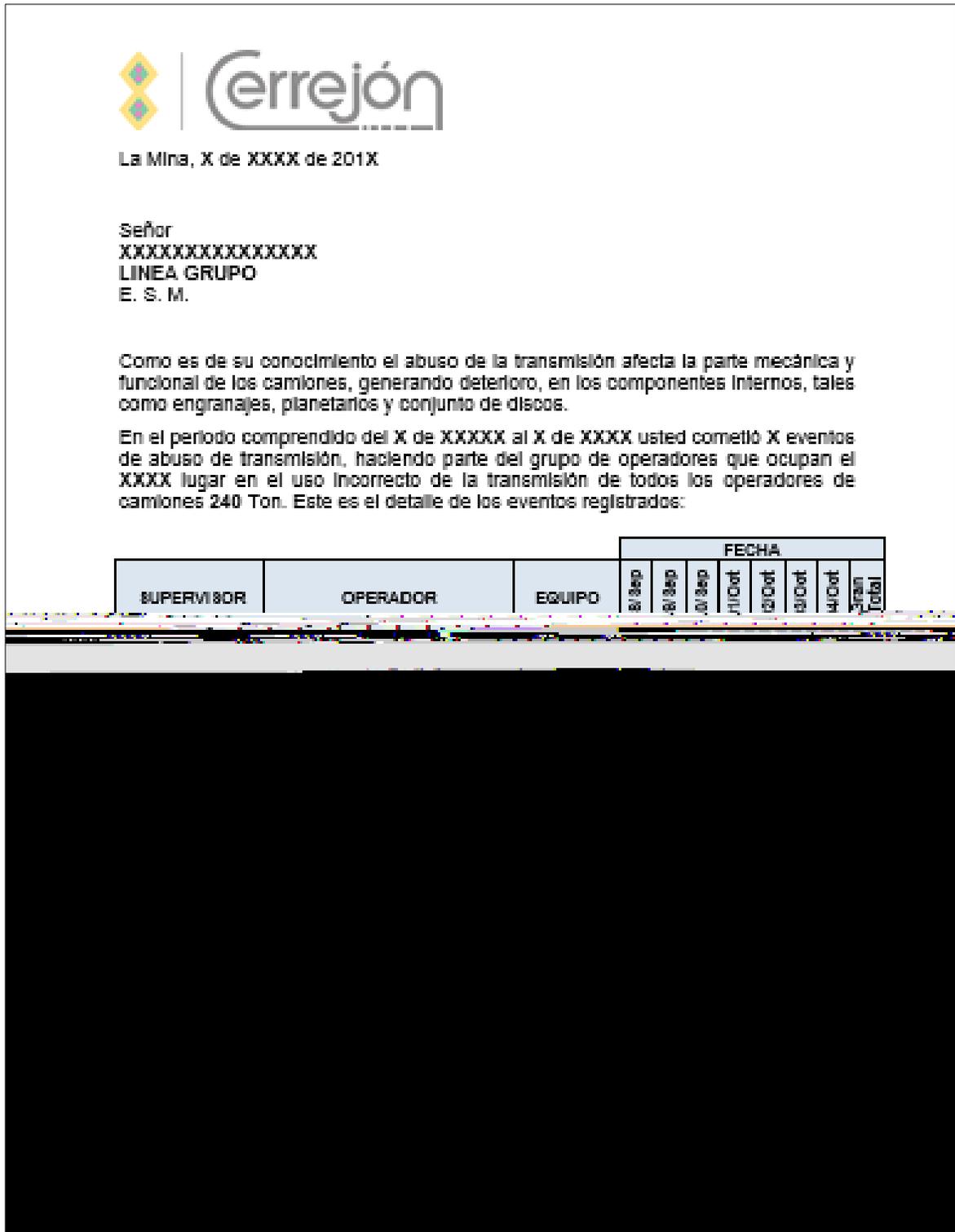
Superintendencia de movimiento de carbón, (2013 16 octubre).Generalidades del tanquero, versión 3. Editorial, mundo Cerrejón.

Cerrejón minería responsable. Disponible en: [http://lmnapp64.cerrejon.com:7778/AppsSIIO/SIIO\\_INDEX/index.jsp](http://lmnapp64.cerrejon.com:7778/AppsSIIO/SIIO_INDEX/index.jsp)

# **ANEXOS**

**ANEXO A. FORMATOS DE SEGUIMIENTO AL PERSONAL Y MAQUINARIA.**

Imagen 22. Carta abuso de trasmisión.



Fuente: Analistas de producción, 2015.

Imagen 23. Carta abuso de frenos.



La Mina, X de XXXX de 201X

Señor  
XXXXXXXXXXXXXXXXXX  
LINEA GRUPO  
E. S. M.

Según los resultados de los análisis realizados, en el periodo comprendido del X de XXXX al X de XXX de 2015, usted aplicó el freno de servicio inadecuadamente (X eventos) a una velocidad mayor de 5 km/h, ocupando el XXXX lugar en el uso incorrecto del freno de servicio de todos los operadores de camiones 240 Ton.

Como es de su conocimiento, el abuso del freno de servicio causa un desgaste prematuro en los discos del paquete de frenos ocasionando fugas hidráulicas, problemas en el sistema de levante y mal funcionamiento del freno de parqueo.

Teniendo en cuenta el incremento de costos ocasionado por el abuso del freno de servicio, se requiere que usted tome acciones inmediatas con el objetivo de eliminar esta mala práctica operacional, que al final se traducen en el desmejoramiento de la flota de camiones y enormes pérdidas económicas para la compañía.

Lo seguiremos acompañado en este proceso, a través de un seguimiento formal dándole a conocer su evolución y esperamos de usted mayor compromiso y actitud para erradicar esta desviación.

Cordialmente,

\_\_\_\_\_  
SUPERINTENDENTE  
NOMBRE: XXXXX  
SECCION: XXXXXXXXX  
DEPARTAMENTO: PRODUCCION

Copia: Archivo

Cerrejón - La Mina, Albania, La Guajira - Conmutador: (57) (5) 3 55 55 55 - NIT: 800 099 804 2 [www.cerrejon.com](http://www.cerrejon.com)

Fuente: Analistas de producción, 2015.

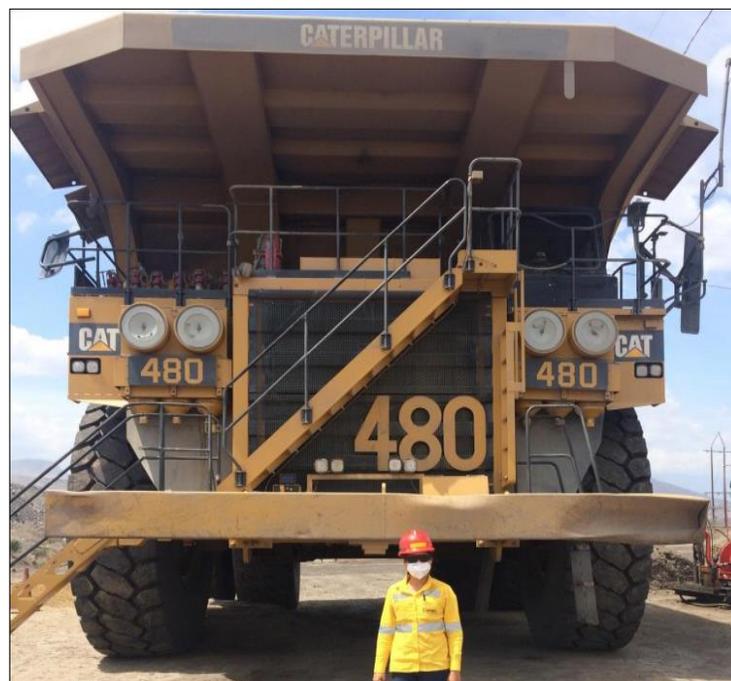
**ANEXO B. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA.**

**Imagen 24.** Área de explotación.



Fuente: Autor.

**Imagen 25.** Camión de transporte de material estéril.



Fuente: Autor.

**Imagen 26.** Tanquero de capacidad de 20.000 galones.



Fuente: Autor.

**Imagen 27.** Tanques de almacenamientos para el riego de los módulos.



Fuente: Autor.

**Imagen 28.** Cálculo del volumen de agua adicional para la saturación de las vías.



Fuente: Autor.

**Imagen 29.** Cañones de Niebla.



Fuente: Autor.

**Imagen 30.** Cámara termográfica (monitoreo de temperatura).



Fuente: Autor.

**Imagen 31.** Módulo de riego (Aspersores).



Fuente: Autor.