

Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
"De las Fuerzas Armadas"



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**ABSORCIÓN Y NEUTRALIZACIÓN DE GASES PRODUCIDOS
POR LA VOLADURA DE ROCAS EN LA MINA SANTA
FILOMENA 100, 2022.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
EXPLOTACIÓN MINERA**

PRESENTADO POR:

GRANDEZ NAPUCHE Adrián Cesar HILARION TABOADA José Luis

LIMA, PERÚ

2022

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos el haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional. A nuestros padres, por ser los pilares más importantes y por demostrarnos siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

iv

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a nuestro señor Dios por habernos permitido de seguir adelante con nuestros propósitos de vida y que siempre se mantiene a nuestro lado a pesar de Las dificultades que se nos haya presentado y se nos presentara.

Agradezco en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a nuestros padres que nos han ayudado y apoyado en todo momento, también agradecer a los docentes del IESTPFFAA por habernos orientado en todos los momentos que necesitamos de sus consejos.

ÍNDICE

	Página
Carátula	i
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	3
Índice	4
Lista de Figuras	5
Lista de Tablas	7
Resumen	ix
Introducción	x
CAPÍTULO I: DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	
1.1 Formulación del problema	13
1.1.1. Problema general	13
1.1.2. Problemas específicos	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo general	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Justificación	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Estado de arte	16
2.2 Bases teóricas	19

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Finalidad	41
3.2 Propósito	41
3.3 Componentes	41
3.4 Actividades	42

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Resultados	68
----------------	----

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	70
5.2 Recomendaciones	70
Referencias Bibliográficas	71

Apéndices

Apéndice A Cronograma de actividades	73
Apéndice B Cronograma de presupuestos	74

vi

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Características de una Voladura Ideal.	24
Figura 2: Accesorios, Explosivos y Agentes de Voladura	25
Figura Nª 3. Secuencia de la Detonación	26
Figura Nª 4. Zona de Reacción de los Gases	28
Figura 5. (Famesa, Dinamita)	28
Figura Nª 6. Componentes del Anfo	29
Figura Nª 7. Componentes del Anfo Pesado	30

Figura N ^a 8. Componentes de Detonador	31
Figura N ^a 9. Iniciador Booster	32
Figura N ^a 10. Rollos de Cordón Detonante	35
Figura N ^a 11. Tipos de Nudos Con Cordón Detonante	35
Figura N ^a 12. Ejemplos de Primados	36
Figura N ^a 13. Etiquetados de Fondo Taladro y Superficie	37
Figura N ^o 14. Amaresdel sistema silecioso	37
Figura N ^o 15: Inisercion del sistema silecioso	37
Figura N ^a 16. Ubicación del lugar	43
Figura N ^a 17. Dräger X-dock® 5300/6300/6600	47
Figura N ^a 18. Vista planta de las labores de la Mina Filomena 100	47
Figura N ^a 19. Herramientas para la prueba de gases	48
Figura N ^a 20. Camara concentradora de gases	49
Figura N ^a 21. Equipo para la mezcla de gases	49
Figura N ^a 22. Salida de gas de la camarra	50
Figura N ^a 23. Filtro de carbon activado	50
Figura N ^a 24. Montaje del filtro de carbon activado	51
Figura N ^a 25. Instalacion del ventilador	51
Figura N ^a 26. Valvula para el muestreo	52
Figura N ^a 27. Filtro montado	52
Figura N ^a 28: Aspiradora antes d ela instalacion	53
Figura N ^a 29. Aspiradora antes de la instalacion	53
Figura N ^a 30. Extractor de turbina	54
Figura N ^a 31. Valvula de muestreo	55
Figura N ^a 32 Muestreo de gases	55
Figura N ^a 33. Emisiones antes y despues de colocar el filtro	56
Figura N ^a 34 Mezcla de nitrato y petroleo	58
Figura N ^a 35. Rendimientos del ANFO	59
Figura N ^a 36. Costros del filtro	61
Figura N ^a 37 Costos del filtro	62

LISTA DE TABLAS**Páginas**

Tabla N ^a 1. Límites Máximo Permisibles de Gases	16
Tabla N ^a 2. Características del Booster	32
Tabla N ^a 3. Resultados de Monitoreo	
Tabla N ^o 4: Monitoreo de los Gases	48
Tabla N ^o 5: Mediciones para Cada uno Gases Tras la Implementación del Filtro	49
Tabla N ^o 6: Concentración de los Gases Antes y después del Filtro	56
Tabla N ^o 7: Análisis de CO	56
Tabla N ^a 8. Año de Inicio de las Operaciones en Proyectos Mineros	64
Tabla N ^a 9. Demanda de Trabajadores por Proyectos Mineros	65
Tabla N ^a 10. Costos por Rotación de Personal	65

RESUMEN

El presente trabajo de aplicación profesional se basa en la absorción y neutralización de gases producidos por la voladura de rocas con la implementación de un método de mallas con carbón activado quedando absorbida haciendo que los gases pasen de un lado a otro siendo inertes al medioambiente.

Durante muchos años se ha visto afectado la acumulación de gases que se producen durante las voladuras de rocas en minería subterránea en el Perú y el mundo .Es por ello que se ha buscado mitigar este peligro latente contando con propuestas innovadoras sobre la absorción y neutralización de gases productos de las voladuras de rocas con la implementación de nuestra propuesta se busca reducir tales riesgos como el gaseamiento produciendo áreas de trabajo más seguras buscando hacer inertes los gases que se encuentran en interior de mina

El objetivo de esta propuesta es reducir los fallecimientos producidos por gaseamiento contando con un historial que ha jugado en contra del desarrollo y asimismo buscando la mejora continua por la que se ha desarrollado está que diría va contribuir como conocimiento para suprimir esa debilidad en el ámbito de los procesos de la actividad minera.

Palabras claves: voladura de rocas, gases, gaseamiento

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la mayoría de los cuerpos mineralizados son explotados desde la corteza terrestre usando mezclas explosivas comerciales y conjuntamente accesorios de voladura de

rocas, ya que es el método más común para extraer minerales de la corteza terrestre y es económico y eficiente si se los utiliza y formula correctamente, estos al detonarse producen una reacción físico-química, que muchas veces emanan gases tóxicos si estas mezclas explosivas comerciales no son balanceadas en oxígeno.

Una mezcla explosiva comercial está compuesta por ingredientes los cuales unos son combustibles y otros oxidantes; que debidamente cargados dentro de los taladros e iniciados dan lugar a una reacción muy rápida y si estas no están debidamente formuladas producen gases tóxicos, que en minería superficial se disipan ligeramente, pero en minería subterránea ocasionan un problema si no hay una ventilación adecuada.

En esta última, una de las causas de accidentes es la asfixia o envenenamiento por los gases, que al ser inhalados por el trabajador provocan el efecto de intoxicación denominado “gaseado”; efecto que puede ser mortal.

Por lo tanto, hemos decidido proponer la “absorción y neutralización de gases producidos por la voladura de rocas en la minería subterránea en la mina santa filomena” lo cual permitirá que los trabajadores no expongan mucho su salud, es por eso que los trabajadores botarán un filtro de media cara, por lo tanto este filtro será totalmente diferente a los demás, que cada filtro tendrá un porcentaje añadido de carbón activado lo cual permitirá neutralizar los gases tóxicos y así evitar futuros incidentes o accidentes en el centro de trabajo.

A continuación, nuestro informe está estructurado por los siguientes capítulos:

Capítulo I: En este capítulo detallamos todos los problemas principales lo que genera después de la voladura y así analizamos los posibles riesgos para la salud por la cual nos da una razón para interferir en este problema y darle mejoras y soluciones para futuras expectativas.

Capitulo II: En este capítulo detallamos toda la información acerca de los métodos que dieron mejores soluciones y que es de gran valor, son informaciones de gran interés que nos ayudan a dar un mejor sustento al trabajo.

Capitulo III: En este capítulo detallamos toda la información bien especificada incluso determinamos cada procedimiento realizado y bien argumentado lo cual nos permite realizar de la mejor claridad.

Capítulo IV: En este capítulo damos a conocer los resultados obtenidos por el trabajo realizado y así vemos la calidad e interés de dicho proyecto.

Capítulo V: En este capítulo manifestamos nuestras conclusiones y recomendaciones de la culminación del trabajo de aplicación. La cual nos permite minimizar posibles riesgos que se puedan generar en las diferentes etapas mineras.

CAPÍTULO I
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

En el proceso de minería subterránea, el gas producido por la voladura de roca producirá diferentes tipos de gas, como gas ácido nitroso, monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre, y en las minas de carbón o en presencia de carbón producirá biogás, que es altamente inflamable y producido por equipos de minería diésel. Estos gases afectan la salud de los mineros y en algunas situaciones es causa de su muerte.

1.1.1 Problema general

¿Cómo se podrá lograr la absorción y neutralización completa de los gases producidos durante la voladura de rocas en minería subterránea en la mina Santa Filomena 100?

1.1.2 Problemas específicos

¿Qué gases son producidos en la voladura de roca y de qué maneras estas afectan la salud de los trabajadores?

¿Cómo se logrará absorber y neutralizar los gases que son producidos en la voladura de roca?

¿Qué volumen de gases se podrá absorber y neutralizar para hacerlo inerte y descargarlo al medioambiente?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Implementar proceso de absorción y neutralización de los gases tóxicos de voladura con fibra de algodón con carbón activado en mina Santa Filomena 100.

1.2.2 Objetivos específicos

- a. Identificar los gases producidos en la voladura de roca que afectan la salud de los trabajadores.
- b. Utilizar equipos que permitirá minimizar los gases que son producidos en la voladura de rocas

c. Evaluar el volumen de gases permitidos producto de la voladura de rocas

1.3. Justificación

El presente trabajo de aplicación profesional busca absorber y neutralizar los gases tóxicos de la voladura de rocas, para contribuir con la salud de los trabajadores, incrementar las horas productivas por la reducción de la ventilación y disminuir la contaminación del medio ambiente.

Este proyecto propone reducir en gran manera los accidentes por inhalación de gases tóxicos de la voladura de la minería subterránea en el Perú, este proceso evitará la propagación de gases por toda la mina y tener un mejor control y monitoreo. En las minas subterráneas se emplean grandes ventiladores para la evacuación de los gases tóxicos, pero muchas veces estos gases se acumulan en zonas abandonadas y explotadas de las operaciones mineras, este es difícil detectar y monitorear y afecta la salud de los trabajadores. La ventilación de una mina por la voladura lleva entre una a dos horas para tener los frentes libres de gases tóxicos, pero esta actividad, restar tiempo a la operación minera y disminuyendo la producción del mineral.

De los gases producidos por la voladura de rocas en minería subterránea que generan diferentes tipos de gases, tales como gases nitrosos, monóxido de carbono, anhídrido carbónico, anhídrido sulfuroso, y en las minas de carbón o con presencia de carbón se tiene el grisú que es altamente inflamable, y los gases de generados por los equipos mineros de motores diésel.

Esta propuesta presenta ciertas dudas sobre la capacidad y tiempo de absorción del filtro de tela de algodón con carbón activado.

Al filtrar los gases tóxicos mediante el filtro con carbón activado y los catalizadores de gases. El filtro de carbón activado y los catalizadores son productos que actualmente se comercializan, permitiendo la implementación de esta propuesta.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

Para el presente trabajo se consideraron los niveles de gases y de oxígeno según la norma, que están articulados en el D.S. 024-2016-EM y su modificatoria la 023-2017-EM.

□ Según lo estipulado en el D.S. 024-2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2017-EM Capítulo XI y subcapítulo III de los AGENTES QUIMICOS (art. 110- art. 111).

El titular de actividad minera efectuará mediciones periódicas y las registrará de acuerdo al plan de monitoreo de los agentes químicos presentes en la operación minera tales como: polvos, vapores, gases, humos metálicos, neblinas, entre otros que puedan presentarse en las labores e instalaciones, sobre todo en los lugares susceptibles de mayor concentración, verificando que se encuentren por debajo de los Límites de Exposición Ocupacional para Agentes Químicos de acuerdo a lo señalado en el anexo N° 15 y lo demás establecido en el Decreto Supremo N° 015-2005-SA y sus modificatorias, o la norma que lo sustituya, para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores.

Tabla N° 1. Límites máximo permisibles de gases

Nombre del gas contaminante	Formula Química	Porcentaje en Volumen (%)	Partes por millón (PPM)
Dióxido de Carbono	CO ₂	0.5	5000
Monóxido de Carbono	CO	0.0025	25
Acido Sulhídrico	H ₂ S	0.0015	15
Anhídrido Sulfuroso	SO ₂	0.001	10
Oxido Nítrico	NO	0.0035	35
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	0.0005	5

Fuente: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/download/29252/39426>

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Los estudios relacionados sobre el tema y que nos presenta la importancia que se viene posicionando el uso de este elemento en el sector minero e industrial a nivel nacional se presenta a continuación:

Según Velásquez (2019) en su tesis “estudio descriptivo de optimización de los agentes de voladura para controlar y/o mitigar los gases tóxicos generados al ser detonados, Cajamarca – Perú, 2015”, señala lo siguiente:

En el presente trabajo de investigación se han analizado algunos factores que generan los gases tóxicos, y se ha usado el modelo matemático postulado por los Doctores Melvin Cook y Alan Bauer para determinar el balance de oxígeno y el calor de explosión óptimo de los agentes de voladura, logrando teóricamente el control y/o mitigación de dichos gases tóxicos, y la eficacia y eficiencia en la voladura de rocas. El desarrollo correspondiente a resultados de optimización en balance de oxígeno, calor de explosión y productos gaseosos deseados. La importancia del estudio plasmado en ésta investigación, se fundamenta en el hecho de llegar a un punto de equilibrio, en el que el uso de agentes de voladura para minería, sea una operación con el menor riesgo posible para los trabajadores en su práctica, e impacte mínimamente el ambiente circundante. (p,1)

Según Valqui (2019) en su tesis “Diseño e implementación de un sistema electrónico de monitoreo de gases tóxicos para minería subterránea con acceso remoto a través de web server” planteo lo siguiente:

Fundamenta que en el Diseño e Implementación de una Estación de Medición de Gases Tóxicos para minería Subterránea Peruana, la ubicación de estos será en ubicaciones estratégicas de los túneles y en cerca a labores de voladura. La estación de Monitoreo cuenta con instrumentación que soportan las condiciones extremas de humedad, temperatura y presión, además esta provista por alarmas de 3 niveles que va han notificar alarmas por concentración de gases peligrosos. Cuenta con un protocolo de comunicación de MODBUS TCP /IP logrando la intercomunicación hacia un SDCDA O PLC y el control de los variadores de Frecuencia del sistema de ventilación a demanda. (p, 4)

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Según macas (2015) “Plan de control de riesgos por la presencia de gases en el proceso de voladura en minería subterránea de la mina Somilor”

Durante el proceso de detonación se producen gases a niveles no permisibles para la salud de los trabajadores, en este sentido no se sabe el control de los gases y su reducción hasta niveles permisibles. el presente se realizó con el principal objetivo de determinar los riesgos químicos y de intoxicación asociados a proceso de detonación en la empresa Somilor S.A. las mediciones fueron realizadas en diferentes puntos dentro de la mina utilizando instrumentos de medición in-situ. Además, fueron tomados en consideración los niveles o concentraciones de O₂, CO, NO₂, SO₂ Y O₃ tanto durante el proceso de voladura como después del proceso de voladura en diferentes tiempos con el objetivo de determinar el tiempo mínimo para que las concentraciones llegaran a un nivel aceptable acorde a la normativa vigente luego de implementado un sistema de ventilación. Los análisis iniciales indican en uno de los puntos muestreados las concentraciones de CO, NO₂ Y SO₂ en los puntos monitoreados se encuentran ellos límites recomendados por las diferentes normas internacionales correspondientes SALUD OCUPACIONAL luego de aplicar la ventilación adecuada. el caudal de aire calculado es de 85 m³/min, dentro de la mina, además se debe esperar un tiempo de 4 horas luego de la voladura para ingresar a la misma, ya que este fue el tiempo determinada para que las concentraciones de gases estén dentro de los límites permisibles. (p.75)

Según Haque y Norgate (2014) en su artículo: “The greenhouse gas footprint of insitu leaching of uranium, gold and copper in Australia”, estudiaron los beneficios de método de lixiviación in situ (ISL³) para la explotación de uranio, oro y cobre en Australia, estiman las huellas de carbono del método ISL para los minerales mencionados utilizando la metodología de evaluación de ciclo de vida (LCA⁴), comparativamente, la huella de carbono de uranio por el método de ISL fue significativamente menor respecto a los niveles en la minería convencional, sin embargo, las huellas de carbono para el cobre y oro no eran significativamente menores en comparación con los métodos de extracción convencionales. El consumo de electricidad usada en el bombeo fue el mayor contribuyente de las emisiones de CO₂, por ello, recomiendan que la principal estrategia para reducir la huella de GEI del método ISL debe ser el uso de la electricidad procedente de fuentes de emisiones bajas, en particular,

fuentes renovables como la solar, ya que estas operaciones se realizan normalmente en lugares remotos con depósitos más pequeños en comparación con los sitios mineros convencionales

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Minería subterránea según la información técnica de la empresa Ingeoexpert (2019) la minería subterránea consiste en:

Que las explotaciones mineras emergen del hallazgo de una concentración de mineral bajo tierra, en la situación de la minería subterránea, con un costo económico suficiente como para indemnizar la obra de una mina.

Las minas subterráneas son la elección a las minas de área. Las minas de área excavan de arriba hacia abajo, un procedimiento que puede volverse ineficiente a profundidades mejores a los 60 metros.

Cada una de las minas subterráneas poseen ciertos elementos cruciales en común: los ejes de ventilación para borrar los humos tóxicos de las perforaciones, rutas de huya, ejes de ingreso para descargar trabajadores y grupos; túneles de transporte de mineral, pozos de recuperación para llevar el mineral excavado al área y sistemas de comunicación para mandar información de ida y vuelta entre el área y los niveles inferiores de la mina.

No obstante, no hay 2 minas equivalentes. Las aplicaciones tecnológicas y las elecciones simples sobre el diseño y el procedimiento de minería se fundamentan en consideraciones como el tipo de mineral que se extrae, la orientación del yacimiento o las propiedades geológicas subterráneas.

2.2.2 Contaminación del aire

Según la Dirección General de Salud Ambiental (2005), El total de partículas en suspensión emitidas a la atmósfera de Cerro de Pasco se estima en 3.737 toneladas / año, de las cuales el 99,8% son emitidas por actividades mineras y el 56% de estas emisiones están compuestas por material particulado menor a 10 micrones. Además, la estructura de estas partículas es básicamente mineral, en la que destaca el hierro, seguido del manganeso, zinc, plomo y cobre. El material particulado es producido por una fuente puntual de contaminación formada por la mina a cielo abierto Raúl Rojas, la cual es una responsabilidad ambiental junto con los procedimientos de minería a cielo abierto, depósitos de residuos minerales y depósitos de relaves. Según el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), Cerro de Pasco tiene una población de 56,986, y está expuesto a material particulado

una y otra vez, lo que puede afectar su salud. Un estudio de la Organización Mundial de la Salud (2005) interactúa con sociedades de PM10 y patologías que afectan el sistema respiratorio, mostrando la interacción entre la exposición prolongada a material particulado y sus efectos en los pulmones. Asimismo, en Pasco y otras áreas de ocupaciones relacionadas con la minería y canteras (49,2%), la incidencia de enfermedades profesionales es alta (Hernández-Vásquez, Díaz-Seijas, Vilcarromero y Santero, 2016).

Las patologías asociadas a PM10 que afectan el sistema respiratorio pueden dañar a niños y ancianos, presentan infecciones crónicas y agudas que pueden dañar las vías respiratorias inferiores y superiores y causar la muerte (Gavidia, Pronczuk y Sly, 2009). La principal relación entre el sector del lugar de trabajo y el medio ambiente en general es la fuente de contaminación, por lo que la salud ocupacional y ambiental mantienen un estrecho contacto a través de procedimientos estándar como la evaluación de la salud y el control de la exposición (Yassi y Kjellström, 2009). Las fuentes de contaminación en un clima seco conducen a una mayor difusión de material particulado, por lo que aumenta la proporción de hospitalizaciones por infecciones respiratorias agudas. Si bien las empresas mineras están trabajando duro para controlar la contaminación, estos no son suficientes, para lo cual deben implementarse planes de prevención y control de infecciones. En este sentido, es necesario determinar una relación significativa entre las enfermedades respiratorias en niños menores de 5 años o equivalente y adultos mayores de 50 años y partículas dispersas (PM10) producidas principalmente por las actividades mineras.

De hecho, la pregunta de la investigación se desprende porque ayuda a comprender el comportamiento patológico que afecta al sistema respiratorio en la cuenca atmosférica del Monte de Pasco, donde existe una tendencia a incrementar la atención hospitalaria para tales infecciones agudas, principalmente en tiempo seco.

Dado que pertenece a un número reducido de casos mineros que conviven con la población, se da a modificar la regulación del índice de calidad del aire mediante la ejecución de directrices de escenarios como el área minera donde se ubica la población (Industrial Data).

2.2.3 Perforación y voladura

La perforación y la voladura son técnicas que se pueden utilizar para extraer rocas de un terreno adecuado donde no resultan ventajosas. Por lo tanto, según esta definición, este procedimiento se aplica tanto a los procedimientos de minería como a los de ingeniería civil que requieren transferencia de tierras. Las técnicas de perforación y voladura perforan agujeros en la roca y colocan dinamita, mientras que la voladura transfiere energía básica para fragmentar la masa rocosa utilizada. Entonces hay dos técnicas diferentes.

Habilidades de perforación y diseño explosivo y habilidades de construcción. Además de la voladura, la tecnología de perforación se utiliza en muchas aplicaciones, como análisis, drenaje y soporte.

La perforación de rocas ha evolucionado con el tiempo hacia la actualidad y el trabajo de muchas tecnologías diferentes, aunque se ha logrado la eficiencia u otras condiciones externas (económicas, ambientales, etc.) construido sobre la base de sistemas de perforación mecánicos denominados sistemas de perforación "rotativos" y de "percusión". Estos métodos cubren energías específicas con efectos inferiores a 1000 J / cm^3 y se han desarrollado con una descripción más amplia. Existe una interacción esencial entre perforación y voladura. Se puede decir que "un buen ejercicio da una buena explosión, pero un mal ejercicio da una mala explosión". Se entiende que una buena perforación se ha realizado idealmente, por los medios y técnicas más adecuados. De manera similar, una buena explosión cumple su propósito diseñado. (Bernaola, 2013).

2.2.4 Neutralización de gases contaminantes

Según el Arbildo (2014) de la tesis "diseño del sistema de neutralización de gases contaminantes para obtener aire a condiciones permisibles en el laboratorio químico de la mina"

Los gases contaminantes se refieren a la mitigación de los agentes tóxicos, así como los gases mediante la presencia de un agente externo (dispositivos de control agregado).

El método más común para neutralizar los contaminantes gaseosos es la adición de dispositivos de control agregado. Las técnicas de control agregado son la absorción, adsorción, combustión y condensación.

2.2.5 Absorción

Según Olguín (2014) de la tesis "diseño del sistema de neutralización de gases contaminantes para obtener aire a condiciones permisibles en el laboratorio químico de la mina Cuajone-Moquegua"

La adsorción es el proceso mediante el cual un contaminante gaseoso se disuelve en un Líquido. El agua es el absorbente más usado. A medida que el flujo de gas pasa por el líquido éste es absorbido.

La absorción se usa comúnmente para recuperar productos o purificar gases con alta concentración de compuestos orgánicos. El equipo de absorción está diseñado para obtener la mayor cantidad de mezcla posible entre el gas y el líquido.

Los absorbedores son frecuentemente Llamados Lavadores de gas y existen varios tipos de ellos. Los más usados son las torres rociadoras, torres de empacadas, cámaras rociadoras y Lavadores Venturi entre otros. (p, 20).

2.2.6 Voladura de rocas

Revista de Seguridad Minera (2014). Las voladuras requieren explosivos. Los diferentes explosivos tienen diferentes poderes y características. Además, necesitamos otro equipo como detonadores y propulsores para iniciar, detonar y secuenciar una explosión de manera adecuada, la explosión conduce a la rotura de la roca.

La explosión es una reacción química que produce una onda de choque y una gran cantidad de gas que tiene alta temperatura y alta presión. La explosión conduce a la rotura de la roca a través de tres pasos principales que ocurren en muy poco tiempo.

En primer lugar, la onda de choque crea y expande los micros fracturas en el macizo rocoso e inicia el proceso de rotura. Luego, el gas, que expande el pozo de perforación a una presión muy alta, agrava el daño con la creación de un agrietamiento radial, el gas empuja la roca para abrir y expandir las grietas. Finalmente, la cara de la roca libre es empujada por el gas explosivo y se desvía debido al frente de detonación, creando algunas grietas de flexión.

Este mecanismo de rotura se logra mejor si los explosivos se confinan en una roca. Para ello, se perfora un hoyo en la roca y se bajan una serie de explosivos en el hoyo y se colocan tronzaadores entre y encima de los explosivos para formar un tapón y confinar la carga verticalmente. En

esta figura podemos ver un agujero. Pero una sola carga no es suficiente, ya que en la minería deben tratarse grandes volúmenes de roca.

Obtener una fragmentación óptima minimizando el daño al macizo rocoso con la consecuente mejora en la estabilidad de taludes.



Figura 1. Características de una voladura ideal.
Fuente: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2013)

2.2.7 Explosivos

Manual práctico de voladura (2014)

Los explosivos son compuestos o mezclas de sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso que experimentan reacciones químicas de oxidación-reducción en un tiempo muy corto (microsegundos) para producir productos gaseosos y condensados. El cambio es que la masa de gas se calienta mucho y, como resultado, una presión muy alta.

Así, los explosivos son mezclas de sustancias, combustibles y oxidantes que, cuando se inician correctamente, provocan reacciones exotérmicas muy rápidas, produciendo una amplia gama de productos gaseosos a altas temperaturas y presiones. Se expande de aproximadamente 1,000 a 10,000 veces el espacio original que contiene los explosivos. Estas transformaciones permiten realizar operaciones mecánicas aplicadas para destruir las rocas que componen la "técnica de voladura". La dinamita es una herramienta básica para la minería.

En general, los explosivos se clasifican en explosivos nucleares y explosivos químicos según cómo reaccionen. Los explosivos químicos se inician mediante un proceso de reacción química explosiva que se produce bajo la influencia de una onda de choque. Están

relacionados principalmente con los compuestos nitro y se utilizan comúnmente en trabajos de ingeniería civil y minera. Las centrales nucleares intervienen en la descomposición de sustancias como el plutonio y el uranio-235, que liberan grandes cantidades de energía. Su trabajo actual se encuentra en el campo militar y de investigación. Aunque no están clasificados como explosivos, algunos productos especiales actúan como una explosión física al aplicar calor sin explosión previa, produciendo un gas inerte licuado como el CO₂ (cardox). Su uso está limitado a entornos con amplificadores de fuego de alto nivel en minas de carbón y entornos donde no se pueden utilizar explosivos tradicionales.

<https://www.cuevadelcivil.com/2014/10/manual-practico-de-voladura.html>



Figura 2: Accesorios, explosivos y agentes de voladura

Fuente: manual de voladura (2014)

2.2.7.1. Tipos de reacción en función de la cinética química.

a.-Explosivos Industriales.

Según Gómez y Herbert (2013) manual de Perforación y voladura de rocas en minería. Los explosivos industriales son agentes explosivos de alto riesgo que se utilizan para actividades de extracción, minería y construcción. Dado que los explosivos industriales producen un par más alto, son ampliamente utilizados por empresas de túneles en todo el mundo. Los explosivos industriales se deflagran o detonan. La deflagración de explosivos industriales se refiere a la explosión causada por una llama, donde la detonación se debe a una onda de choque explosiva que atraviesa el explosivo. Después de la explosión, los explosivos industriales producen un par

fuerte acompañado de calor, luz, sonido y presión. Los explosivos que detonan se denominan explosivos altos, mientras que los explosivos deflagrados se conocen como agentes detonadores o explosivos bajos.

- Combustión.
- Deflagración.
- Detonación

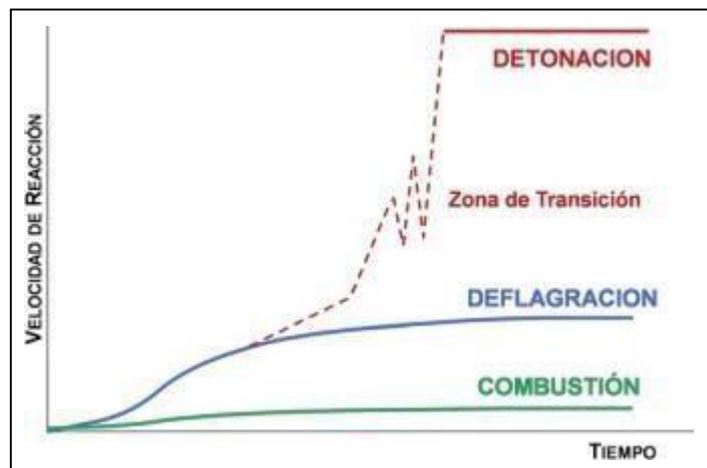


Figura N° 3. Secuencia de la detonación

Fuente: (Orica, 2017)

B.-Combustión

La combustión es una reacción de oxidación química, generalmente libera una gran cantidad de energía. La velocidad de reacción es inferior a 1 m/s y reacciones similares a llamas se pueden observar a simple vista. Puede definirse como una reacción química que puede ser exotérmica, algunas de las cuales no son perceptibles por nuestros sentidos, y el tiempo de reacción es muy lento. **c.- Deflagración**

Es una actividad exotérmica en la que la transmisión de la reacción de descomposición actúa principalmente en la conductividad térmica. Es un fenómeno superficial en el que el frente de deflagración avanza por el explosivo en capas paralelas, a una velocidad baja, que muchas veces no supera los 1000m/s.

La deflagración también es sinónimo de una combustión rápida, los explosivos más lentos al ser iniciados dan lugar a una deflagración. **d.- Detonación**

La detonación da una acción demoledora. Que muchos expertos consideran necesario para condiciones de voladura difíciles, mientras que los productos de baja velocidad son

normalmente adecuados para requisitos menos exigentes típicos de la mayoría de trabajos de voladura.

Este es un cambio fisicoquímico en el que se forma una gran cantidad de reactivos a altas velocidades de reacción y altas temperaturas, lo que resulta en una gran fuerza expansiva que ejerce una gran presión sobre el entorno. En una explosión explosiva, debido a que la velocidad de las primeras moléculas de gas es demasiado rápida, la conducción no puede disipar el calor en la región donde la carga no cambia, pero las colisiones transfieren calor y lo transforman para producir calor, que se aísla con la creación de gas nuevo. Así, este proceso se repite como un movimiento ondulatorio que afecta a todo el explosivo conocido como onda de choque, viajando a velocidades que van desde los 1500 m / s y los 7000 m / s

Aunque las propiedades precisas de las ondas de choque explosivas permanecen estables durante todo el proceso cuando se alcanza el equilibrio de temperatura, velocidad y presión, a menudo se las denomina auto inflamable porque la explosión tiende a ser un poco húmeda. Depende del factor de tiempo entre la distancia recorrida hasta que el fuego se extingue casi por completo. Se puede mencionar que, en una explosión similar a una explosión, la turbulencia de las partículas de gas forma ondas de choque. El área de ondas de choque donde la presión aumenta a altas velocidades se llama "frente de choque". Este alambre de conmoción sufre una deformación química que transforma gradualmente el material explosivo en el producto final.

E.-Mecanismo de la detonación

Para entender este funcionamiento de la detonación, conviene conocer cómo son las diferentes zonas de reacción que se producen durante la misma. Para poder considerar una carga cilíndrica que se pueda detonar por unos de sus extremos, se pueden distinguir las zonas siguientes.

También se puede definir como un proceso fisico-químico caracterizado por su gran velocidad de reacción y por la formación de gran cantidad de elementos gaseosos a elevada temperatura, que adquieren una gran fuerza expansiva.

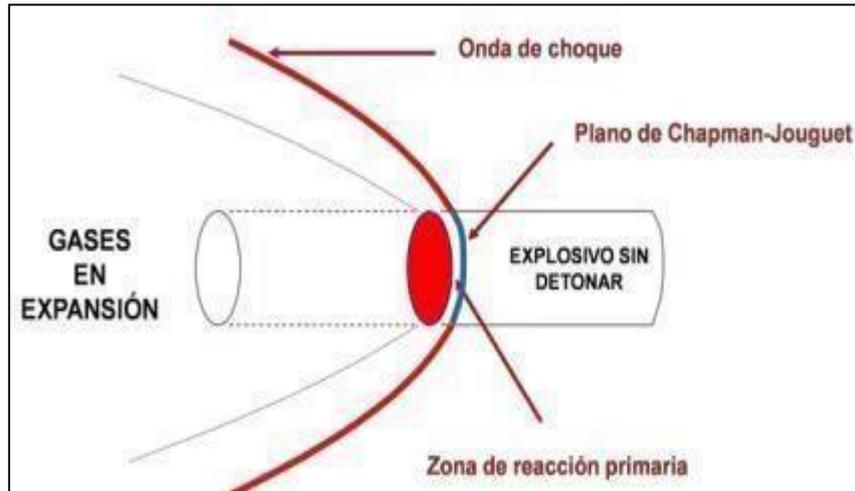


Figura N° 4. Zona de reacción de los gases
Fuente: (Orica, 2017)

2.2.7.2.-Tipos de explosivos

a.-Dinamita

En las dinamitas modernas también denominadas gelatinas explosivas por su plástica consistencia, de fácil manipulación y uso el % de nitroglicerina –nitrocelulosa se estima entre 30 y 35% perteneciendo el resto a los oxidantes y aditivos restantes. Con menores % las dinamitas resultan de menor plasticidad y menos resistentes al agua, denominándose semigelatinas y pulverulentas.

Las dinamitas con mayor contenido de aditivos y nitroglicerina generan alto poder rompedor y mayor resistencia al agua siendo por lo tanto fragmentadoras.

En el extremo opuesto están las de menor contenido de nitroglicerina con mayor proporción de nitratos por lo que brindan menor efecto brisante. Pero generan mayor volumen y expansión de gases mostrando mayor capacidad empujadora o volteadora.



Figura 5. (famesa, dinamita)
Fuente: (famesa,2017).

B.-Dinamita Pulverulenta

Esta dinamita tiene su composición básicamente por nitrato amónico, un combustible que corrige su exceso de oxígeno y una pequeña cantidad (generalmente próxima a un 10%) de un sensibilizador, que puede ser nitroglicerina, trinitrotolueno o una mezcla de ambos. Lo cual, debido a sus contenidos en lo que es el nitrato amónico presentan sus características que son los siguientes:

- Baja la potencia
- Densidades de media y baja (de 1,0 a 1,2)
- Resistencia al agua
- Velocidad de detonación varía entre 2.000 a 4.000 m/s • presentan poca sensibilidad al choque o a la fricción.

C.-Anfo

Su empleo a granel está siendo usado mayoritariamente a tajos abiertos, canteras, voladura de cráter y voladura de calambucos.

Su empleo en subterráneo está limitado a frentes autorizados, inyectándose con cargadores neumáticos portables.

En tajo abierto suele usarse camiones cisterna con sistema de gusano articulados, que permiten inyectar directamente al taladro.

Los explosivos de uso industrial utilizados en voladura de rocas, actúan en base a una reacción físico-química de combustión muy rápida que comprende a tres elementos especiales para su iniciación:

- Oxidante
- Combustible
- Sensibilizador

Es interesante ver que el nitrato de amonio es el oxidante común en diferentes estados (en gránulos, molido, o en solución), combinándose eventualmente con otras sales y nitratos, mientras que el sensibilizador puede ser un alto explosor molecular como la nitroglicerina, un polvo metálico, aminas o el contenido de aire en los poros de los gránulos del nitrato o en las micro esferas de vidrio, que al ser adiabáticamente comprimido por la onda de choque del iniciador se inflama y genera calientes puntos que logran accionar la detonación del explosivo.

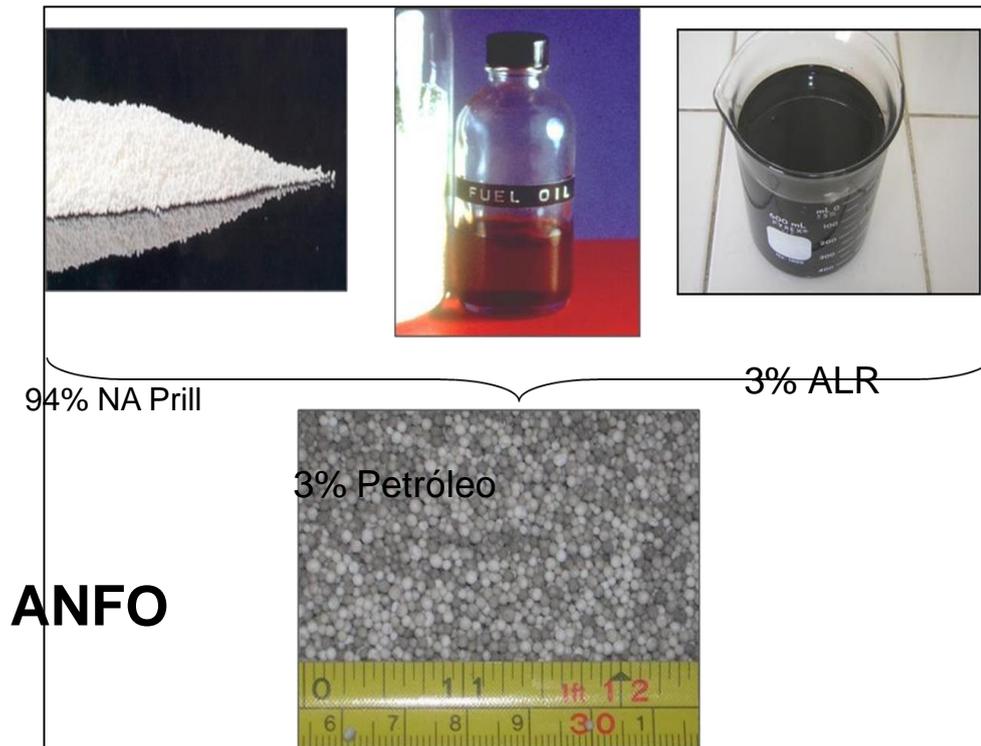


Figura N° 6. Componentes del Anfo
Fuente: (Orica, 2017)

D.-Emulsiones

Los agentes de voladura llamados emulsión carecen de un elemento explosivo en su composición, por lo que requieren ser detonados con un cebo reforzador de alta presión de detonación llamados booster.

su aplicación también está direccionada a taladros de medio a gran diámetro exclusivo en tajos abiertos, como carga de fondo de alta densidad o como carga de columna en taladros con agua, que han sido perforados en rocas muy duras.

al contrario de los explosivos hidrogeles su viscosidad puede ser graduada desde una líquida emulsión a una leche magnesiada hasta una viscosidad semejante a una margarina, lo cual permite su carga en el taladro, tanto en forma encartuchada como a granel mecanizadamente, por bombeo directo al fondo del taladro por desplazar el agua.

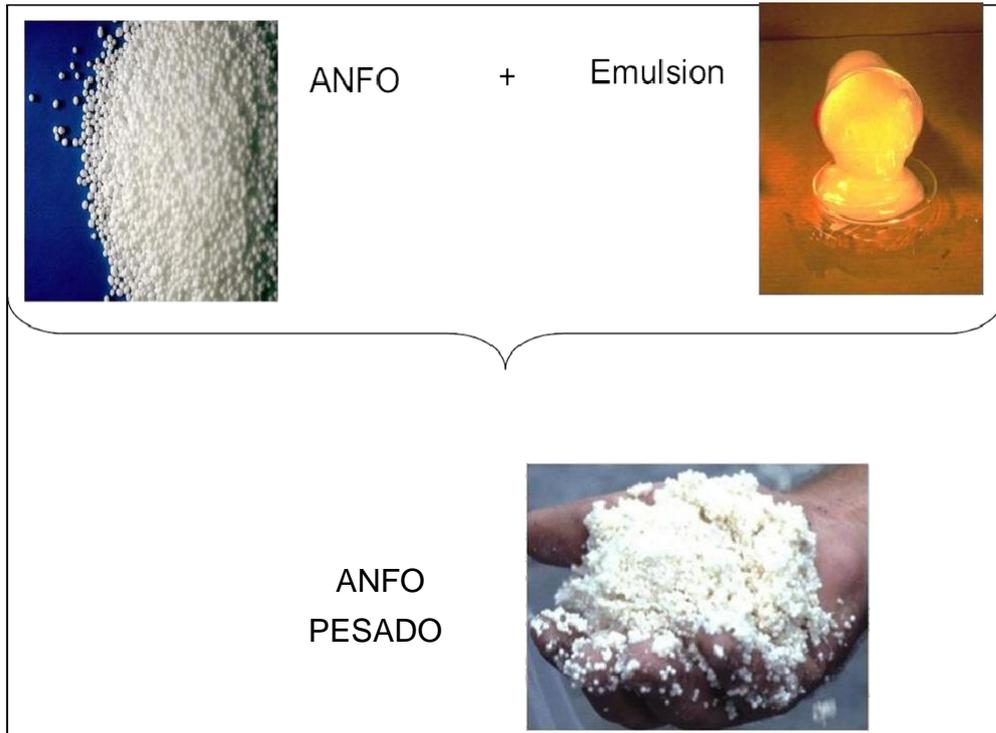


Figura N^o 7. Componentes del Anfo Pesado
Fuente: Orica 2017

E.-Accesorios de voladura

En los tipos de trabajos en los que se utilizan los explosivos, tanto en minería como en otras actividades similares, es importante que la detonación se realice correctamente. Para ello, es fundamental conocer ciertos conocimientos técnicos que permitan iniciar la reacción en régimen de detonación, la iniciación de explosivos y, de forma consecutivos, la iniciación de voladura de rocas de manera que se produzca la detonación de un conjunto de barrenos con un cierto orden determinado.

F.-Sistemas de Iniciación

□ Detonadores:

Los diferentes tipos de sistemas de iniciación, conocidos como detonadores, tienen la posibilidad de emplearse tanto en voladuras a cielo abierto como en interior y el fin es la de comenzar los explosivos dentro del barreno, o bien del cartucho cebo o multiplicador que desencadene la detonación en el interior del mismo. Como se verá después, ciertos tipos de detonadores poseen un uso muchísimo más restringido y en aplicaciones concretas, como es la situación de los detonadores recurrentes.

La votación de todos los tipos de detonadores vendrá definida por las necesidades de secuenciación, propiedades del ámbito y facilidad en la ejecución de la conexión, entre otros componentes.

Todos los detonadores de uso civil empleados usualmente poseen en común que tienen dentro alrededor de la misma carga explosiva, siendo el factor diferenciador el modo de iniciación de la carga, generalmente, constan de una cápsula metálica de aluminio, o cobre, donde se alberga un explosivo iniciador, conformando la llamada carga base (compuesta por trinitrorresorcinato de plomo y azida de plomo), y una carga base (compuesta por pentrita).

Esta carga explosiva se inicia mediante una píldora inflamable (en detonadores eléctricos, no eléctricos o electrónicos) o bien de manera directa por impacto de una llama (detonadores ordinarios).



Figura N° 8. Componentes de Detonador

Fuente: (Orica, 2017)

□ **Booster**

Es un accesorio de voladura de alta potencia y gran seguridad por ser insensibles a los golpes o roces. El iniciador cilíndrico es el más eficiente iniciador para agentes de voladuras que se fabrica y es especialmente recomendable para todo tipo de diámetros.

-Está fabricado a base de Trinitrotolueno y Pentrita.

Tabla Nª 2. Características del Booster

Densidad	(g/cc)	1.62	
Velocidad de detonación	(m/s)	7,000	
Presión de detonación	(kbar)	202	
Energía	(kcal/kg.)	2,652	
Resistencia al agua	(horas)	Excelente	
Volumen de gases	(L/kg)	932	
Potencia relativa al ANFO	En peso	2.66	
Primado mínimo	Cordón detonante de 5 g/m para Booster de 150 g y de 10 g/m o Fulminante No. 6 para Booster de 225 g y mayores.		
Primado óptimo	Detonador No. 8, eléctrico o no eléctrico, o mayor.		

Fuente; (Orica, 2017)



Figura Nª 9. Iniciador Booster

Fuente: (Orica, 2017)

□ **Cordón Detonante**

Un cordón detonante es flexible e impermeable que contiene en su interior un explosivo denominado pentrita, cuya velocidad de detonación es de 7.000 m/s; el cordón detonante se da directamente para transmitir estos explosivos colocados en los barrenos la detonación iniciada por un detonador. Algunos tipos de cordón detonante (los de mayor gramaje) se pueden utilizar como explosivo principal para la carga de barrenos de voladura.

- La resistencia y flexibilidad del cordón cuyo núcleo está compuesto por “Pentrita” (PETN).
- VOD: 7.000 (m./s.)
- La cantidad de pentrita en los cordones se expresa en gramos por metro.
- La cubierta que envuelve el núcleo está cubierta por varias capas de fibras, plásticas y compuestos impermeabilizantes y de adherencia, los cuales le dan a cada tipo de cordón las características físicas de:

a-Resistencia a la tracción b-

Impermeabilidad c-Flexibilidad



Figura N^o 10. Rollos de cordón detonante
Fuente: (Orica, 2017)

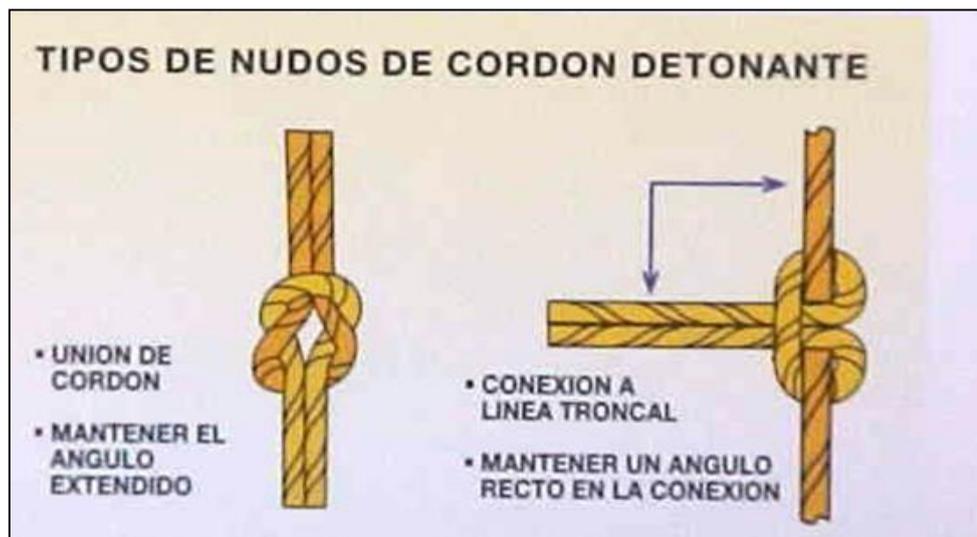


Figura N^o 11. Tipos de nudos con cordón detonante
Fuente: (Orica, 2017).

□ Cebo o Prima

Comprende la combinación de un cartucho de alto explosivo (dinamita o emulsión explosiva) con un Fulminante, detonador o cordón detonante, booster y detonador y que se emplea para iniciar los explosivos ó agentes de voladura en los taladros perforados en la roca.

Como funciona: Se pone el detonador Handidet en el alojamiento del Iniciador booster y se cuelga en el Taladro.



Figura N° 12. Ejemplos de primados

Fuente: Orica 201

□ Sistemas no eléctricos Fanel/Nonel

Es un accesorio del sistema de iniciación no eléctrico de cargas explosivas, que permite reemplazar el uso de cordón detonante, como líneas trocales, en disparos de minería a cielo abierto y subterráneo.

La iniciación se propaga a través: del cordón detonante, tubos de choque y/o una combinación de ambos.

Lo cual se dividen en dos grupos

1.- Tradicional

2.- Silencioso

a.-Partes:

Un trozo de tubo de choque, de un largo determinado por la Geometría del disparo y que transmite una señal de baja energía. Este tubo de choque es laminado, de pequeño diámetro y con una capa de material reactivo en su interior (hmx, aluminizado), una vez iniciado genera una onda de choque que se propaga a una velocidad de 2000 m/s.

- Un detonador no eléctrico Fuerza 12 colocado en uno de los extremos del tubo de choque, de un tiempo de retardo adecuado a la aplicación y destinado a iniciar la carga de fondo del taladro.
- Un detonador no eléctrico colocado en el otro extremo del tubo, pero de baja potencia (Fuerza 1-2) y alojado en un conector plástico. Este conector permite insertar hasta 6 tubos de choque los que son iniciados en ambas direcciones.
- Etiquetas de identificación las que indican el largo del tubo de choque y el tiempo nominal de retardo de ambos detonadores (de superficie y de Fondo)



Figura N° 13. Etiquetados de fondo taladro y superficie
Fuente: (Orica, 2018)

B.-Líneas Troncales:

Son Conectores de baja potencia que se usan para crear puentes entre taladros y para cerrar circuitos en superficie. Son similares a los detonadores que se usan para iniciar la carga explosiva, pero sin el detonador de fondo.

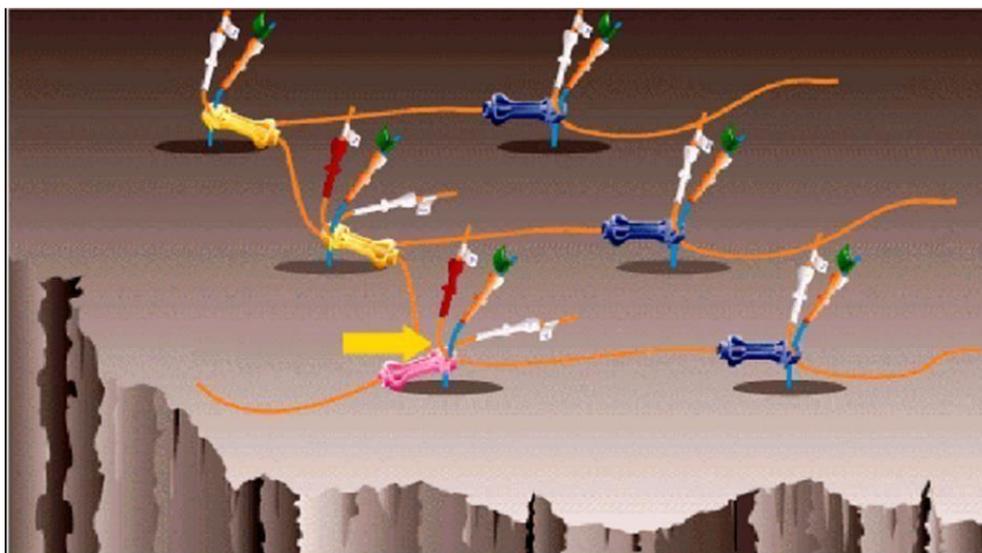


Figura N° 14. Amarre del sistema silencioso

Fuente: (Orica, 2018)



Figura N° 15. Iniciación del sistema silencioso

Fuente: (Orica, 2018)

C.-Aplicación del sistema Silencioso.

- El sonido generado por este sistema silencioso en superficie es imperceptible una distancia de 300 m, al oído humano.
- Este sistema se hace silencioso debido a que los detonadores de superficie tienen una carga explosiva de 200 mg de ácido de Pb, y el tubo tiene una carga de 16 mg/m, mientras que el sistema tradicional en el cordón detonante lleva 3 gr/m (3 G) a 5 gr/m (5G), los conectores de superficie son fuerza 12, por tal razón el sonido generado por el cordón detonante y conectores de superficie es mayor a la del sistema silencioso.

CAPÍTULO III
DESARROLLO DEL TRABAJO

Al realizar la voladura de roca con explosivos produce un gran volumen de gases, de los cuales un cierto porcentaje es nocivo. Estos gases han presentado graves inconvenientes desde la antigüedad, habiendo tratado este tema repetidas veces con el fin de determinar las condiciones óptimas de salubridad en minas subterráneas, túneles y demás obras donde la ventilación puede ser deficitaria.

El problema de la nocividad de los humos de voladura ya estuvo estrechamente relacionado con el explosivo más antiguo, la pólvora negra. Además de que los gases de la pólvora negra son muy espesos y densos como consecuencia de su alto contenido en materia sólida en suspensión, tienen grandes cantidades de óxido de carbono y de otros gases más o menos venenosos y sofocantes. Fue por ello un feliz acontecimiento el descubrimiento de la dinamita por Alfred Nobel, la cual, además de tener una potencia explosiva mucho mayor, poseía un exceso de oxígeno de manera que sólo podían formarse vapor de agua, nitrógeno y anhídrido carbónico, quedando excluidos, al menos teóricamente, los gases tóxicos. Posteriormente, a esta dinamita se le empezó a mezclar materia combustible tal como harina, serrín, carbón vegetal y material oxidante, tal Propuesta 96 como nitratos; volviéndose a llegar a un grado de toxicidad igual o superior al de la pólvora negra.

De manera general podemos decir que las intoxicaciones son muy frecuentes en los trabajos subterráneos mal ventilados. Muchas personas que han trabajado en obras de este tipo durante mucho tiempo terminan por acostumbrarse y pierden precaución, desvalorizando el peligro. Estas intoxicaciones suelen ser débiles y los síntomas normales son fatiga, debilidad, malestar general, náuseas, vómito, dolor de cabeza e irritación de las vías respiratorias. Gran parte de las publicaciones y trabajos que se han efectuado abordando este problema se refieren casi exclusivamente al desprendimiento de monóxido de carbono. Por otra parte, la mayoría de las legislaciones, entre ellos la española, exigen tan solo que los explosivos tengan un balance de oxígeno positivo con el fin de impedir, o por lo menos disminuir en la medida de lo posible, la presencia de aquel gas entre los productos de la explosión, sin embargo, la experiencia demuestra que un balance de oxígeno excesivamente positivo no sólo, no consigue evitar que se forme óxido de carbono, sino que favorece notablemente la formación de óxidos de nitrógeno, que son mucho más tóxicos que los de carbono, siendo conscientes de la gravedad que presenta este problema, ha sido realizado el presente estudio cuyo fin principal es determinar un programa para mitigar los efectos de dichos gases tóxicos.

3.1 Finalidad

Implementar proceso de absorción y neutralización de los gases tóxicos producto de la voladura, utilizando filtros con fibras de algodón, etc., con carbón activado, mediante los respiradores, en actividades de minería subterránea en el Perú

La finalidad representa el objetivo general que obedece a un nivel estratégico, es decir, ayuda a establecer el contexto en el cual el trabajo encaja, y describe el impacto a largo plazo al cual espera contribuir. Cabe responder:

¿Por qué el trabajo es importante para el desarrollo tecnológico y la sociedad en general?

3.2 Propósito

Demostrar que la propuesta de implementación de absorción y neutralización de los gases generados durante la voladura, ayudara a disminuir considerablemente las enfermedades ocupacionales producto de los gases tóxicos.

Promover a que las empresas mineras rescaten esta propuesta para implementar en sus labores de trabajo, puesto que garantiza una disminución considerable de enfermedades originadas por los gases durante la voladura.

Incentivar a investigar temas concernientes a este trabajo de aplicación, debido que cada vez son más las enfermedades ocupacionales producidas por los gases durante el proceso de voladura, es por ello que invitamos a los estudiantes a indagar sobre los procesos de neutralización de los gases.

3.3 Componentes

Esta propuesta plantea la posibilidad de absorción y neutralización de los gases que pasaran por un proceso de absorción y el cual pasará por los filtros que estarán compuestos por capas de fibras de algodón con carbón activado, el cual posibilitara la receptibilidad de los gases y así controlar que estos pasen a las vías respiratorias de los trabajadores que están expuestos a estos gases y poder controlar las enfermedades ocupacionales.

Se ha definido tres alternativas de neutralización, a continuación, las describimos brevemente.

a.-Los gases producto de la voladura son múltiples entre los más conocidos son:

- Gases Nitrosos

- Gases de Monóxido de Carbono
- Gases de Dióxido de Carbono

b.-Esta alternativa de neutralización será a través de unas capas de fibras de algodón y carbón activado que estarán colocadas en los filtros de los respiradores, los cuales hasta el momento son utilizados solo en la industria química por tal esta propuesta es alentadora ya que su uso en la minería sería de mucha utilidad.

c.-Se debe de realizar un análisis de datos de la capacidad de absorción de este tipo de filtros, existentes y utilizados en otras industrias versus el costo y tiempo, que durarían estos filtros al ser utilizados en la actividad minera.

3.4 Actividades

Dentro de las actividades para lograr este objetivo fue obtener la identificación de fuente de riesgo que se presentan en el interior de mina segundos después de producirse la voladura de rocas que son los gases y que a continuación describiremos.

Son los gases producto de la voladura que conllevan a diferentes enfermedades ocupacionales, una de las experiencias que pudimos obtener fue mediante nuestras prácticas realizadas en la empresa Santa Filomena ubicada en el departamento de Ayacucho distrito de Sancos, provincia de Lucanas en el cual estuvimos aproximadamente como 3 meses, dicho tiempo fue enriquecedor para incrementar nuestros conocimientos acerca de la minería, así como también nos percatamos que no hay un sistema de absorción y neutralización de los gases durante el proceso de voladura de rocas, es por ello consideramos un reto proponer la implementación de absorción y neutralización de los gases para evitar las enfermedades ocupacionales.

Además, para esto investigamos la operatividad de diferentes minas como Volcán Compañía Minera, Minera Hoeschild, etc., los mismos que muestran esta ineficiencia en sus actividades de voladura, respecto al no uso de respiradores con filtros de carbón activado en sus actividades operativas subterráneas.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Primer procedimiento:

□ Identificación del área

El primer procedimiento consideramos ubicar el área que existe como una fuente de peligro ubicado y se optó como destino de este proyecto en la Mina Santa Filomena en el departamento de Ayacucho en este caso las voladuras incumplen con los estándares de gases permisibles por el D.S 024-2016 con modificación 023-2017 de reglamento de seguridad- EM.



Figura N° 16: ubicación del lugar.
Fuente: google mapa

3.5.2 Segundo procedimiento: Recolección de testimonios

Se recolectaron varios testimonios de compañeros, ingenieros que laboraban en el frente de trabajo y se preguntó acerca de las dificultades que se presentaba mientras trabajaban en el interior mina y también se le dio a conocer acerca de nuestra propuesta de implementar lo que es la absorción y neutralización de los gases producto de la voladura de rocas, utilizando respiradores con filtros de carbón activado, a lo que ellos respondieron que sería una excelente propuesta, lo cual ayudaría muchísimo para la salud de cada uno de nosotros ya que las empresas mineras donde ellos laboran no cuentan con un sistema de absorción y neutralización de los gases durante la voladura de rocas, a lo que nosotros le respondimos que nos basamos en

las realidades de los trabajadores que han tenido algún tipo de incidentes, accidentes y han adquirido alguna enfermedad ocupacional producto de los gases generados en la voladura.

3.5.3 Tercer procedimiento: Recolección de datos

Se obtuvo más información sobre los frentes de trabajo que realizan perforación y voladura también que implican el aire en circulación como también las maquinas que realizan las operaciones dentro de las instalaciones en interior mina, se verá que contaminantes químicos afectan la salud de los trabajadores, cantidad de personal que están expuestos, cuantas horas de trabajo al día realizan y con qué frecuencia realizan cada procedimiento en el frente de trabajo y también conocer si cumplen con la calidad del aire según lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, 024 E.M-2016 y su modificatoria el D.S 023-E.M 2017 para este proceso se utilizaron croquis, mapas y planos de todas las instalaciones dentro de mina.

Entrevista

En este proceso nos apersonamos a las oficinas de la empresa minera para obtener información directamente sin intermediarios sobre el porcentaje mínimo de los gases contaminantes presentes en el área de trabajo. Se preguntó ¿con que frecuencia se monitorea las áreas que llegan poca ventilación? Como respuesta indicaban que se realizaba intermediario solo algunos respondían, mientras otros respondían con las respuestas exactas que buscábamos. Sucesivamente, llegamos a la conclusión de que los gases con menor porcentaje se encuentran en los frentes con poca ventilación.

3.5.4 Cuarto procedimiento: Monitoreo de Gases

Se procedió en este proceso en ubicar las áreas donde según los testimonios es donde se congestiona los gases, en los siguientes puntos de trabajo detallados a continuación:

- ✓ Frentes de trabajo en diferentes subniveles y con diferentes dimensiones.
- ✓ En las rampas N° 1 que se dirige al segundo nivel, que consiste de 5x4 m2. (circulación constante de trabajadores donde el porcentaje de aire debe ser 21 % de oxígeno, un 78 % de nitrógeno y un 0.2 % de dióxido de carbono entre otros).
- ✓ En la rampa N° 2 que se dirige al subnivel que consiste de 6x5 m2. (De la misma manera es un área de constante circulación).

Leyenda:	
Nivel:	Áreas de trabajo
Lugar:	Punto específico de trabajo
Hora:	Es la hora del monitoreo
Observaciones:	Deficiencias del nivel de oxígeno
O2:	Porcentaje de contaminación
H2:	Gas hidrogeno
CO2:	Dióxido de carbono (porcentaje contaminante)
NO2:	Dióxido de nitrógenos (porcentajes contaminante)
CO:	Monóxido de carbono (porcentaje contaminante)

Tabla N°3: Monitoreo de los gases

NIVEL	LUGAR	HORA	OBSERVACIONES	O2 (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	CO (ppm)
-6	S/N 379	9:47 am	Reparar la yee fuga de aire	20.8	0	0.02	0	98
	TJ 386 E	9:36 am	Tajo ciego comunicar al siguiente tajo	20.8	0	0.01	0	107
	TJ 403 E	10:10 am	Tajo ciego sin cara libre	20.8	0	0.01	0	83
	TJ 386 W	9:40 am	Tajo ciego comunicar al otro Tajo	20.8	0	0.09	0	448
	TJ 402 W	10:05 am	Tajo con un solo acceso sin cara libre	20.8	0	0.03	0	1
-9	CH 461 M	11:40 am	Presencia de humo	20.3	0	1.11	0	16
-10	RP 402	1:43 pm	Puerta abierta, se esta reparando la puerta chocada	20.3	0	0.21	0.6	45
	TJ 412 E	1:47 pm	Falta winze	20.1	0	0.27	0	46
	TJ 426 W	2:00 pm	Con equipo trabajando	20.2	0	0.19	1.4	60
	TJ 430 W	3:00 pm	(en blanco)	20.4	0	0.12	0	0
	TJ 427 W	3:10 pm	Con scoop trabajando	20.3	0	0.12	0	13
	Tj 427 W	09:18:00 a.m.	Trabajando scoop	20.8	0	0.17	1.3	36
		09:46:00 a.m.	Labor ciega falta cara libre	20.8	0	0	0	105
		10:20:00 p.m.	Esta comunicado hay circuito	20.8	0	0.04	0	0
		05:40:00 p.m.	Tajo ciego aumentar manga hasta el Tajo	20.8	0	0.03	0	0
		04:50:00 p.m.	Tajo en relleno	20.8	0	0.06	0	0
	Tj 430 W	09:21:00 a.m.	Comunicado con la VE 465 hay circuito	20.8	0	0	0	17
	Tj 430 E	09:25:00 a.m.	Paso de jumbo	20.8	0	0.01	0	60
	VE 462 S	09:34:00 a.m.	acumulación de humo falta limpiar la cara libre al winze	20.8	0	0.12	0	102
	SM 431 E	09:40:00 a.m.	acumulación de humo falta limpiar la cara libre al winze	20.3	0	0.15	0.5	30
	Tj 427 E	04:40:00 p.m.	Tajo ciego se ventila solo hasta la Ch 449	20.8	0	0.05	19	0
		09:50:00 a.m.	(en blanco)	20.8	0	0	0	0
		05:30:00 p.m.	Ventila por winze 464 y cara libre	20.8	0	0.03	0	0
	RP 402	10:00:00 p.m.	Scoop trabajando falta aumentar manga al SN 432 W	20.8	0	0.1	0	222
	GA 456 E	10:11:00 p.m.	Falta aumentar manga	20.8	0	1.04	0	30
	Bp 360 E	03:59:00 p.m.	(en blanco)	20.8	0	0.04	0	0
	Bp 430 E	04:10:00 p.m.	(en blanco)	20.8	0	0.04	0	0
	Bp (+) 427	05:20:00 p.m.	Se ventila por la comunicación a la Ch 440	20.8	0	0.02	0	0
		04:20:00 p.m.	(en blanco)	20.8	0	0.03	0	0
	SM 341 E	04:30:00 p.m.	Con dos scoop y una maquina de soldar comunicar Bp 465 y instalar extractor	20.8	0	0.13	60	0
	VE 445 S	04:35:00 p.m.	Se ventila por el dedo	20.8	0	0.1	17	0
	SM 431 W	05:00:00 p.m.	(en blanco)	20.8	0	0.01	0	0

Fuente: Mina Santa Filomena 100 (2018).

Dräger



Figura N° 17: Dräger X-dock® 5300/6300/6600 Equipos portátiles Dräger de detección de gases.

Fuente: Dräger

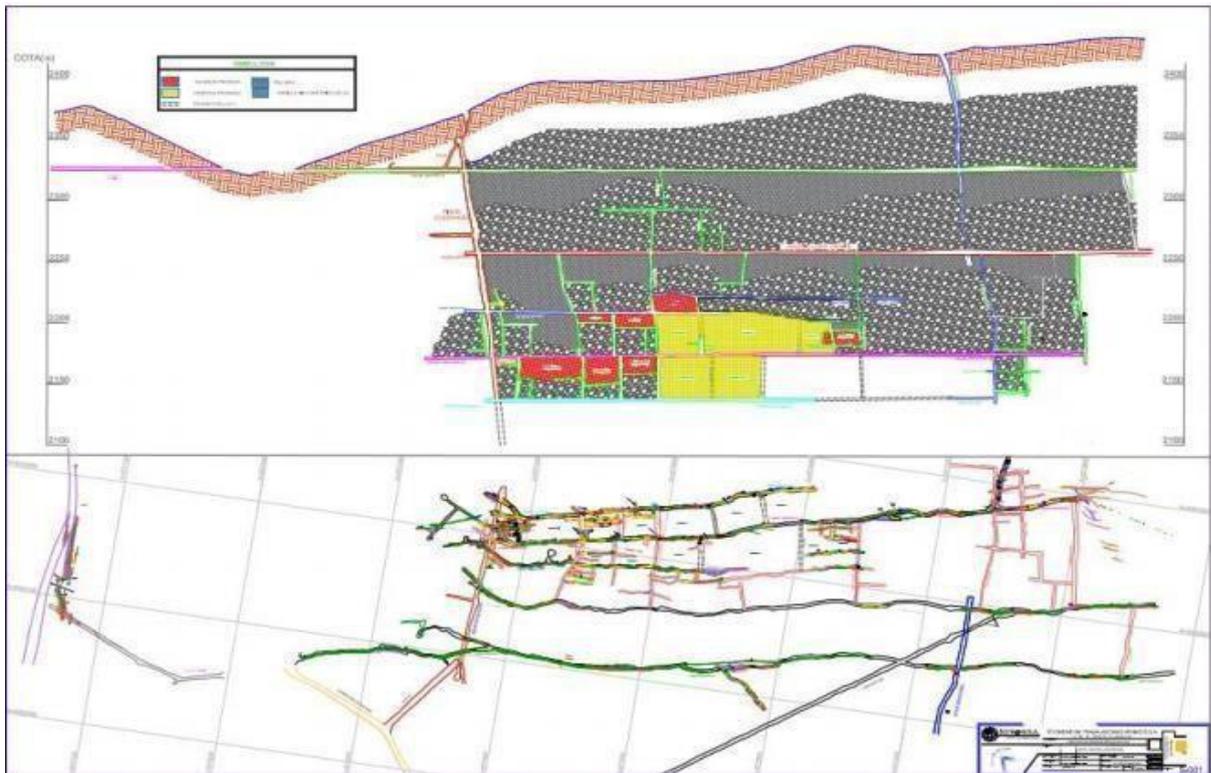


Figura N° 18: Vista planta de las labores de la Mina Filomena 100

Fuente: Imagen satelital de las instalaciones de Filomena 100

3.5.5. Quinto procedimiento: Añadir filtro de carbón activado en respiradores de media cara.

Para el diseño del filtro de carbón activado, primero se efectuó la reacción química entre el cianoacrilato y el agua, a partir de esta reacción se realizó el respectivo balanceo y de esta manera calcular las moles de los gases resultantes de la reacción química.

Posteriormente se calculó el volumen de estos gases resultantes.

3.5.5.1 Materiales para insertar el filtro de carbón activado

Indispensablemente se usó los siguientes materiales para realizar la prueba de gases contaminantes insertando en las mascarillas de media cara.

Tabla N° 4: Materiales para la prueba de gases

MATERIAL	CANTIDAD	FUNCION
Tubería sanitaria PVC 2"	3 m	Circulación de los gases y contenedor del lecho del filtro
Uniones sanitarias en PVC 2"	2	Unión para tuberías
T sanitaria de 2" PVC	1	
Carbón activado	1	Succión de gases
Cascara de coco	500 gr	Lecho de adsorción
Válvula ½"	1	Salida de gases para muestreo
Malla metálica de acero inoxidable	50 cm	Soportes literales para el carbón activado
Reducción de 2" a ½" en PVC	1	Reductor
Adaptador macho de media en PVC	1	Adaptador
Reducción galvanizada de ½" a ¼"	1	Reductor
Racor de 1/4 x 1/8	1	
Manguera	1 m	Muestreo de gases
Pass port five stars	2	Mediciones gases
Lamina de acero inoxidable	7x7 cm	Sellamiento de orificio
termometro	1	Medición de temperatura de gases
cable	4 metros	Para transferencia de energía para el ventilador
Aspiradora electro lux	1	Succión de gases

Herramientas
Pegante PVC y limpiador
Cinta teflón
Cinta aislante
Silicona caliente
Remachadora con remaches
Taladro y brocas
Tijera para metal
Cadena y armella

Figura N°19: Herramientas para la prueba de gases

Tabla N 5: Especificaciones técnicas del filtro de carbón activado

Especificación Técnica	Valor o Cantidad
Material	Tubo de PVC
Diámetro	2"
Longitud	50 cm
Material Adsorbente	Carbón activado a base de cáscara de coco
Peso del material adsorbente	500 gr

3.5.5.2 Procedimiento para el armado del filtro de carbón activado

Consiste en medir las concentraciones de gases usando una cámara concentradora de gases (ver figura N° 20), y el resultado se obtendrá en un equipo de medición de gases (ver figura N° 21) este procedimiento nos va permitir poder minimizar los gases con el carbón activado.



Figura N°20: Camara concentradora de gases



Figura N°21: Equipo para la medición de gases



Figura N° 22: salida de gas de la cámara Fuente: Desarrollado en laboratorio químico (Cuajone)

- Adaptación de la malla de acero inoxidable al tubo en PVC como soporte lateral para el Carbón Activado.



Figura N°23: filtro de carbón activado

- armado del filtro de adsorción de Carbón Activado en el tubo de PVC



Figura N°24: Montaje del filtro de carbón activado

- Adaptación del ventilador de turbina (succión), para facilitar la salida de los gases.



Figura N° 25: Instalación del ventilador Fuente: Desarrollado en laboratorio químico (Cuajone)

- Adecuación de la válvula para el muestreo de gases después del paso por el filtro de adsorción con Carbón Activado.



Figura N°26: Válvula para el muestreo

3.5.6.4 Componentes del sistema

□ Filtro de carbón activado

Se colocó un tubo de PVC de 2", que tiene de largo 54cm y en su interior contiene 500gr de material absorbente, que en este caso es carbón activado a base de cáscara de coco.

Este filtro se coloca a dos uniones; cada una se ubicada a cada extremo del tubo. Para que el carbón activado se permanezca dentro del filtro y cada unión está puesta de una malla de acero inoxidable y esto impide el escape del material que adsorbe y de cenizas. Se sujeta con una cadena del techo del para que no caiga el filtro por el peso que posee.



Figura N°37: Filtro montado que esta siendo sostenido por una cadena al techo

□ **Extractor.**

Ayuda a la evacuación de los gases hacia donde está ubicado el filtro de carbón activado, se instaló un extractor, que en este caso es una aspiradora de 1HP, que está ubicada a la salida de la cámara.



Figura N°28: Aspiradora antes de su instalación Fuente: Desarrollado en laboratorio químico (Cuajone)



Figura N° 29: Aspiradora a la salida de la cámara Fuente: Desarrollado en laboratorio químico (Cuajone)

La aspiradora tiene dos orificios; el primero que está en la parte baja, succiona los gases producidos al interior de la cámara. Y el segundo orificio que está ubicado parte superior derecho del extractor de la aspiradora lo cual expulsa los gases que ha absorbido, obligándolos a pasar por el filtro de carbón activado. El extractor o la aspiradora cuenta con un interruptor para encenderlo cada vez que se utiliza la cámara.

Este es el segundo extractor, esta vez de turbina, de ½ HP, está ubicado a la salida del filtro de carbón activado. su función de éste extractor de turbina hace que conduzca los gases hacia un ducto que a su vez los expulsará hacia el exterior del laboratorio. El extractor cuenta con un interruptor para encenderlo cada vez que se utiliza la cámara.



Figura N°30: Extractor de turbina
Fuente: Desarrollado en laboratorio químico (Cuajone)

□ **Válvula de muestreo.**

Entre el filtro de carbón activado y el extractor de turbina, se ubicó en forma de “T” en PVC; en su extremo vertical se le hizo una reducción de 2” a ½” en PVC, de donde se sale un pequeño tubo de ½” con una válvula de ½” en su extremo; esta válvula se abre se va a realizar la medición y se cierra cuando se culmina. De la válvula se desprende una delgada sonda, que se conecta al equipo, con el cual se mide la concentración de los gases. Esta válvula permite realizar un constante monitoreo de la salida de los gases; para asegurarse de esta manera, que el filtro está removiendo eficientemente los gases. Las mediciones para determinar las concentraciones de contaminantes se deben realizar a la salida de dicha válvula, cada vez que se utilice la cámara para detectar el momento en el que no se presente adsorción de los materiales contaminantes, este será el momento para reemplazar el carbón activado del filtro.



Figura N°31: Válvula de muestreo



Figura N°32: Muestreo de gases a la salida del filtro Fuente: Desarrollado en Laboratorio Químico Cuajone

3.6 Evaluación del sistema implementado

Luego de haber implementado el control de gases, se realizó mediciones de los siguientes contaminantes que se muestra en la tabla N° 5, con el fin de medir la eficiencia del filtro de carbón activado. Para esto, se utilizó el equipo, las mediciones finales se realizaron cada uno con seis.

Tabla N°6: Mediciones de los tipos gases

prueba	Monóxido de carbono (co)	Dióxido de carbono(co2)	Amoniaco(NH3)
1	4.3	0	0
2	3.9	0	0
3	4.2	0	0
4	4.0	0	0
5	3.7	0	0
6	4.1	0	0
PROMEDIO	4	0	0

Se muestra un cuadro con su respectiva gráfica, en donde se comparan las emisiones en la cámara de ahumado con cianoacrilato antes y después de la implementación del sistema de adsorción: Filtro de carbón activado.

	Monóxido de carbono(CO)	Dióxido de carbono (CO2)	Amoniaco(NH3)
Antes	347.83 ppm	897.5 ppm	53.5 ppm
Después	4 ppm	0 ppm	0ppm

Tabla N°7: Se muestra los gases antes y después del filtro

Nota: Los valores son un promedio aritmético de las mediciones

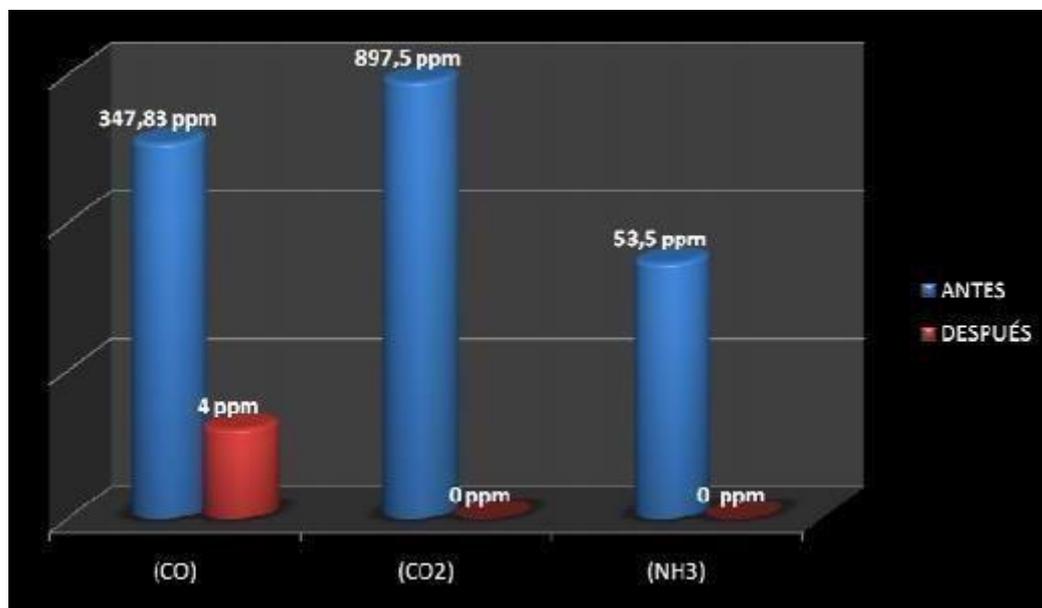


Figura N°33: Emisiones antes y después de colocar el filtro Fuente: Laboratorio químico (Cuajone)

muestra que el filtro de carbón activado absorbió en un 98.8% del monóxido de carbono (CO); en un 100% las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y en un 100% las emisiones de amoníaco (NH₃).

Lo anterior quiere decir que las emisiones de monóxido de carbono (CO) de la cámara registradas después de la implementación del filtro (4 ppm), se encuentran dentro de los niveles recomendados por la NIOSH y la OSHA para un buen ambiente de trabajo.

Con las emisiones de Amoníaco (NH₃) registradas después de la implementación del filtro de carbón activado (0 ppm □ ILD: Inferior al límite de detección del equipo), se están cumpliendo con las recomendaciones que se establece.

De esta manera se reafirma, la gran utilidad del filtro de carbón para contrarrestar el grave impacto que estaba causando la generación de dichos gases en la zona.

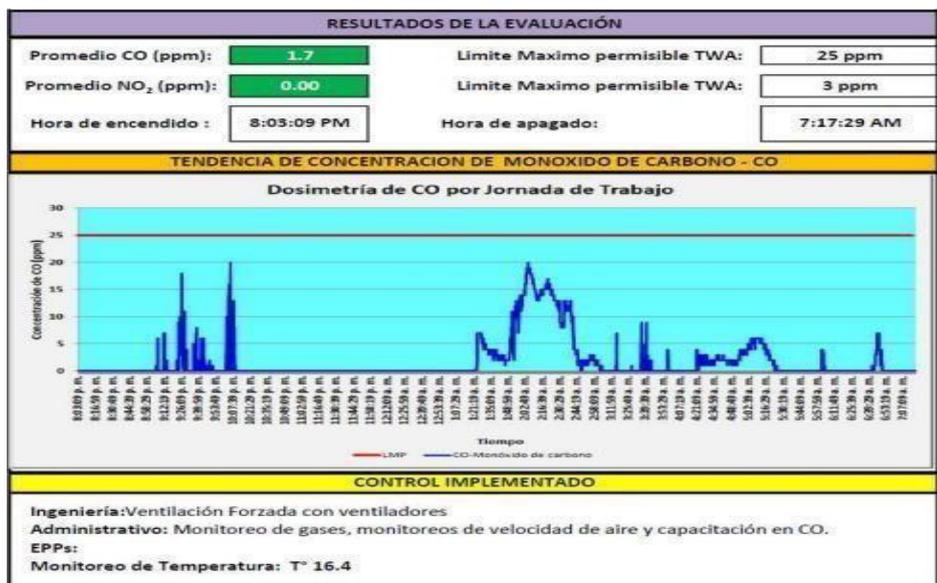
3.6.1 Eficiencia del filtro.

Si se observa el cuadro 14, se puede constatar que el filtro de carbón activado removió un gran porcentaje de los gases existentes: 98.8% de (CO), 100% de (CO₂) y 100% de (NH₃); es decir, que el filtro de carbón activado es altamente eficiente, pues prácticamente removió un 99.6% de la totalidad de los gases resultantes del proceso de ahumado con cianoacrilato. **3.6.2 Manual de Operaciones.**

En su manual del filtro, se explica de manera detallada el funcionamiento del filtro de carbón activado, así como algunas referencias teóricas acerca del tema. Este manual da a conocer las recomendaciones y para el uso, mantenimiento y cambio del filtro.

3.6.3 resultados de la evaluación

Tabla N° 6: Análisis de CO



Fuente: Laboratorio Químico Cuajone

3.7 -Neutralización: Se neutralizará los gases producto de la voladura, al realizar una buena combinación del Nitrato con el Petróleo bajo los siguientes porcentajes (%):

Nitrato = 94%

Petróleo = 6%

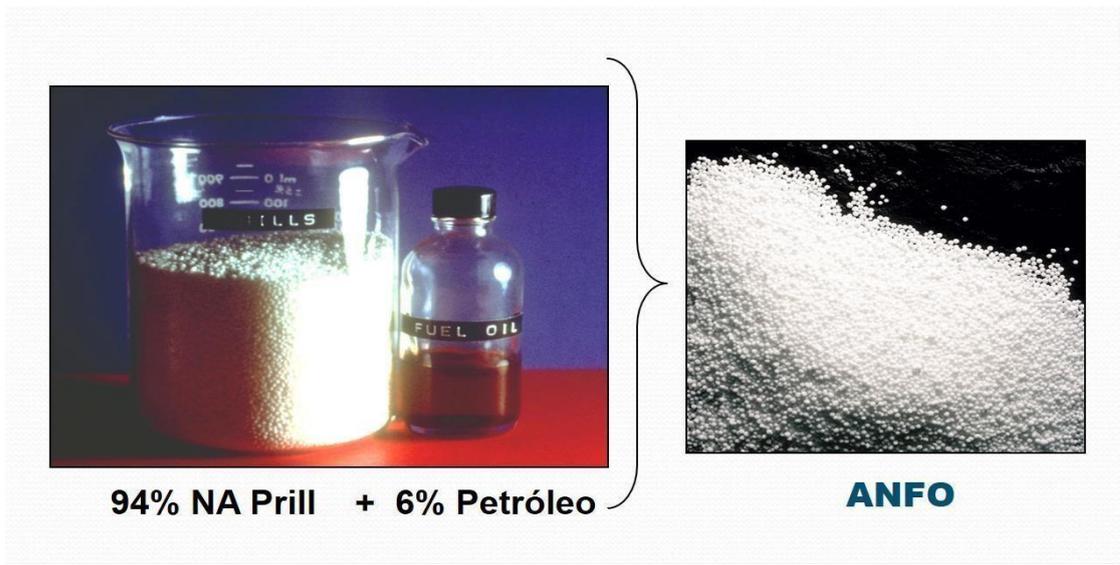


Figura N° 34: Mezcla de nitrato y petróleo
Fuente: orica,2017

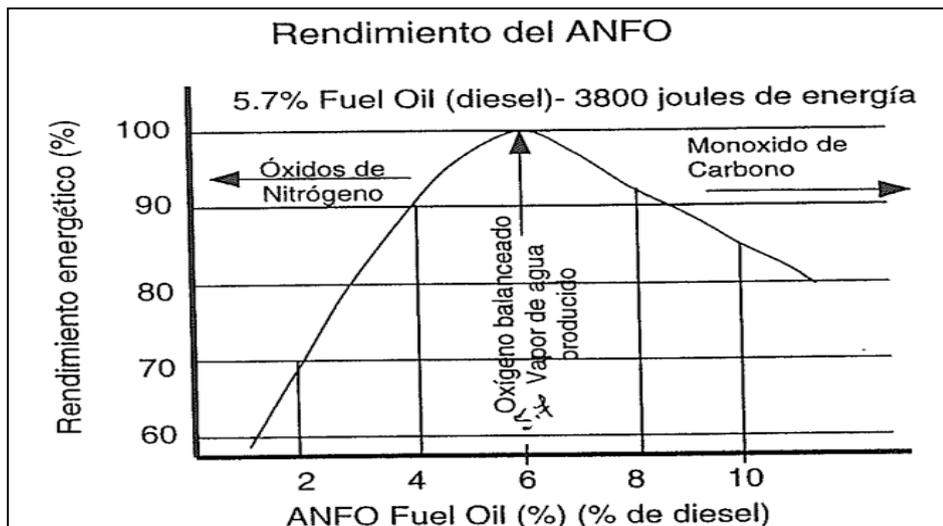
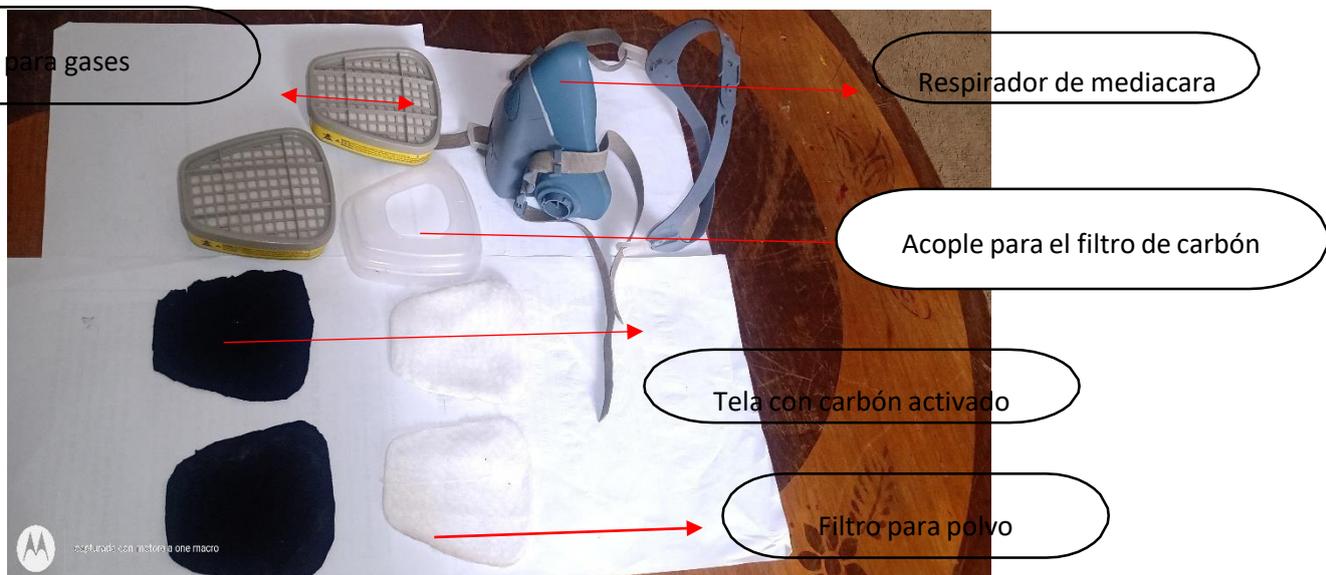


Figura N°35: Rendimiento del Anfo
Fuente: Orica, 2017

Al cumplir la siguiente recomendación normada por las compañías de fabricantes de explosivos lograremos neutralizar la generación de gases tóxicos producto de la voladura, ya que, al hacer el buen uso del Nitrato y Petróleo en cuanto a su combinación, generaremos 0% de gases tóxicos producto de la voladura.

Implementación de los respiradores con tela de carbón activado



Accesorios de un respirador

Respirador de medicara con acople para la tela de carbón activado



Esto ya vendría a hacer el trabajo terminado de nuestra propuesta principal basados en la absorción y neutralización de gases producidos por la voladura de rocas en la mina Santa Filomena 100 ubicado en el departamento de Ayacucho

Cómo apreciamos en la imagen a los respiradores de medicara se le acondiciona un acople de plástico para poder insertado la letra con carbón activado el cual ara el trabajo de absorción y neutralización de gases llegado así a los trabajadores un gas inerte así sus vías respiratorias quedando estos gases malos atrapados en los poros del carbón activado. Ampliando así el nivel de vida de los trabajadores

Cómo ya sabemos que este tipo de respiradores de mediacara ya existen en el mercado pero nosotros nos enfocamos en los resultados obtenidos mediante las pruebas de laboratorio para la mina Santa Filomena 100 ya que qué nuestro respirador de mediacara y con la inclusión de nuestra tela de carbón activado cumple con las expectativas de absorción y neutralización de gases ya que nos enfocamos en la mina antes mencionada esto se debió a la misma formación geológica del terreno ya que en otros lugares puede cambiar el estado geofísico de un masivo rocoso teniendo que ampliar o quitar las proporciones de la tela de carbón activado para así poder lograr la absorción y neutralización de gases establecidos y/o requeridos para llegar a convertir estos gases tóxicos a gas es inertes y poder respirarlos sin ninguna restricciones siempre y cuando tengamos operativas nuestra protección respiratoria con la tela carbón activado.

61

Mediante los análisis que se hizo en el laboratorio se puede constatar que este filtro de carbón activado se logró la absorción de un gran porcentaje de gases existentes productos de la voladura de rocas que conllevan a un 99.6% de (CO) y 100% de (CO₂) y 100% de (NH₃) es decir qué e l filtro de carbón activado cumple y satisface las expectativas requeridas para tu implementación

en el campo de trabajo de la mina Santa Filomena 100 esto lleva a un nivel de eficiencia de un 99.6 % en la absorción y neutralización de gases.

3.8.- Costos.

Costos comparativos de filtros sin carbón activado vs filtros con carbón activado.

-Costo de filtro con carbón activado

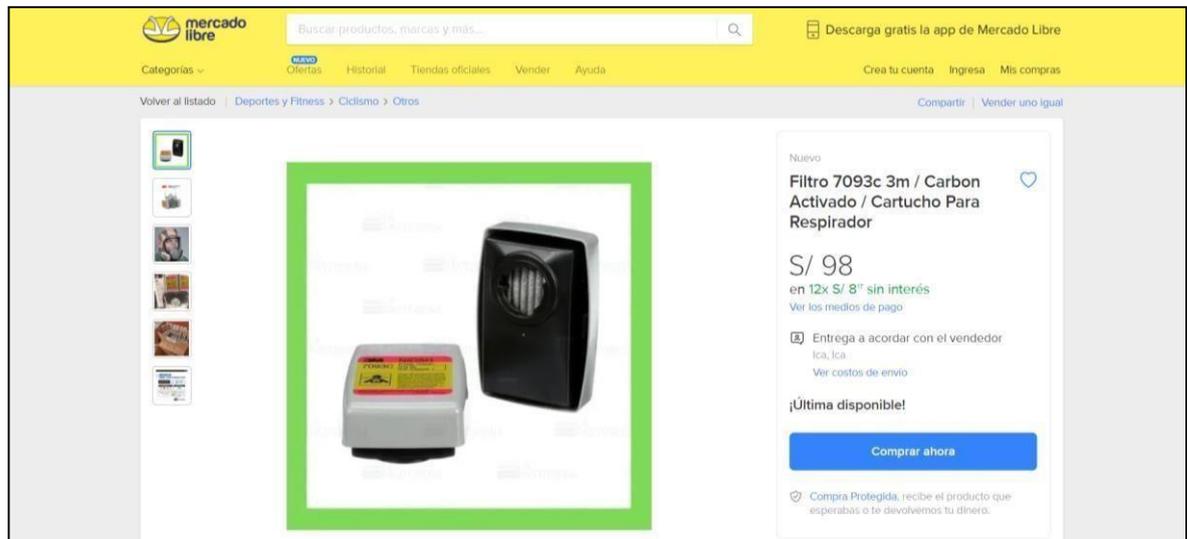


Figura N° 36: Costo de Filtro con carbón activado
Fuente: (mercado libre, 2021)

-Costo de filtro sin carbon activado



Figura N° 37: costo de filtro sin carbón activado

Fuente: (Lumingo, 2021)

-Costos Comparativos en soles en la mina santa filomena(PPP)

Respirador Sin Filtro de carbón activado			
Personas	Unidades	Costo/Uni	Total
300	Uni	s/. 59.9	s/. 17970

Respirador con Filtro de carbón activado			
Personas	Unidades	Costo/Uni	Total
300	Uni	s/ .98	S/.29400

Diferencia de Costos x Trimestre/300 personas	
Respirador con Filtro de carbon activado	s/.29400
Respirador Sin Filtro de carbon activado	s/.17970
Incremento	s/.11430

Diferencia de Costos x Año/300 personas	
Respirador con Filtro con filtro de carbon activado	s/.117600

Respirador Sin Filtro de carbon activado	s/.71880
Incremento	s/.45720

Si bien los costos se incrementan, pero los índices de frecuencia en cuanto al control de intoxicación por gases producto de la voladura se reducirán en forma progresiva, conforme se uniformice obligatoriamente el uso de los filtros con carbón activado en las actividades operativas de la mina, con lo cual se estabilizara considerablemente las intoxicaciones proporcionando así una buena imagen, de la compañía minera hacia sus trabajadores y al entorno social conformado por personal de las comunidades y otros, con lo cual la rotación de personal disminuirá del trabajador capacitado y entrenado, contando la compañía con ellos para sus actividades a futuro, así se tendrá un ahorro en costos para los subsiguientes años.



Fuente: (SNMP, 2017)

Tabla N^a 10. Costos por rotación de Personal



Fuente: (SNMP-2017)

- ✓ En algunos ambientes se presentan disminución de los porcentajes del aire, así como la presencia de gases tóxicos que provienen de la reacción de algunos materiales, dentro de los frentes y espacios confinados, en los cuales se debe garantizar que los

- ✓ porcentajes de oxígeno no disminuyan del 19 %, ya que ocasionaría disminución de las capacidades motrices de la persona e incluso puede ocasionar la muerte. Una vez realizada la voladura se presentan los gases tóxicos, así como disminución de los porcentajes normales de aire, entre los gases más nocivos para la salud humana están: Metano CH₄, dióxido de carbono CO₂, monóxido de carbono (CO), nitrógeno(N)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

RESULTADOS

- Según el monitoreo realizado los gases producto de la voladura son los siguientes:

- Monóxido de Carbono

- Dióxido de Carbono

- Gases Sulfurosos

- Gases Nitrosos

Con los cuales podemos decir que tenemos bien identificado los gases más representativos producto de la voladura, por labores.

- Conforme lo investigado encontramos que existen en el mercado, filtros con carbón activado, pero para usos exclusivos en laboratorios, plantas etc., por lo cual se incide su uso en las actividades mineras subterráneas
- No existe un control médico ocupacional anualmente, en la que se deben de realizar la evaluación médica del sistema respiratorio, para predecir la efectividad de la capacidad de absorción del filtro de carbón activado en las actividades operativas subterráneas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1.-Al tener identificado los gases existentes producto de la voladura en esta unidad minera, podemos concluir que la compañía cuenta con equipos y personal capacitado para el monitoreo de gases producto de la voladura.

2.-Al haber identificado en el mercado la existencia de filtros con carbón activado, cuyo uso es de exclusividad para laboratorios, plantas etc., ya no es de utilidad su diseño y

fabricación, solo es necesario su aplicación, uso y evaluación en las actividades propias de las operaciones mineras.

3.-Al parecer y se percibe que la mayoría de las minas del Perú en cuanto a su personal desconocen los tipos y como se producen los gases producto de la voladura y las consecuencias al exponerse a estas en el corto y largo plazo, como tampoco los síntomas producto de ello.

RECOMENDACIONES

- Realizar la implementación de un sistema automatizado de control diario, de los gases producto de la voladura, para así prevenir cualquier incidente/accidente. Además, se deben realizar mediciones periódicas de gases producto de la voladura y otros, por parte de alguna compañía externa acreditada.
- Mejorar o reacondicionar los procedimientos existentes en las mineras, incorporando el uso obligatorio en la operación y mantenimiento de los filtros de carbón activado, componentes del sistema de adsorción, respetando las indicaciones de los fabricantes.
- Implementar un control del sistema respiratorio del personal, en cuanto a los gases, como parte del examen de salud ocupacional, realizados anualmente, para evaluar la capacidad de protección y absorción del filtro de carbón activado, y así confirmar la efectividad de los filtros en cuanto al control de los gases.
- El área de seguridad minera debe de realizar capacitaciones sobre los gases contaminantes sobre el cómo y cuándo se originan los gases como producto de la voladura y sus consecuencias, y por cual el uso de respiradores con filtros de carbón activado se hace indispensable.

71

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

American Conference Of Governmental Industrial Hygienists. Industrial Ventilation, A Manual Of Recommended Practice, Ohio, 1998.

Ashrae, Ashrae Handbook-Hvac Applications. Ashrae. 2007.

Arbildo Olguin, M. (2014). *Diseño del sistema de neutralización de gases contaminantes para obtener aire a condiciones permisibles en el laboratorio químico de la mina Cuajone-Moquegua*. [Tesis de Licenciatura- Universidad Nacional del Callao] Repositorio de la Universidad Nacional del Callao.

[file:///C:/Users/USER/Downloads/Miguel Tesis t%C3%ADtuloprofesional 2014%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Miguel%20Tesis%20t%C3%ADtuloprofesional%202014%20(1).pdf)

Bernaola A., Castilla, J., Herrera, J. (2013). *Manual de perforación y voladura*. Universidad Politécnica de Madrid.

http://oa.upm.es/21848/1/20131007_PERFORACION_Y_VOLADURA.pdf

Instituto de Seguridad Minera. (2012). Todas las voladuras se realizaron en el nivel 1100 de la mina. Diagrama de Perforación y. Voladura *Seguridad Minera*. (95).

<https://isem.org.pe/portal/files/recurso/revista/95.pdf>

Sánchez, D., Lucio, I., Arquero, A. (2011). Influencia de la perforación en los resultados de una voladura en banco y su impacto en los costes. *Ingepress 1* (21).

<https://www.interempresas.net/Flipbooks/IG/206/pdf/IG206-A4.pdf>

Spellman Y N. Whiting N. (2004), *Environmental Engineer* 031s

Mathematics Handbook. CRC Press, <https://www.routledge.com/Environmental-Engineers-Mathematics-Handbook/Spellman-Whiting/p/book/9780367578237>

Velásquez Iparraguirre (2015). “*Estudio Descriptivo De Optimización De Los Agentes De Voladura Para Controlar Y/O Mitigar Los Gases Tóxicos Generados Al Ser Detonados, Cajamarca – Perú, 2015*” Tesis de Licenciatura- Universidad Privada del Norte] Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7102/Vel%C3%A1squez%20Iparraguirre%20Joe%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

APÉNDICES

Apéndice A. Cronograma de Actividades (Diagrama de Gantt)

PRESUPUESTO, MEDIOS Y MATERIALES

No.	DESCRIPCIÓN	DETALLE	P.UNITARIO	COSTO
1	Pasajes	10	10	100
2	Computadora	1	100	100
3	Utiles de oficina	1	32	32
3	Impresora	1	100	100
4	Tinta	3	60	180
7	USB	1	10	10
8	Materiales	1	1200	1200
10	Internet	4	50	200
11	Asesoría	1	500	500
	TOTAL SOLES			3,422

