



**PREVENCIÓN Y CONTROL DE AUTOCOMBUSTIÓN DEL CARBÓN IN SITU EN LA
MINA CARBONES DEL CERREJON LIMITED.**

ALFONSO DAVID MENDOZA DAZA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MINAS
SEDE MEDELLIN
2009**

ALFONSO DAVID MENDOZA DAZA



**INFORME PRÁCTICA EMPRESARIAL:
PREVENCIÓN Y CONTROL DE AUTOCOMBUSTIÓN DEL CARBÓN IN SITU EN LA
MINA CARBONES DEL CERREJON LIMITED.**

ALFONSO DAVID MENDOZA DAZA

**TRABAJO DIRIGIDO DE GRADO, PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO DE MINAS Y METALURGIA**

PROFESOR ENCARGADO

OSCAR JAIME RESTREPO BAENA

**INGENIERO DE MINAS Y METALURGIA
Ph.D**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MINAS
SEDE MEDELLIN
2009**



***A MIS PADRES, HERMANOS, ABUELA, PROFESORES,
AMIGOS.***



AGRADECIMIENTOS

A mis Padres, porque son lo mejor en mi vida y por brindarme su apoyo y confianza incondicional durante todos estos tiempos difíciles de mi carrera.

A mi abuelita que se encuentra en el cielo, pero que siempre me ayuda e ilumina con sus bendiciones y me da la fortaleza para alcanzar la cima.

A mis hermanos por su apoyo moral que siempre me encaminaba hacia la meta.

A mi hijo que es lo más lindo de mi vida y por quien siempre he querido salir adelante.

A Lidys Johana Lazcarro por ser la madre de mi hijo y la mujer que siempre quise como mi compañera, que dios la bendiga y le de la salud que tanto necesita.

A Carbones del Cerrejón, por otorgarme la oportunidad de dar mi primer pasó en el mundo empresarial.

A todos los ingenieros en el cerrejón por brindarme la confianza y apoyo en todo el tiempo de la practica.

A Mauricio Toro, Eduis “El pibe” Amaya por brindarme su apoyo y confianza durante el tiempo que estuve realizando las prácticas empresariales.

Al profesor Oscar Jaime Restrepo Baena por ser un apoyo incondicional en todo el transcurso de la carrera.

Al profesor Antonio Romero, Ana Cecilia Gaviria, Juan Pérez, Jorge García, y demás profesores por sus enseñanzas.

A mis verdaderos amigos por estar siempre conmigo en todas mis dificultades.



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
1.1 INTRODUCCION:.....	1
1.2 GENERAL:.....	2
1.3 ESPECIFICOS:	2
1.4 ALCANCE Y META:	2
2. INFORMACION DE LA EMPRESA	3
2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.....	3
2.2 RESEÑA HISTORICA.....	4
2.3 LA GENTE DEL CERREJÓN	7
2.4 NATURALEZA	7
2.5 VISION DE LA COMPAÑÍA	8
2.6 MISION	9
2.6.1 Departamento de Producción.....	9
2.7 VALORES DE LA COMPAÑÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.1 Seguridad, Salud Y Medio Ambiente.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.2 Ética Y Honradez.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.3 Respeto Y Confianza	¡Error! Marcador no definido.
2.7.4 Responsabilidad Por Objetivos, Resultados Y Uso De Recursos ..	¡Error! Marcador no definido.
2.7.5 Comunicaciones	¡Error! Marcador no definido.
2.7.6 Liderazgo, Participación Y Trabajo En Equipo	¡Error! Marcador no definido.
2.7.7 Adaptabilidad, Innovación Y Mejoramiento	¡Error! Marcador no definido.
2.7.8 Desarrollo Integral Del Individuo	¡Error! Marcador no definido.
2.7.9 Reconocimiento.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.10 Rectitud Ciudadana	¡Error! Marcador no definido.
2.8 POLÍTICAS DE LA COMPAÑÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
3. PRODUCTO DE LA EMPRESA.....	10
3.1 CARACTERISTICAS DEL YACIMIENTO:.....	11



3.2 CALIDAD DE CARBÓN OBTENIDA	12
3.3 ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.	13
3.3.1 MINERÍA A CIELO ABIERTO:.....	14
3.4 ESQUEMA DEL PROCESO DE MANEJO DE CARBÓN.	16
3.4.1 Instalaciones de Manejo de Carbón:.....	16
3.4.2 Transporte en tren hasta el Puerto:.....	18
3.4.3 Descargue de Carbón en Puerto y Distribución:	18
3.4.4 Cargue de Buques:	19
3.5 EQUIPOS USADOS EN MANEJO DE CARBÓN	19
3.5.1 Planta de Carbón:.....	19
3.5.2 Ferrocarril:.....	20
3.5.3 Facilidades en el Puerto:	20
3.6 ORGANIGRAMA " CARBONES DEL CERREJON"	21
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
4.1 ASPECTOS TEÓRICOS.....	23
4.2 ANTECEDENTES	25
4.3 CLASIFICACIÓN DE INCENDIOS EN MANTOS DE CARBÓN.....	26
4.4 INVENTARIO DE INCENDIOS DE MANTOS DE CARBÓN – MINA CARBONES DEL CERREJÓN LIMITED. .	27
4.5 CRITERIOS PARTICULARES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL INCENDIOS DE CARBÓN IN SITU.....	27
4.6 ESTABLECIMIENTO DE LA PRIORIDAD DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS EN LOS DIFERENTES TAJOS.....	27
4.7 MODUS OPERANDI.....	29
4.8 EQUIPOS	30
4.9 COMBINACIÓN DE EQUIPOS PARA EL CONTROL DE AUTOCOMBUSTION DEL CARBON IN SITU.	32
• Unidad Móvil Control Incendios – Unimog.	32
• Unidad Semimóvil Control Incendios – Patín.....	33
4.10 PROCEDIMIENTO.....	33
4.11 PANORAMA DE RIESGOS ASOCIADOS CON EL CONTROL DE INCENDIOS	35
4.12 TRABAJOS REALIZADOS EN CONTROL DE INCENDIOS AÑO 2008.....	36



4.13 BENEFICIOS INTANGIBLES	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42



TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de la Guajira.....	4
Ilustración 2. Construcción de la vía Férrea.	6
Ilustración 3. Construcciones iniciales.	6
Ilustración 4. Embarque del Carbón en Puerto Bolívar.	6
Ilustración 5. Seguridad y compromiso en el Campo.	8
Ilustración 6. Pilas de Carbón en Puerto Bolívar, al fondo el Parque Eólico Gepirrachy.	11
Ilustración 7. Proceso de Producción.....	13
Ilustración 8. Proceso de Manejo de carbón.	16
Ilustración 9. Unidad móvil de control de incendios.....	32
Ilustración 10. Unidad semi-móvil de control de incendios.	33
Ilustración 11. Incendio en manto 65 antes de ser intervenido.....	36
Ilustración 12. Incendio en manto 65 después de ser intervenido.....	36
Ilustración 13. Incendio manto 45 antes de ser intervenido.	37
Ilustración 14. Incendio manto 45 recubierto con material meteorizado.....	37
Ilustración 15. Incendio manto 55 antes de ser intervenido.	38
Ilustración 16. Incendio manto 55 aplicación de Fire Water.	38
Ilustración 17. Incendio manto 55 recubierto con material meteorizado.....	39
Ilustración 18. Incendio manto 75 remoción de material caliente.....	39
Ilustración 19. Incendio manto 75 sellado con Bitumen.	40



LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Ponderación de criterios para priorizar la extinción de incendios.....	28
Tabla 2. Semáforo de control para la programación de extinción de incendios.	29
Tabla 3. Equipos requeridos para control de incendios de carbón In Situ.....	31



1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCION:

La auto-combustión de los mantos y pilas de carbón es uno de los problemas más relevantes que presenta actualmente la mina Carbones del Cerrejón Limited. A partir de un análisis primario, estos incendios afectan:

- ✓ El medio ambiente mediante la emisión de gases producto de la combustión.
- ✓ Pérdidas económicas al consumirse el carbón que es extraído.
- ✓ Seguridad y salud tanto de empleados como de equipos.
- ✓ Inestabilidad de taludes.
- ✓ Obstaculizan el desarrollo normal y secuencia de los planes mineros.

Lo que ha conllevado a la empresa a conformar un grupo de trabajo única y exclusivamente para realizar esta actividad (prevención y control de incendios), el proyecto en si busca mitigar esa serie de impactos negativos generados por la combustión de los mantos de carbón y muchas veces en los centros de acopio específicamente en las pilas de carbón, utilizando diferentes productos para la sofocación, estabilización de la temperatura, extinción, y sellado total de estos incendios, tratando de ser amables con el medio ambiente y garantizando siempre la seguridad y salud de los empleados, minimizando así las perdidas por producción, equipos deteriorados, accidentes de los operadores a causa de esta problemática.



1.2 GENERAL:

Determinar soluciones (Tecnología, producto o métodos) eficientes para la prevención y control de auto-combustión del carbón in situ en la mina a cielo abierto carbones del Cerrejón limited, enmarcadas dentro de un contexto económico, operacional y de mercado.

1.3 ESPECIFICOS:

- Ampliar el conocimiento del fenómeno de autocalentamiento y combustión espontanea que ocurren en el carbón y que presenta grandes inconvenientes y pérdida de tiempo en las operaciones de manejo y transporte.
- Determinar el problema de la presencia de incendios en minas de carbón a cielo abierto, más específicamente en carbones del Cerrejón limited.
- Realizar un diagnostico de la situación actual en la mina carbones del Cerrejón limited.

1.4 ALCANCE Y META:

Analizar y evaluar una alternativa (s) eficiente para la prevención y control de autocombustión del carbón en la mina carbones del Cerrejón limited, a partir de un análisis que involucre diversas variables. De acuerdo a la potencialidad del incendio, según su ubicación e impactos ocasionados por este.

La alternativa evaluada puede ser un producto, un método o tecnología alterna.



2. INFORMACION DE LA EMPRESA

2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA

La producción de carbón de CARBONES DEL CERREJON, es realizada en la Zona Norte del País, específicamente en la península del Departamento de la Guajira, abarcando un área aproximada de 78.000 hectáreas en la misma. Se localiza en el valle delimitado por las estribaciones Nororientales de la Sierra Nevada de Santa Marta en el costado Este, y por la Serranía del Perijá y los Montes de Oca, por el costado Oeste.

El yacimiento se encuentra dividido en tres grandes zonas:

- Norte.
- Central: 2 zonas (Zona de Comunidad que es propiedad privada y zona Oreganal).
- Sur.

La excavación de la Mina se encuentra localizada entre los municipios de Barrancas y Maicao, comprendiendo aproximadamente 38.000 hectáreas del sur del Departamento de la Guajira.

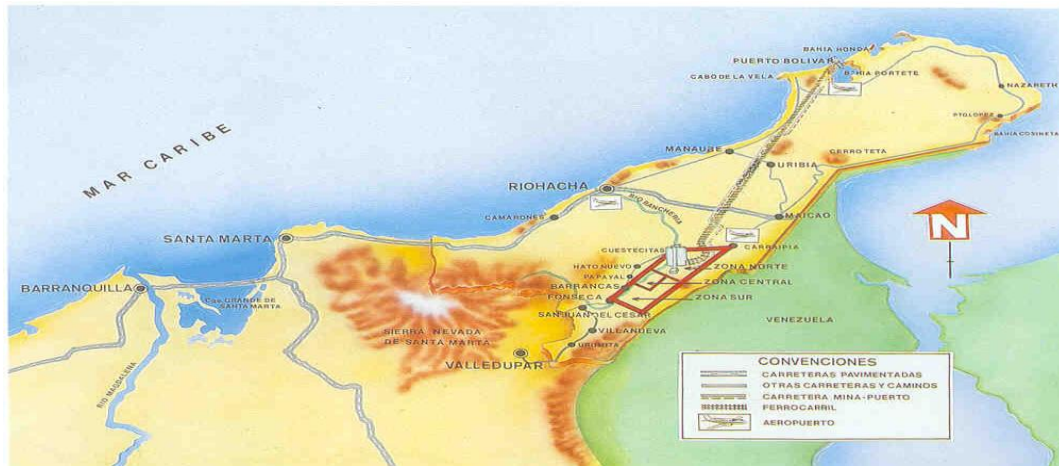


Ilustración 1. Mapa de la Guajira.¹

2.2 RESEÑA HISTORICA²

Debido a las condiciones geológicas de la península de la Guajira, este territorio árido y seco cuenta con una inmensa riqueza mineral, depósitos de gas natural, sal, carbón y posiblemente petróleo, todo esto gracias a que estas mismas condiciones hace millones de años favorecieron la formación de los mismos, creando uno de los depósitos de carbón más grandes del mundo, debido a la descomposición y petrificación de material orgánico enterrado a lo larga de las eras geológicas de la tierra.

John May, un geólogo Norteamericano en 1865 tras una serie de estudios de la región, descubrió los grandes depósitos de carbón existentes en las orillas del río Ranchería, los cuales llamó “Las Minas de carbón de Canel”. Más tarde él mismo en 1878, propuso al Gobierno Colombiano de turno la explotación de los depósitos, siendo esta infructífera. Luego en 1894, El poder Francés propuso al Estado Colombiano la compra

¹ Tomado de: Disco Privado Carbones del Cerrejón, Disco I/prod/mina/desemp/empresa.

² Tomado de: Página privada Carbones del cerrejón, Intranet/RRHH.



de la Península para realizar la explotación. Pero nuevamente no tuvo acogida tal propuesta.

Para la década del setenta, tras una crisis energética, los precios del petróleo se hicieron insostenibles y es entonces cuando el carbón de la península se presenta como una alternativa de solución no solo a este problema sino al del déficit monetario del país, por esto en 1975 el Gobierno abrió una licitación para el desarrollo del proyecto de El Cerrejón participando cinco empresas multinacionales de las cuales fue escogida la compañía INTERCOR (Internacional Colombia Resources Corporation), filial de la EXXON, Hoy Exxon-Mobil.

En junio de 1976 el Gobierno Nacional adjudicó a INTERCOR la concesión de la explotación del yacimiento y en Noviembre del mismo año el Gobierno de Colombia crea a CARBOCOL (Carbones de Colombia), firmándose así el contrato de asociación entre INTERCOR Y CARBOCOL.

En enero de 1977 INTERCOR comienza a desarrollar un ambicioso proyecto, esta vez con carácter oficial y mucho más riguroso de exploración del yacimiento, para determinar la magnitud, distribución y calidad del mismo, así como estudios de factibilidad del Complejo carbonífero, infraestructura y logística que se ubicaría en los valles del Río Ranchería en la zona central del departamento de la Guajira, como primera instancia, con altas posibilidades de expansión. Los estudios realizados se desarrollaron hasta junio de 1980, consignándose en el Memorando (DBM), y a partir de 1984 comienza la extracción continua de carbón.

Una vez la fase de exploración hubo culminado, en septiembre de 1980 y hasta abril de 1986 se llevó a cabo la construcción del complejo carbonífero, que contaba con construcciones de edificios administrativos, la excavación o La Mina, el Ferrocarril y las estructuras del Puerto Bolívar en bahía Pórtete una inversión de 2.835 millones de



dólares, comenzando de esta manera la producción de carbón a gran escala, con una producción y exportación inicial de alrededor de 3 millones de toneladas al año.



Ilustración 2. Construcción de la vía Férrea.³



Ilustración 3. Construcciones iniciales.³



Ilustración 4. Embarque del Carbón en Puerto Bolívar.³

En 1999 INTERCOR y CARBOCOL firmaron un acuerdo que contemplaba la extensión del contrato de asociación y la expansión de la Mina del Cerrejón Zona Norte, el acceso de terceros a la infraestructura de este complejo carbonífero, y el reemplazo de CARBOCOL por capital privado y la compensación económica que INTERCOR pactó con el Gobierno Nacional y con CARBOCOL.

³ Ilustraciones 2,3 y 4. Tomadas de: Pagina Privada Carbones del Cerrejón, Intranet.



La extensión del contrato se pactó por un periodo de 25 años a partir del 26 de febrero del 2009 cuando culminaría el primer contrato. En el año 2000 fue formalizada la venta por parte de CARBOCOL de su participación en CERREJÓN ZONA NORTE a la sociedad CERREJÓN ZONA NORTE S.A., la sociedad trata de un consorcio conformado por las multinacionales BILLINTON COMPANY, ANGLO AMERICAN y GLENCORE. Estas multinacionales se caracterizan por tener una amplia trascendencia y son reconocidas productoras de platino, oro, uranio, titanio, cromo, magnesio, níquel y acero, entre otros metales. En cuanto a Carbón se refiere, Anglo American, Billiton y Glencore, ocupan un importante lugar en los mercados internacionales, ya que son importantes productoras de este recurso energético en Sudáfrica y Australia.

El año pasado el consorcio integrado por estas multinacionales compraron a INTERCOR. Ahora esta sociedad es dueña de todo CERREJÓN.

2.3 LA GENTE DEL CERREJÓN

La empresa cuenta con una fuerza laboral de 8000 empleados, de los cuales 4000 son directos (80% por personal técnico y 20% profesionales). De esos 4000 el 55% es de la Guajira, el 32% de lugares de la Costa y el 13% del resto del país. Los otros 4000 restantes son trabajadores pertenecientes a empresas contratistas.

2.4 NATURALEZA

Carbones del Cerrejón. Una operación de minería de carbón que se desarrolla en las zonas norte, centro y sur, pertenece a un consorcio de tres importantes compañías que respaldan nuestras operaciones de las Zonas Norte y Central del Cerrejón (**Glencore Internacional AG, Anglo American plc y BHP Billiton plc**),



filiales de estas empresas compraron la participación de ExxonMobil en el Cerrejón Zona Norte (año 2002).



2.5 VISION DE LA COMPAÑÍA

Ser un productor y exportador de carbón, flexible y confiable, de clase mundial, que busca mejorar su productividad y reducir sus costos, que promueve la participación, el desarrollo y la excelencia de su gente, con altos estándares de seguridad, salud y medio ambiente, en armonía con la sociedad, al tiempo que contribuye a maximizar la rentabilidad de sus accionistas.



Ilustración 5. Seguridad y compromiso en el Campo.⁴

⁴ Tomado de: Disco Privado Carbones del Cerrejón, Disco I/prod/mina/proacc/compañía.



2.6 MISION

Cerrejón Coal Company no posee una visión general, esta se establece en cada departamento.

2.6.1 Departamento de Producción.

Producir carbón al menor costo unitario posible, dentro de los siguientes lineamientos:

1. Estricto cumplimiento de los objetivos de Integridad Operacional (Seguridad, Salud, Medio Ambiente, Protección y comunidades).
2. Lograr los volúmenes establecidos en el plan (mensual y anual).
3. Adhesión a la secuencia de minería establecida por el plan.
4. Costo unitario por tonelada por debajo de lo planeado (en el Departamento de Producción).
5. Satisfacción de los requerimientos de carbón (volumen, calidad) definidos por la función de Manejo de Carbón.



3. PRODUCTO DE LA EMPRESA.

La compañía CARBONES DEL CERRJON además de la fuerza de trabajo de su personal idóneo, tiene como producto CARBÓN MINERAL, el cual es extraído de los depósitos de la península de la Guajira, triturado y lavado en la planta de la Mina, transportado por vía férrea hasta Puerto Bolívar y comercializado dentro y fuera del país.

Las características de nuestro carbón y el yacimiento son:

- Tipo de Carbón: Térmico sub bituminoso (formado hace 60 millones de años en el periodo terciario).
- Potencia calorífica: 11.500 BTU por libra en promedio.
- Bajo contenido de azufre: 0.65% en promedio
- Bajo contenido de cenizas: 7.5% en promedio (4% en estado natural).
- Humedad: 10.5%. Materias volátiles: Bajo
- Profundidad de explotación: - Tajo La Puente: 200 metros,
Tajo Tabaco: 180 metros.
- Altura entre mantos para Explotación: 10 metros.
- Relación de Descapote: 6.5 a 1 (6.5 Ton de estéril por 1 de Carbón).
- Reservas Totales (MTons): 2000 (probadas 318, probables 449).



Ilustración 6. Pilas de Carbón en Puerto Bolívar, al fondo el Parque Eólico Gepirrachy.

3.1 CARACTERISTICAS DEL YACIMIENTO:

- **Profundidad de explotación:**
 - Tajo La Puente: 200 metros.
 - Tajo Tabacos: 180 metros.

- **Altura entre mantos para Explotación:** 10 metros.

- **Relación de Descapote:** 6.5 a 1 (6.5 Ton de estéril por 1 de Carbón)

- **Reservas Totales (Mton):** 2000
 - **Reservas probadas:** 318.
 - **Reservas Probables:** 449.



3.2 CALIDAD DE CARBÓN OBTENIDA

Tipos Calidad: 4, clasificados por BTU promedio (British Thermal Unit).

- Tipo A (12.100 BTU).

- Tipo B (11.820 BTU).

- Tipo C (11.585 BTU).

- Tipo D (11.340 BTU).

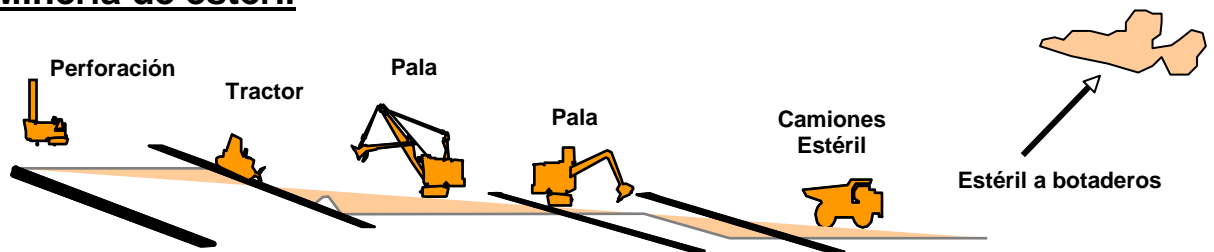
- La calidad Inicial se obtiene con Muestreos preliminares en frentes de minado, pilas de carbón y Mezcla inicial en la mina, luego pasa a trituración.
- La calidad enviada en cada tren es conocida para apilar en Puerto o cargue directo al buque.
- La calidad final en Puerto: se hace ajuste final de la mezcla para cumplir especificaciones de +/-100K BTU/lb. De acuerdo a poder calorífico (CV).
- La calidad es certificada por una compañía independiente (INSPECTORATE).



3.3 ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

Proceso de Producción

Minería de estéril



Minería de Carbón

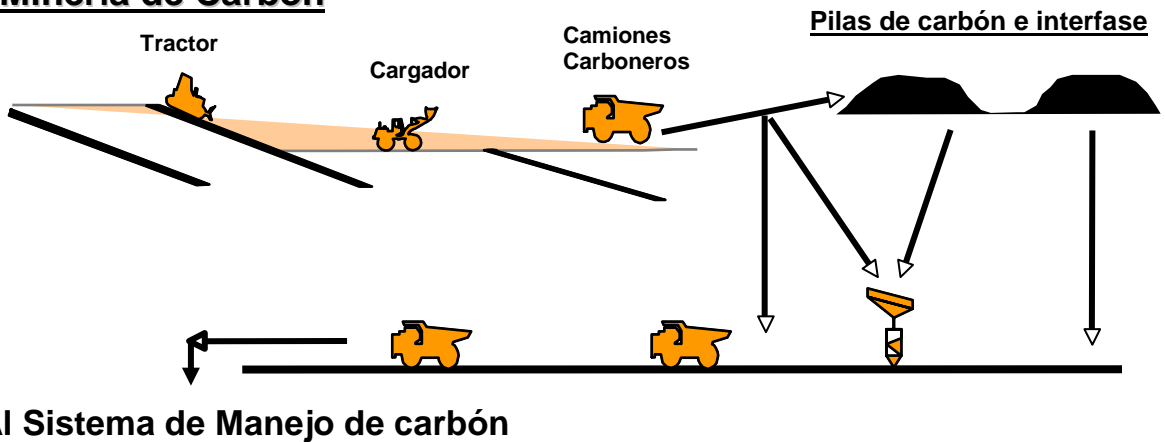


Ilustración 7. Proceso de Producción⁵

⁵ Tomado de: Disco Privado Carbones del Cerrejón, Disco I/prod/mina/proacc/compañía.



3.3.1 MINERÍA A CIELO ABIERTO:

A diferencia de otras operaciones de minería, esta no requiere de elaboración de túneles especiales, pues la extracción de éste mineral se lleva a cabo desde la superficie, para esto se cumplen las siguientes etapas:

- **Preparación de la superficie:**

Se retira cuidadosamente la capa vegetal y se remueve la capa de suelo, la cual se almacena en pilas para la rehabilitación futura de áreas intervenidas en la explotación.

- **Perforación:**

Es la labor que se efectúa con taladros luego de que el área a volar ha sido arreglada y estacada con el objetivo de alojar en los barrenos o pozos, el explosivo para una determinada voladura.

- **Voladura:**

Para volar un área de terreno se hacen previamente estudios teniendo en cuenta la clase y dureza de material, área. Se hace un cálculo de la cantidad de barrenos (pozos) necesarios y así mismo de la cantidad de explosivo requerido, distribución de los barrenos en el terreno y el cálculo de tiempo de retardo de explosión entre barrenos, para colocar dispositivos de retardo de tiempo de tal manera que los pozos vayan explotando secuencialmente y no todos al tiempo .



La técnica de voladura bajo manto permite volar la roca sin volar el carbón por medio de la colocación de las cargas explosivas en los intervalos de roca y solamente material de retacado (triturado) en los mantos de carbón que se resquebrajan por el impacto. Se usa como explosivo el nitrato de amonio combinado con fuel oil (anfo). En la planta de explosivos se prepara la gelatina explosiva a base de nitrato de amonio. El cargue de explosivo en los barrenos (pozos) se hace con camiones especiales.

- ***Remoción de Material Estéril:***

Para extraer el carbón, las capas de roca que cubren los mantos, son removidas en bancos de 10 metros de altura. El material estéril extraído se carga en camiones y es depositado en botaderos de superficie o en áreas de retrolleado de tajos.

- ***Extracción de carbón:***

Cuando el manto de carbón está totalmente limpio es escarificado y empujado con los mismos tractores o bajado por las retroexcavadoras hasta el piso del nivel, donde es apilado y cargado en camiones carboneros por medio de cargadores frontales.

- ***Transporte de material en camiones:***

El material estéril extraído, es cargado en camiones de acarreo y transportado hasta los botaderos de superficie o en áreas de retrolleado de tajos.



El carbón es cargado en camiones carboneros que lo transportan hasta las plantas trituradoras o a los patios de almacenamiento temporal (pilas de carbón en donde se clasifica por calidades) para luego ser cargado con cargadores frontales en camiones carboneros que lo llevan a la Planta de Carbón.

3.4 ESQUEMA DEL PROCESO DE MANEJO DE CARBÓN.

Proceso de Manejo de Carbón

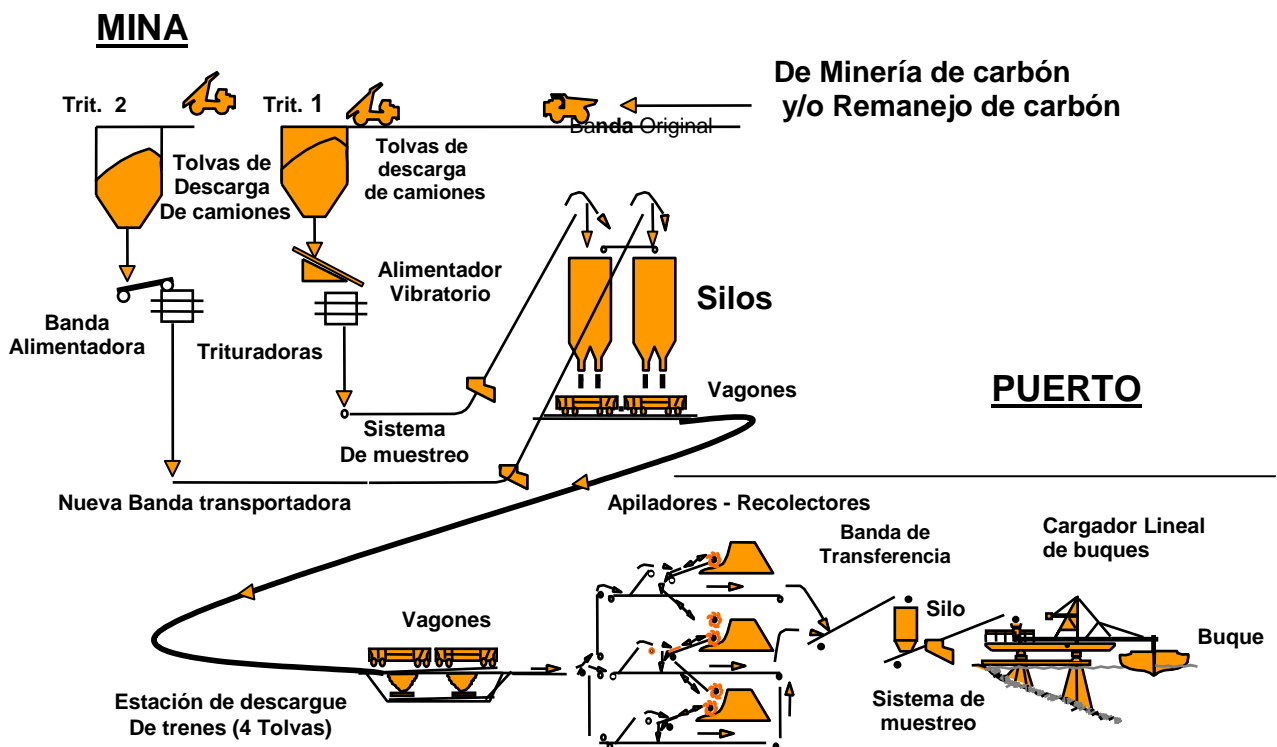


Ilustración 8. Proceso de Manejo de carbón.⁶

⁶ Tomado de: Disco Privado Carbones del Cerrejón, Disco I/prod/mina/proacc/compañía.



-
- **Pilas de Almacenamiento:** El carbón proveniente de la mina es transportado en camiones hasta las instalaciones de manejo de carbón, donde es descargado en las tolvas que alimentan a las trituradoras o es almacenado en pilas, según su calidad.
 - **Planta de Lavado:** La planta de lavado de carbón fue construida para procesar el material de interface que queda después del proceso de limpieza y minado del carbón.

También se procesan en esta planta, los carbones con alto contenido de cenizas que provienen de zonas con complejidades geológicas o dificultades operacionales.

- **Trituración:** Es la reducción de tamaño por medio de trituradoras de rodillos, las cuales producen un tamaño máximo de salida de 50 mm. Las instalaciones de trituración constan de dos plantas trituradoras con capacidades de 3000 ton/h y 1500 Ton/h respectivamente. El proceso de trituración de carbón cuenta con sistemas para el control de la dispersión del material particulado por medio de agua y colectores de polvo.
- **Silos:** Cada trituradora tiene regulación del tamaño de salida (tamaño de carbón de 2 pulgadas carbón estándar, 6 pulgadas carbón para atender pedidos especiales) y está conectada por una banda transportadora que lleva el carbón triturado hasta los silos de almacenamiento, donde se carga posteriormente el tren.



Usando un sistema de transferencia, cada trituradora puede alimentar ambos silos, lo cual aumenta la flexibilidad del sistema. Los silos tienen 21,3 m de diámetro y 69,7 m de altura.

3.4.2 Transporte en tren hasta el Puerto:

El carbón es transportado hacia el Puerto en trenes de tres locomotoras y aproximadamente 115 vagones con descarga de fondo. La carga promedio por tren es de 11.000 toneladas. El ciclo de operación de cada tren es de 11.5 horas, en las cuales se carga el tren, recorre el trayecto de 150 kilómetros, descarga en el Puerto y regresa a La Mina, para continuar la misma operación.

Las instalaciones de carga y descargue de trenes cuentan con sistemas para el control de polvo por medio de agua, compactación de la capa superior en los vagones y colectores de polvo en el Puerto.

3.4.3 Descargue de Carbón en Puerto y Distribución:

Una vez el tren llega a Puerto Bolívar, pasa por la estación de descarga donde el carbón es descargado a través de las compuertas ventrales de cada vagón, accionadas por un sistema automático, hacia una tolva situada en la parte inferior de la línea férrea, desde donde es enviado a través de una banda transportadora a las pilas de almacenamiento o al cargador de buques.

Para el almacenamiento del carbón en el Puerto y alimentación del cargador lineal de buques, se emplea un sistema combinado de apiladores-recolectores.



3.4.4 Cargue de Buques:

El cargador lineal tiene una capacidad nominal de manejo de 11.000 Ton/h, el cual se encuentra ubicado sobre el muelle y se utiliza para depositar el carbón en las bodegas de los barcos.

3.5 EQUIPOS USADOS EN MANEJO DE CARBÓN

3.5.1 Planta de Carbón:

- **Tolvas:** 4 unidades distribuidas para conjunto de trituración.
- **Conjunto de Trituración:** (2)
 - **No 1:** 3 tolvas alimentan a 3 trituradoras de rodillos (cada una con 4 rodillos: 2 superiores, 2 inferior que giran hacia el centro).
Rata: 1500 ton/hora. Tamaño 2"- 6"
 - **No 2:** 1 tolva alimenta a trituradora primaria (sistema de cadena de 1.5 m, tritura hasta 6" y pasa a 4 trituradoras secundarias (rodillos giran contra pared que tiene dientes). Rata de trituración 2.200 ton/hora.
- **Banda Principal:** Inclinación 15 grados, 700 m (retorno).
- **Silos:** Capacidad 13.000 ton. Altura 70 m.



3.5.2 Ferrocarril:

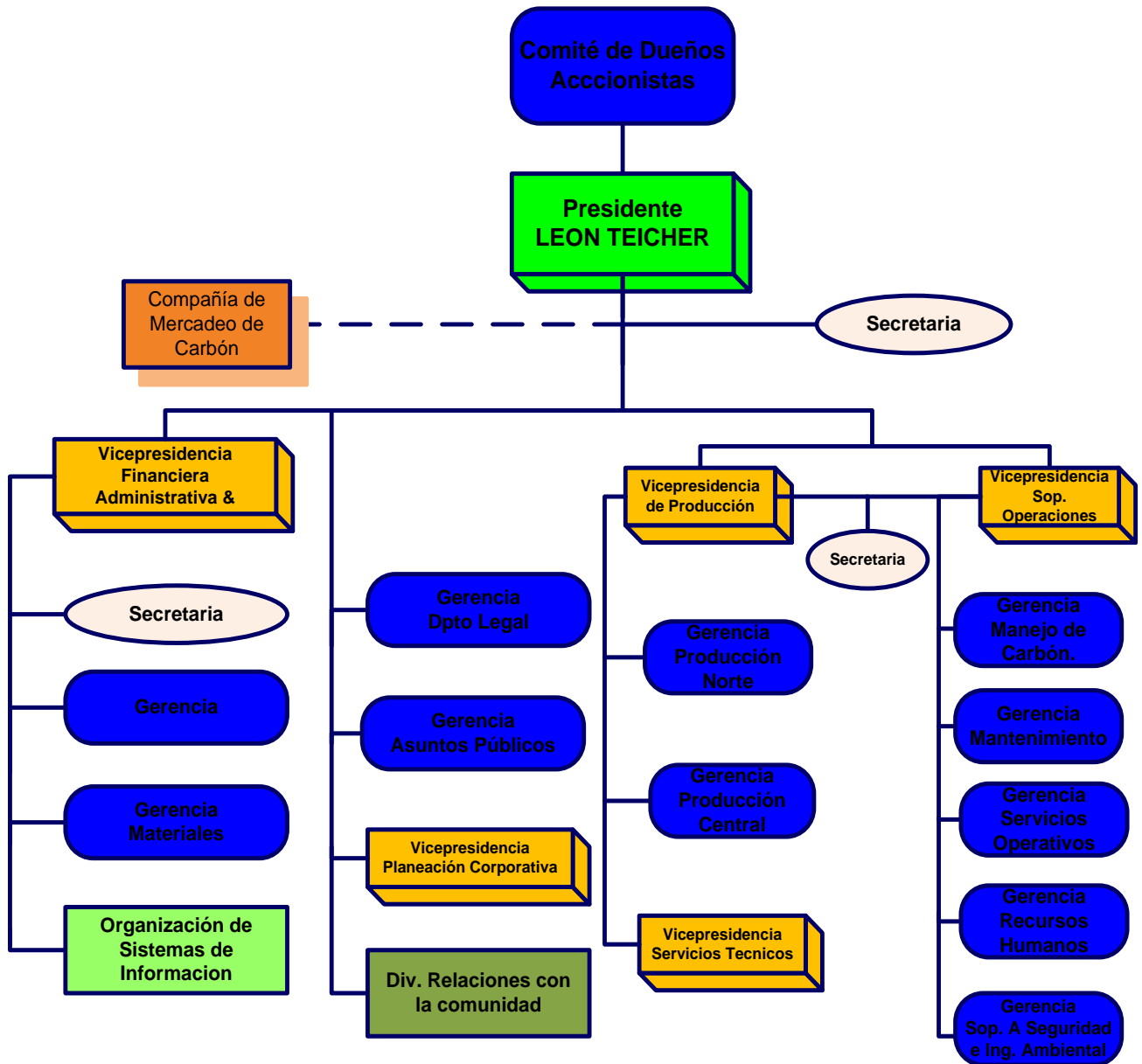
- **Locomotoras: Diesel** 3600 HP, motor General Electric, (13 unidades), peso 120 ton, motor Diesel (16 cilindros V, 12 ton). 4 Motores de tracción en cada eje. (4 ejes con 2 ruedas). 1 locomotora de 4.200 HP, General Electric. (Motor Diesel --> Alternador --> Rectificador --> Motores Ruedas).
- **Vagones:** Capacidad 110 ton. Peso 30 Ton, descarga por el fondo. (448 unidades) Cantidad por tren: Largo 120 (3 locomotoras), Corto: 88 vagones (2 locomotoras).
- **Vía:** Trocha ancha 1,144 m, longitud 150 km (mina- Puerto- puntos de servicio y control. 13 localidades (puntos de control de tráfico, cambiavías). Punto de salida Km "0" (frente a estación de ambiental, mina).

3.5.3 Facilidades en el Puerto:

- Estación de Descarga: Descarga de carbón 5 segundos/vagón. (electro neumático) Rata promedio descarga del tren: 5.600 Ton/hora.
- Apiladores- Reclamadores: 3 unidades. 9 cangilones (1m 3) Rata 6000 Ton/hora. Longitud: 22 m, Carrera: 400 m.
- Cargador de Buques: Rata 11.000 Ton/hora. Longitud total: 180 m, Altura cabina; 30 m, carrera lanzadera 55 m. Carrera giro: 200 mts.
- Patios: Capacidad total 700.000 tons. Capacidad por operación: 350K- 400K ton.
- Bandas Transportadoras: Recibo de carbón, apiladores/reclamadores, Cargador Buque.
- Remolcadores: 4 de 3.200 HP.
- Canal de acceso a Puerto: Longitud de 4 km, ancho 250 metros, profundidad 21 m.



3.6 ORGANIGRAMA " CARBONES DEL CERREJON"





4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La minería en los diferentes tajos, tanto en la zona centro como en la zona norte, han presentado problemas de combustión espontánea del carbón, por más de 19 años, convirtiéndose en un problema crítico en los últimos años por el incremento de los mismos y el impacto que esta situación tiene en la operación, en aspectos como:

- Condiciones inseguras para el personal y equipos que laboran en áreas calientes.
- Pérdidas de carbón.
- Daños a equipos: Palas, Taladros, Tractores, Camiones, etc. Con riesgos de pérdida total de los mismos.
- Pérdidas de productividad de palas. Por el hecho de trabajar en áreas calientes y roca mal fragmentada, por la misma situación.
- Cambios en la secuencia minera, con posible impacto en el cumplimiento de metas volumétricas.
- Estabilidad de taludes.
- Estabilidad de vías permanentes cuando estas se encuentran en la parte superior de un manto (s) incendiado (s).
- Medio Ambiente.
- Limitaciones y riesgos en las áreas de cargue de voladuras.
- E incluso impacto negativo, desde el punto de vista estético y paisajístico.



4.1 ASPECTOS TEÓRICOS⁷

Es muy importante tener en cuenta que el calentamiento espontáneo del Carbón resulta de un aumento gradual de la temperatura debido a que la oxidación de este es mucho más rápida comparada con la velocidad de disipación de calor por conducción o radiación con sus alrededores. Este calentamiento se le atribuye a varios factores como son, contenido de humedad, flujo de aire, tamaño de partículas, contenido de pirita y materia volátil.

El Contenido de Humedad es probablemente el factor que más influye en el calentamiento espontáneo del carbón y las formas como la humedad producen este efecto es:

La condensación del agua en los poros de un carbón que contiene menos de su humedad de equilibrio suministra el calor de condensación al carbón incrementando su temperatura y así, su potencialidad de aumentar la velocidad de oxidación. (Teóricamente un 1% de aumento en la humedad incrementa la temperatura del carbón en 17 °C.).

La evaporación del agua de un carbón expuesto al aire puede llevarlo a que su contenido de humedad sea menor a la de equilibrio. De este modo, preparándolo para que en un futuro se someta a un proceso de condensación, y auto-calentamiento, cuando el mismo carbón extraiga su humedad del aire o lluvia.

La cantidad de oxígeno que se aporta con el flujo de aire es un factor importante en el proceso de auto-calentamiento del carbón, áreas donde el flujo sea mayor probabilidad de desarrollar el proceso.



Entre más pequeña sean las partículas de carbón es mayor la superficie expuesta y por tal razón mayor la tendencia al auto-calentamiento.

En general el rango de los carbones está íntimamente relacionado con la combustión espontánea. Entre más bajo el rango, se aumenta la posibilidad para que el carbón presente el fenómeno del calentamiento espontáneo. Lignitos y carbones sub-bituminosos son los más susceptibles a sufrir este proceso especialmente cuando son recientemente minados o triturados.

La Materia Volátil es un indicador del rango del carbón y por tal razón un indicador de la tendencia de un carbón a auto calentarse.

Por mucho tiempo el contenido de pirita se ha señalado como uno de las principales causas del proceso de auto calentamiento de carbón. La oxidación de este mineral (sulfuro de hierro) a oxido de hierro es una reacción exotérmica y por tal razón fuerte contribuyente al proceso.

El contenido de azufre es básicamente un indicador del contenido de pirita en el carbón.

⁷ Tomado de: Disco Privado Carbones del Cerrejón, Disco I/prod/mina/proacc/compañía.



4.2 ANTECEDENTES

Los incendios en el EWP comenzaron en el año de 1990. Por tal efecto INTERCOR en el año de 1991, inició la operación de control de los mismos a través de un contratista, que se encontraba a cargo de Jorge Escobar de la superintendencia de pre minería.

Esta empresa contratista llamada impermeabilizaciones Creed Shot perteneciente a la ciudad de Bucaramanga implementó su propio método que estaba muy enfocado a la parte técnica.

La metodología utilizada por el grupo era básicamente la aplicación de Carbonato de Calcio (CaCO_3), posteriormente la aplicación de lodo bentonita y finalmente utilizaban emulsión asfáltica para sellar el área afectada.

Se realizaron varias pruebas bajo la coordinación de Jorge Escobar las cuales tuvieron relativo éxito.

Posteriormente se realizaron mejoras en el procedimiento del método, reemplazando la totalidad de Carbonato de Calcio (CaCO_3), por agua la cual realizaba la misma función, y además después de controlado el fuego, se removió el material estéril con retroexcavadora para aislar el incendio y luego aplicar los sellos de lodo bentonita y emulsión asfáltica.

Con la aplicación de esta metodología se lograron controlar varios incendios y posterior a esto se dejó de hacer la prevención de los mismos.

Hacia el año de 1994 y hasta 1999 la operación del control de los incendios pasó a manos de la empresa, mediante el departamento técnico y el de producción, sin embargo no se prestó la atención adecuada y oportuna a los fuegos presentes, por lo que los mismos se propagaron de manera incontrolable al no realizarse un control continuo.

Dada la situación tan crítica del problema ingeniería de minas en su afán de búsqueda de alternativas realizó algunas pruebas con un producto químico llamado MAT 550 desarrollado por MAT Química. El proveedor ofrecía las ventajas de ser colombiano y colocar el producto en la mina, lo que agilizaría su implementación. Las pruebas fueron realizadas entre Noviembre del 2000 y enero del 2001.



Se realizaron varias pruebas del producto, como sofocante y como sellante las cuales están en seguimiento.

Desde el año 2004 la atención prestada a esta problemática ha venido tomando fuerzas debido que, se incremento la existencia de incendios en los diferentes tajos. Por lo que se toma la decisión de plantear un proyecto que sea el único responsable de la prevención y control del auto combustión de los diferentes mantos de carbón. Este se encuentra vigente y está a cargo de la superintendencia de soporte a producción.

4.3 CLASIFICACIÓN DE INCENDIOS EN MANTOS DE CARBÓN

La clasificación de los incendios de los mantos de carbón considerando principalmente su localización en los tajos y sus repercusiones sobre el normal avance en la explotación de los tajos es la siguiente:

- Incendios en los frentes de avance de la explotación
- Incendios en los endwalls temporales o definitivos
- Incendios en los highwalls temporales o definitivos

Esta clasificación también tiene en cuenta la forma de atacar el incendio, ya que los equipos utilizados para atacar incendios de avances de explotación son diferentes a los utilizados para atacar los incendios en paredes altas y paredes de avance de los tajos.

Dentro de estos tipos de incendios se presentan diferentes categorías, las cuales se refieren principalmente a la cantidad de carbón comprometido en el incendio.

Incendio Categoría Cero, incipiente, menos de un mil toneladas afectadas

Incendio Categoría Uno, un mil toneladas afectadas

Incendio Categoría Dos, dos mil toneladas afectadas

Incendio Categoría Tres, tres mil toneladas afectadas

Incendio Categoría Cuatro, cuatro mil toneladas afectadas

Incendio Categoría Cinco, más de cinco mil toneladas afectadas



4.4 INVENTARIO DE INCENDIOS DE MANTOS DE CARBÓN – MINA CARBONES DEL CERREJÓN LIMITED.

El levantamiento de los incendios de los mantos de carbón en los diferentes tajos activos de Cerrejón se muestran en el Anexo Uno, en la tabla de este anexo se indica el tajo donde se encuentra ubicado el incendio, el manto afectado, el nivel y el panel donde se encuentra, así como la descripción de algunas características que permiten determinar su magnitud e importancia y los recursos utilizados.

4.5 CRITERIOS PARTICULARES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL INCENDIOS DE CARBÓN IN SITU.

Si la estabilidad de alguna de las paredes del tajo está comprometida, si el acceso al incendio es fácil, si la salud y el medio ambiente pueden ser afectados, si la intensidad del incendio es alta, si existe alguna infraestructura de Cerrejón comprometida por este incendio, si la pérdida de reservas de este recurso natural no renovable es considerable, si se puede presentar alguna obstrucción al tránsito de camiones o si la oportunidad de atacarlo es apropiada, entonces este incendio debe ser sofocado antes de que las repercusiones sean altamente negativas para Cerrejón y sus shareholders.

Establecidos los criterios para el control de los incendios de carbón in situ, estos criterios o variables deben ser ponderadas para proceder a priorizar el ataque a los mantos de carbón que queremos extinguir.

4.6 ESTABLECIMIENTO DE LA PRIORIDAD DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS EN LOS DIFERENTES TAJOS.

Los criterios o variables anteriormente enunciadas fueron ponderados por un grupo de 18 ingenieros de Cerrejón, buscando su relevancia al momento de determinar que incendio se ataca primero. El resumen del peso de cada una de estas variables o criterios se muestra en la siguiente tabla.



Criterio o Variable	Ponderación
Estabilidad	17
Acceso	7
Salud y ambiente	15
Intensidad	10
Infraestructura	13
Reservas	13
Tránsito de camiones	15
Oportunidad de atacarlo	10
Total	100

Tabla 1. Ponderación de criterios para priorizar la extinción de incendios

Como resultado de la ponderación, el criterio más relevante para definir la prioridad de extinguir un incendio es la estabilidad del talud en el que se encuentra el incendio, a renglón seguido se encuentran salud & ambiente y el tránsito de camiones de acarreo. Luego de los anteriores criterios se encuentran la infraestructura comprometida y la pérdida de reservas de carbón.

En el levantamiento de los incendios se determinó la magnitud de cada una de las variables, por ejemplo, si la estabilidad del talud está seriamente comprometida, la magnitud es tres (3), si el compromiso es medio, la magnitud es dos (2) y si no está afectando seriamente la estabilidad del talud, su magnitud es uno (1). Este mismo criterio se extrapola para cada una de las variables en consideración.

Con el resultado de la ponderación, hemos establecido un semáforo de control para la programación de la extinción de los incendios de acuerdo a su criticidad. Incendios con un peso por encima de 175 nos indican una alerta roja y son los primeros por atacar, incendios entre 150 y 175 muestran una alerta naranja y son la segunda prioridad y finalmente los incendios con un peso menor de 150 nos muestran una alerta amarilla y son la tercera prioridad de extinción.



INVENTARIO DE INCENDIOS					Mes 1												Mes 2				Mes 3			
AREA	NUMER	NIVEL	PANEL	MANTO	OBSERVACION	TOTAL	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12						
TABACO ALTOS BUZ	22	60	33	170	ENDWALL TEMPORAL	217																		
TAJO 100	29	110	10	125	SOBRE ENDWALL SUR	215																		
TABACO EXTENSION	15	50	45	170	ENDWALL TEMPORAL	204																		
TABACO EXTENSION	1	70	66	115	ENDWALL TEMPORAL-CORREDOR -70 TABACO I	197																		
TABACO EXTENSION	2	70	65	115	ENDWALL TEMPORAL-CORREDOR -70 TABACO I	197																		
FUENTE	20	75	104	102	ESTA DAÑANDO LA VIA	194																		
TABACO ALTOS BUZ	23	85	16	170	PARED DEFINITIVA	187																		
FUENTE	13	45	131	120	ESTA DAÑANDO LA VIA	184																		
FUENTE	16	80	132	170	ESTA DAÑANDO LA VIA	184																		
TABACO EXTENSION	12	60	53	170	ENDWALL TEMPORAL	177																		
FUENTE	15	50	131	170	ESTA DAÑANDO LA VIA	174																		
PATILLA	40	20	5	75	CORREDOR NORTE	172																		
TABACO EXTENSION	8	80	57	120	ENDWALL TEMPORAL	170																		
TABACO EXTENSION	11	40	56	150	ENDWALL TEMPORAL	170																		
OREGANAL 1	30	120	14	130	SOBRE ENDWALL SUR	165																		
OREGANAL 1	31	120	14	125	SOBRE ENDWALL SUR	165																		
OREGANAL 1	32	120	14	120	SOBRE ENDWALL SUR	165																		
OREGANAL 1	33	90	13	130	SOBRE ENDWALL SUR	165																		
TABACO EXTENSION	4	70	63	115	ENDWALL TEMPORAL-TABACO I	162																		
TABACO EXTENSION	9	60	57	115	ENDWALL TEMPORAL	155																		
TABACO EXTENSION	10	40	56	155	ENDWALL TEMPORAL	155																		
TABACO EXTENSION	14	60	45	173	ENDWALL TEMPORAL	154																		
TAJO 100	28	70	11	115	SOBRE ENDWALL SUR	149																		
TABACO EXTENSION	6	80	57	145	ENDWALL TEMPORAL	147																		
TABACO EXTENSION	7	80	57	135	ENDWALL TEMPORAL	147																		
TABACO EXTENSION	16	30	42	170	ENDWALL TEMPORAL	147																		
TABACO EXTENSION	17	20	51	130	AREA DE AVANCE	147																		
TABACO EXTENSION	18	30	51	130	AREA DE AVANCE	147																		
TABACO EXTENSION	19	20	51	123	AREA DE AVANCE	147																		
TABACO ALTOS BUZ	21	30	33	173	ENDWALL TEMPORAL	142																		
TAJO 100	24	130	14 y 15	175	SOBRE HIGHWALL	142																		
TABACO EXTENSION	3	45	65	110	ENDWALL TEMPORAL-CORREDOR -70 TABACO I	140																		
TABACO EXTENSION	20	30	51	120	AREA DE AVANCE	140																		
OREGANAL 1	34	90	8	115	SOBRE HIGHWALL	140																		

Tabla 2. Semáforo de control para la programación de extinción de incendios.

4.7 MODUS OPERANDI

Estas labores de prevención y control de auto-combustión del carbón en los diferentes tajos, tanto en la zona norte como en la zona sur, se lleva a cabo bajo la responsabilidad de un supervisor llamado Mauricio Toro y un encargado de la logística de la operación Eduis Amaya, junto con la colaboración del estudiante en práctica correspondiente a la superintendencia de soporte a producción.

Se requiere también de unas cuadrillas, manejadas por una empresa contratista:

Una cuadrilla operando el Unimog, conformada por:

- Un operador de UNIMOG
- Un auxiliar para maniobras de manejo de cargas y transporte de materiales.

Una cuadrilla contratada, operando su vehículo de movilización y carga, conformada por:

- Dos auxiliares para manejo de mangueras
- Un auxiliar para operación de bomba de tres pulgadas
- Un auxiliar para el manejo del aditivo (Emulsión – Silvex).

La Operación de estas cuadrillas será diurna en un turno de doce horas, siete días a la semana y con rotación entre auxiliares, buscando disminuir la fatiga causada por la radiación y los gases emitidos por la combustión del carbón.



Tanto los auxiliares como las cuadrillas completas que trabajan en la extinción de incendios, deben contar con dotación completa contra incendios.

El vehículo en que se movilizará la cuadrilla contratada tendrá además la utilización en la movilización de las canecas de silvex de emulsión, mangueras, accesorios, compresor, bombas pequeñas, etc., por lo tanto, esta camioneta debe tener una configuración doble cabina con estacas.

4.8 EQUIPOS

Equipo	Cantidad	Uso	Poseción	Comentario	Costo
Unimog	1	Adecuación con grúa para alcanzar incendios en paredes de tajos	Sí	Falta sistema de acople con bomba multietapa de alta presión	
Bomba multietapa de alta presión	2	Lanzamiento de chorro sólido para arranque de carbón prendido	Sí	Una de ellas está acoplada a un motor eléctrico y la otra tiene acople mecánico para el toma fuerza del Unimog (por definir)	
Retroexcavadora de brazo largo	2	Remoción y cargue del material caliente	Sí	Debe ser contratada	Col\$ 81 Millón / Mes
Camión 170	1	Acarreo de material caliente	Sí	Este camión será compartido con el acarreo de suelo	
Camioneta doble cabina	1	Movilización del supervisor	Sí	Esta camioneta debe ser alquilada y será compartida con la supervisión y logística del RT9	Col\$ 7 Millón/Meses Col\$ 10 Millón/Meses
Tractor de orugas D9L	1	Construcción de acceso a incendios y remoción de material caliente	Sí	Este tractor podría ser compartido con remoción de suelo pero deben ser consideradas sus horas en el plan mensual	
Compresor	1	Lanzamiento de emulsión para sellar cortes de carbón enfriado	Sí		
Generador	1	Suministrar energía para mover la bomba multietapa de alta presión acoplada al motor eléctrico	Sí	Generador sobre tráiler tirado por el Unimog	
Pistolas infrarrojas	2	Control de temperatura de las zonas calientes	Sí	Además del monitoreo del incendio en sofocación, se monitoreará la temperatura de los futuros incendios a	Col\$ 500 K



				extinguir	
Cámara termográfica	1	Obtener información sobre la distribución de temperaturas de un incendio determinado y poder focalizar su extinción	Sí	Esta cámara nos ayudará a determinar la temperatura del incendio en profundidad	Col\$ 60 Millón
GPS portátil	1	Monitoreo y localización de los incendios inventariados	Sí	GPS que portará el supervisor para la ubicación de incendios	Col\$ 1.5 Millón
Radios portátiles	2	Comunicación entre cuadrillas de control de incendios y la supervisión	Sí	Deben ser comprados	Col\$ 5 Millón
Tanquero	1	Llenado de tanques de almacenamiento de agua para apagado de incendios	Sí	Este tanquero será compartido por los de control de polvo, sus horas deben ser planeadas	
Tanque de alta presión	1	Almacenamiento de aire comprimido para el lanzamiento del bitumen con que sellaremos los incendios sofocados	Sí		
Tanques de 10 KGln sobre patines	2	Almacenamiento de agua con Silvex para sofocar los incendios	Sí		
Bombas centrífugas de 3 pulgadas	2	Dosificación del aditivo Silvex	Sí	Estas bombas son a gasolina	
Monitor con trípode o cañón	2	Sostendrán la descarga de la manguera de sofocación de incendios	Sí	Deben construirse bajo especificaciones de alta presión	Col\$ 1 Millón
Mangueras y accesorios	4	Cuatro kits para acoplar los tanque con las bombas	Sí	Suministradas por materiales	
Caseta o carpa móvil	1	Recuperación a la sombra de los auxiliares de apagado de incendio	Sí	Debe ser mandada a construir	Col\$ 0.6 Millón

Tabla 3. Equipos requeridos para control de incendios de carbón In Situ

4.9 COMBINACIÓN DE EQUIPOS PARA EL CONTROL DE AUTOCOMBUSTION DEL CARBON IN SITU.

Los equipos listados en la tabla 3 permiten configurar dos tipos de instalaciones para combatir los incendios de carbón in situ, una móvil en la que el Unimog porta la bomba multietapa de alta presión y una semimóvil en la que la bomba multietapa de alta presión esta acoplada a un motor eléctrico sobre un patín.

- **Unidad Móvil Control Incendios – Unimog.** En la ilustración 9, se puede ver la configuración de esta unidad móvil de control de incendios de carbón in situ, la cual está conformada por un tanque de 10 KGlns de solución silvex, unimog, bomba, carrete, grúa, mangueras, boquillas y accesorios.

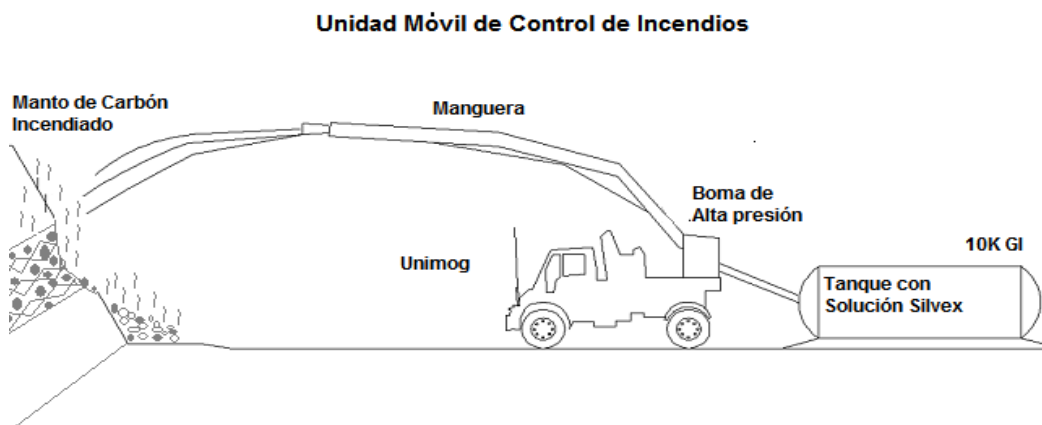


Ilustración 9. Unidad móvil de control de incendios.

Para la puesta en marcha de esta unidad móvil de control de incendios se requiere acoplar la bomba multietapa de alta presión al Unimog y al carrete, lo mismo que la manguera de descarga de la bomba debe ser acoplada al boom de la grúa para garantizar el alcance a los incendios en taludes de los tajos. Este sistema no está acoplado actualmente y requerimos realizar este trabajo, el cual podría ser hecho por DaimlerChrysler, dado su conocimiento del equipo, previa definición del alcance por parte de Cerrejón. Un estimativo preliminar indica que esta unidad móvil de control de incendios estaría disponible en tres meses.



- **Unidad Semi-móvil Control Incendios – Patín.** En la ilustración 10, se puede ver la configuración de esta unidad semimóvil de control de incendios de carbón in situ, la cual está conformada por un tanque de 10 KGlns de solución silvex, patín con bomba y motor eléctrico, generador, mangueras, trípode, boquillas y accesorios.

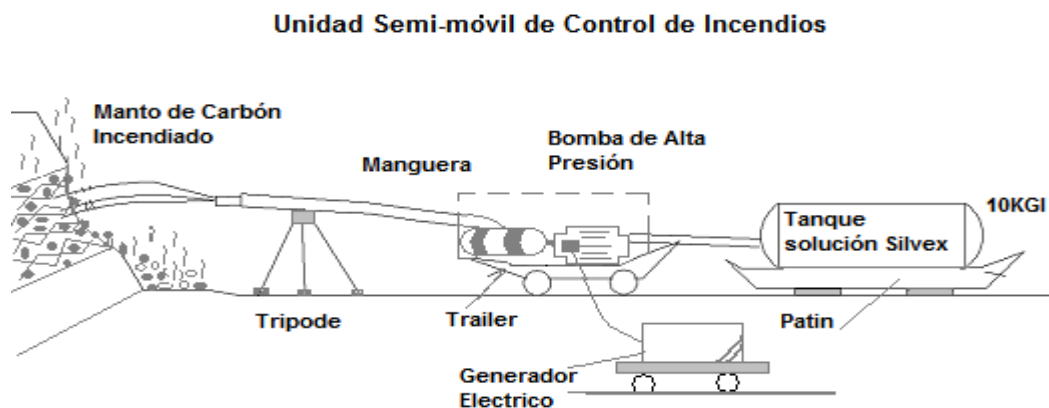


Ilustración 10. Unidad semi-móvil de control de incendios.

Para la puesta en marcha de esta unidad semimóvil de control de incendios se requiere hacer el montaje de la bomba multietapas eléctrica de alta presión y su motor eléctrico sobre el patín y su acople con el generador, además de construir los trípodes que ayudarían con el soporte y direccionamiento de las mangueras de la solución silvex hacia el incendio de carbón.

La puesta en operación de estas unidades de control de incendio está supeditada a la consecución del equipo, accesorios y gente que se requiere y que fue listado en la tabla 2.

4.10 PROCEDIMIENTO

El procedimiento para la extinción y sellamiento de incendios de mantos de carbón considera las siguientes etapas:

1. Construcción de Accesos y adecuación de áreas.(Tractores de orugas)
2. Montaje de Equipos y accesorios para la sofocación. (silvex)
3. Sofocación (control de temperatura).
4. Remoción y cargue de material caliente (Retroexcavadoras de brazo largo)
5. Sofocación o continuación del enfriamiento, confirmación de la estabilidad térmica del área.



6. Montaje para el sellamiento.
7. Sellamiento (Emulsión asfáltica o Bitumen).
8. Continuo control de temperatura y confirmación de la estabilidad térmica del área
9. Fin de Sellamiento.
10. Desmontaje de infraestructura de sellamiento de mantos.
11. Monitoreo de temperaturas durante dos meses siguientes a la extinción.

Un estimativo preliminar de la duración del apagado del incendio de los mantos de carbón es el siguiente:

Incendios de gran magnitud, con más de 5 KTon afectadas consumen 20 días en extinguirse.

Incendios de mediana magnitud, con más de 3 KTon afectadas y menos de 5 KTon consumen 12 días en extinguirse.

Incendios de poca magnitud, con menos de 3 KTon afectadas consumen 8 días en extinguirse.

Cabe destacar que las operaciones de sofocación se realizan con productos como silvex para mantener estable la temperatura, este producto en particular ha venido presentando resultados favorables en esta operación, también se han realizado pruebas con sustancias como el fire wáter o agua ardiente de las cuales no se tiene mucha información debido a políticas de manejo de información de la empresa, pero también es una espuma utilizada para la operación de extinción de incendios.

Luego de estabilizar la temperatura se procede a la etapa de sellado, la cual es llevada a cabo por la cuadrilla correspondiente, esta operación se realiza con una emulsión asfáltica llamada Bitumen, esta tiene una presentación como especie de betún líquido, que va a ser mezclado con agua y con los diferentes equipos propuestos anteriormente se procede a pintar el manto, dejándolo totalmente recubierto con esta sustancia, garantizando así el total control de este incendio. Luego de esto se realizan unas etapas de monitoreo por un cierto lapso de tiempo en todos los mantos sellados para garantizar que estos no vuelvan a incendiarse.

Cuando se trata de un incendio de alto riesgo, es decir ubicado en un manto de una extensión considerable que no es tan fácil de controlar, lo que se busca es estabilizar la temperatura, y tratar de revestir el manto con material meteorizado de mina esto con el fin de mitigar los impactos generados por este para con el medio ambiente en cuanto a la emisión de gases se refiere.



4.11 PANORAMA DE RIESGOS ASOCIADOS CON EL CONTROL DE INCENDIOS

El panorama de riesgos realizado para las actividades que se desarrollan dentro del proceso de control de incendios es el siguiente:

Transporte del personal hasta y desde el sitio de la instalación, conducción por vías, por áreas de la mina.

- Lesiones personales por choque o volcamiento del vehículo utilizado para el transporte del personal hasta y desde el sitio de la obra.
- Lesiones personales por atropellamiento al personal por vehículos o equipos que circulen por el área de la obra.
- Atascamiento del vehículo en las vías fangosas.
- Lesiones personales por caídas desde un mismo nivel.
- Fatalidad o lesiones personales por accidente de tránsito.

Transporte de equipos y herramientas hasta el sitio de los mantos de carbón encendidos.

- Lesiones personales por sobre esfuerzo en el manejo de cargas y malas posturas.
- Lesiones personales por la utilización de los equipos en mal estado

Apagado de los mantos de carbón encendidos.

- Fatalidad o lesiones personales por corte de la piel con chorro de agua a alta presión(500 psi)
- Quemaduras
- Asfixia.
- Caídas, resbalones.
- Golpeado por caída de rocas

Trabajos en altura

- Lesiones personales o a terceros por caída desde un nivel superior.



4.12 TRABAJOS REALIZADOS EN CONTROL DE INCENDIOS AÑO 2008

Ubicación: Nivel 0 / Panel 0/ Manto 65 (Rampa Cajero Esquina)



Ilustración 11. Incendio en manto 65 antes de ser intervenido.



Ilustración 12. Incendio en manto 65 después de ser intervenido.



Ubicación: Nivel -20 / Panel 0 / Manto 45 (Fondo del Tajo Patilla)

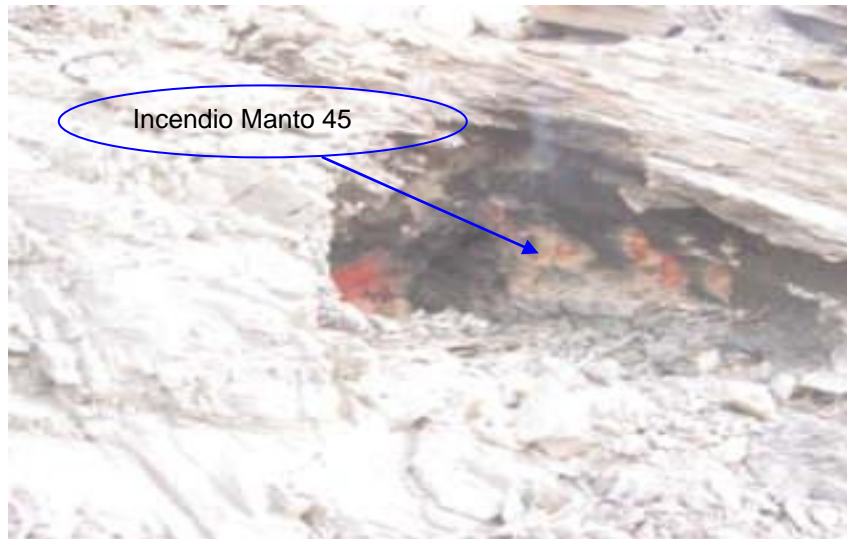


Ilustración 13. Incendio manto 45 antes de ser intervenido.



Ilustración 14. Incendio manto 45 recubierto con material meteorizado.



Ubicación: Nivel 0 / Panel 0 / Manto 55 (Rampa Mocha)

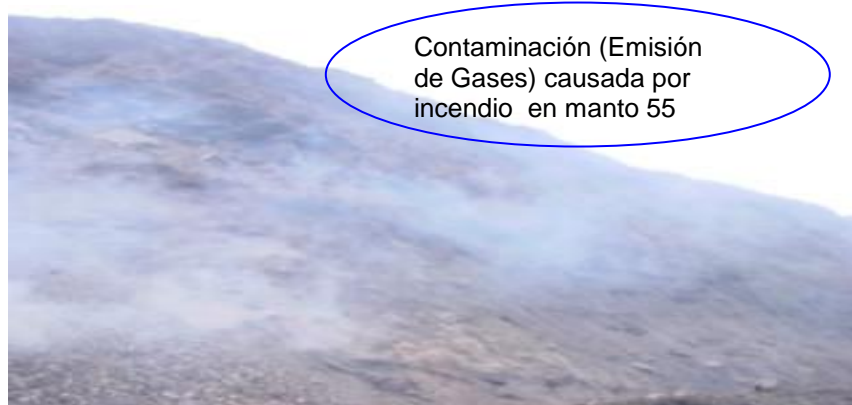


Ilustración 15. Incendio manto 55 antes de ser intervenido.



Ilustración 16. Incendio manto 55 aplicaciones de Fire Water.



Ilustración 17. Incendio manto 55 recubierto con material meteorizado.

Ubicación: Nivel 15 / Panel 15 / Manto75 (Pared Alta-corredor Nivel 15)



Ilustración 18. Incendio manto 75 remoción de material caliente.



Ilustración 19. Incendio manto 75 sellado con Bitumen.

4.13 BENEFICIOS INTANGIBLES

- Control de Incendios incipientes.
- Medio Ambiente.
- Salud y Seguridad.
- Aumento Uso de Tanqueros.
- Elimina problemas de subsidencia en las vías.
- Estabilidad de taludes.
- Se evitan daños costosos en infraestructura y equipos.
- Recuperación del Backlog en el Manejo de Áreas Calientes.
- Impacto paisajístico.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las prácticas empresariales permiten el desarrollo de aptitudes, experiencias y competencias en metodologías y técnicas propias de la industria, complementarias a las nociones técnicas recibidas en las aulas de clase.
- En lo personal ha sido muy gratificante haber compartido esta experiencia con personas que cuentan con una larga trayectoria en el mundo empresarial y que verdaderamente son como ese ejemplo de superación a seguir debido a sus éxitos logrados en el ámbito laboral.
- Esta experiencia de práctica profesional me permitió crecer a nivel personal y profesional, debido que se me brindó la oportunidad de poner en práctica o a prueba muchos de los conocimientos adquiridos en el transcurso de mi carrera profesional.
- En cuanto a la problemática que viene afrontando la empresa debido a estas situación de prevención y control de incendios, cabe decir que resultados positivos se han obtenido, en cuanto a costos, mitigación de impactos, salud y seguridad en la ejecución de las diferentes operaciones unitarias de minería que se veían afectadas por esta problemática, en especial y de sumo cuidado como lo son las voladuras.
- El empleo de material estéril como sofocante o sellante, no garantiza que el manto de carbón quede aislado totalmente del medio. Se requeriría aplicar una técnica para el descargue de material y compactar el material posteriormente.
- Implementar las estrategias de prevención (Atención de incendios incipientes y detección de zonas propensas a combustión mediante la termo grafía) y control de incendios mayores, ha venido generando resultados positivos ya que por medio de esta podemos considerar las áreas de alto riesgos y darles el manejo requerido en el menor tiempo posible.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Fortich H. H, Planeamiento y diseño del proyecto carbonífero a cielo abierto Oreganal-el descanso en el Cerrejón central. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 1993.
- Márquez D. A, and Zapata B. E, Control de autocalentamiento de carbón durante el apilamiento y el manejo de grandes volúmenes. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 1994.
- Acevedo O. L and Ortega O. O, Influencia de Parámetros Intrínsecos del Carbón en la Combustión Espontanea. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 1997.
- Hustrulid, W. Open Pit Mine planning and design. Rotterdam. Balkema, 1998.
- Londoño, N. D, Diseño de una explotación de carbón a cielo abierto. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 1991.
- Crawford, J.T, Open pit planning and design, AIME, 1979.
- Coronado R. C, Monitoreo de taludes en minería. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 1993.
- P.W.J. Van Renseburg, Editor. Planning Open Pit Mines. Published the South Africa, Institute of Mining and Metallurgy by A.A Balkema.Cape.town. Amsterdam.
- Arteaga, R, R, Manual de evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión. Madrid: ITGE, 1997.