

## Resumen Ejecutivo Formación de personal de Salvamento Minero

Los esquemas de formación que se encuentran en este informe buscan describir el detalle de los cursos que debe ofrecer la entidad responsable para garantizar que se logre una capacitación integral a los diferentes miembros que participan en una acción de salvamento minero, al alcanzar el nivel de competencia esperado en los estándares del perfil ocupacional correspondiente. Para ello se ha preparado un Programa de Capacitación que describe la lección, el tiempo de duración, el tipo de interacción y los temas que se deben tratar. Adicionalmente se han desarrollado los diferentes días para cada tipo de miembro del equipo.

Es importante aclarar que cada cargo tiene objetivos y responsabilidades diferentes y consecuentemente el tipo de formación varía. Como resultado de dichas diferencias los planes de trabajo y los días de formación pueden variar entre los miembros del equipo. Los socorredores mineros por ejemplo deben buscar lograr alcanzar la competencia en estándares prácticos que buscan permitirles tomar acciones en situaciones extremas con el objetivo de salvar vidas humanas sin poner otras en riesgo; por ello su entrenamiento está relacionado con el uso, la operación, la respuesta y la atención. Por otro lado los auxiliares de socorredores mineros no buscan ser parte activa de un ingreso a mina sino apoyar las labores previas a la acción de salvamento, preparar todos los elementos y condiciones en superficie para el ingreso, permanencia y salida de los socorredores y los rescatados; por ello su capacitación es más teórica y de cumplimiento de prácticas donde se les demuestra el uso de algunos equipos. Por su lado los técnicos asistenciales o mecánicos de equipos tienen un papel preventivo al ser los responsables de los equipos que mantendrán con vida a los socorredores y a las posibles víctimas, pero todo enmarcado bajo el mismo principio de salvar y preservar vidas; por ello su formación y búsqueda de alcanzar competencias es diferente a los otros miembros activos del equipo.

Vale la pena recalcar que el cumplimiento de competencias es individual (no grupal), así las cosas

la capacitación propuesta es tan solo una introducción para los candidatos a los temas de importancia y la oportunidad para los instructores de definir un plan individual para cada candidato.



Esquema de Elaboración propia

## Introducción Formación del personal de Salvamento Minero

La capacitación se define como el camino que debe seguir el aprendiz para implementar sus conocimientos con el objetivo de cumplir con los estándares y competencias que lo habilitarán para actuar y liderar una acción de Salvamento Minero en minas subterráneas. La verificación del conocimiento, las habilidades y el desempeño son las que otorgan las competencias que se obtienen con base en hechos medibles y comprobables. Los cursos de capacitación contenidos en este informe son los requeridos para que la ANM forme integralmente a sus instructores profesionales, socorredores, técnicos (mecánicos) y auxiliares. Las sesiones prácticas contienen escenarios propuestos para los diferentes días de entrenamiento pero la ANM debe realizar un análisis de riesgo y determinar si se deben

o no aplicar esos escenarios de entrenamiento. Adicionalmente es importante mantener una actualización constante a medida que se introduce una nueva técnica, investigación, equipo o proceso al sistema. A continuación se describen el proceso de selección, los programas de enseñanza y la evaluación correspondiente.

**Nota:** La oportunidad de tener reunidos a los aprendices es limitada y por ello siempre se realiza la formación asumiendo los peores escenarios de riesgo y se enfatiza el uso de los equipos de respiración.

### **Educación y capacitación para el personal responsable de administrar y operar el Sistema de Salvamento Minero Colombiano**

La capacitación propuesta es la siguiente:

- Bases para Instructores Profesionales
- Bases para Ingenieros de Salvamento Minero
- Programas de enseñanza curso de capacitación equipo mecánico (técnico)
- Programas de enseñanza en curso de capacitación de socorredores
- Programas de enseñanza curso de actualización socorredores
- Programas de enseñanza curso de capacitación de asistente (o auxiliar) de socorredor

La capacitación ofrecida formará parte de un sistema de gestión de competencia donde:

La competencia se logra con una combinación de:

- Habilidades
- Experiencia
- Conocimiento
- Actitud

**NOTA: Estos Planes de enseñanza (Socorredor, Auxiliar de Salvamento, Técnico de Salvamento) se encuentran diseñados para ser la capacitación inicial para las funciones identificadas. Estos son el inicio del proceso**

**hacia el cumplimiento de los estándares de competencia (vea Sección de Estándares de Competencia). Luego de completar estos programas de capacitación, los candidatos deben mantener un portafolio de competencias de evidencia de su desarrollo continuo hacia y de la competencia. Los candidatos deben poder realizar sus funciones como un miembro de un equipo de salvamento minero mientras son evaluados frente a los estándares por un supervisor o ingeniero que sea competente en el asunto que se evalúa y es competente para evaluar frente al estándar requerido. Los candidatos no deben estar obligados a asumir responsabilidad o a tomar decisiones sobre asuntos sobre los cuales aún no son plenamente competentes.**

### **Evaluación**

La evaluación durante la capacitación inicial se llevará a cabo diariamente, usualmente al finalizar el día de capacitación se debe realizar una sesión de comentarios grupales y también individuales. Al inicio de la siguiente sesión se realiza una breve sesión de evaluación de lo visto el día anterior (oral).

La competencia continua debe ser evaluada durante la simulación (capacitación) o un incidente/emergencia.

La evaluación de la competencia será realizada por un evaluador competente que sea competente ocupacionalmente en la función que se evalúa.

La evaluación se hará preguntando requisitos técnicos y teóricos (conocimiento) (escritos y/u orales). Las preguntas se deben basar en los requisitos estándar adecuados. Esto permitirá identificar brechas y requisitos de capacitación (de haberlos) enfocados en esas brechas.

El desempeño y elementos prácticos se evaluarán por medio de la observación por un evaluador competente que sea competente ocupacionalmente en la función que se evalúa. La evidencia de competencia se registrará frente al estándar adecuado. Esto permitirá identificar brechas y requisitos de capacitación (de haberlos) enfocados en esas brechas. La evaluación no busca descalificar a

los aprendices de ninguna manera sino por el contrario identificar oportunidades de mejora para continuar siendo competentes o lograr la competencia que se requiere.

## **Instructores Profesionales de Salvamento Minero**

### **Formación de Instructores Profesionales**

Como se propuso en la sección de Estándares de Competencia del presente reporte, existen dos rutas para desarrollar Instructores Profesionales en Salvamento Minero:

- Contratación de Expertos internacionales con amplio manejo del sistema de Estándares de Competencia y certificados para ser entrenadores en su área específica ( Dicha certificación debe ser por una entidad certificadora en Competencias minerales)
- Desarrollo interno de profesionales líderes en su área y designados como entrenadores (Idealmente ellos también tiene certificación internacional en su área de experticia o pueden recibirla certificación de competencia durante la implementación del sistema)

Para el segundo caso se presenta el siguiente programa de capacitación. Es importante recalcar que al igual que los Mecánicos de Equipos la capacitación es solo una guía y se debe realizar de manera individual al desarrollar las competencias progresivamente. Igualmente con cumplir en entrenamiento no se logra la competencia sino que es un proceso de desempeño y práctica.

## **Introducción**

Los Ingenieros y Mecánicos de Equipos de la ANM que capacitan a otros en las diferentes competencias del Salvamento Minero deben tener las habilidades, la experiencia, actitud y los comportamientos (Competencia) para asegurar que la capacitación que están ofreciendo sea efectiva. Ellos deben convertirse en “instructores profesionales”. Un instructor profesional puede enseñar en cualquier tema en el que sea competente. Deben haber estudiado la teoría de los “Lineamientos para ejecutar operaciones de Salvamento Minero en Minas Subterráneas” que hacen parte de este informe.

## **Objetivos**

### **Instructores**

El objetivo del curso de instructor profesional para los Ingenieros y Mecánicos es darles un entendimiento de cómo aprenden las personas y de cómo cumplir con el requisito del aprendiz individual. A los instructores se les enseñará a seleccionar el método más apropiado para asegurar que la capacitación que ellos les brindan a los aprendices los compromete y los motiva.

- El instructor profesional debe estar en la capacidad de revisar su rendimiento como un instructor.
- El instructor profesional debe desarrollar continuamente mejoras en su desempeño de enseñanza.

### **Aprendices**

El objetivo para los aprendices es tener suficiente conocimiento para entender los requisitos de su función laboral. Así mismo, ellos estarán en la capacidad de actuar en situaciones prácticas como miembros efectivos de una cuadrilla al final de la capacitación.

Los aprendices estarán seguros y serán productivos en su función laboral.

## **Teoría**

Un instructor profesional sabrá que las personas aprenden de formas diferentes. Ellos también entenderán cómo sus propias competencias (Ingeniero y Mecánico) son importantes para el aprendiz y su recorrido hacia la competencia. Al final de la capacitación, el instructor profesional estará en la capacidad de crear objetivos y metas para la capacitación así como de crear un plan de lección efectivo.

## **Duración**

El curso de instructor profesional se basa en tres días de horas de aprendizaje guiado. Sin embargo, el curso se basa en competencias lo cual puede significar que se podría requerir ampliarlo o reducirlo



dependiendo de los requisitos de las personas. Al final del curso, el instructor profesional comprenderá el conocimiento requerido para ser un instructor y presentará evidencia de esa competencia dando una sesión (corta) de capacitación.

### **Responsabilidad**

Al final de una sesión de entrenamiento el instructor profesional deberá confiar que el aprendiz tiene suficiente conocimiento y puede llevar a cabo su papel como parte de un equipo. El instructor profesional se asegurará por medio de preguntas y observación que el aprendiz ha logrado el cumplimiento de este requisito.

El aprendiz entenderá que tendrá el conocimiento y los requisitos de desempeño para asumir el rol de trabajo y que deberá ganar experiencia en el rol de trabajo, tener la actitud y comportamientos correctos para, eventualmente, ser evaluado y considerado completamente competente en el rol de trabajo.

**Nota:** Un instructor profesional deberá ser completamente competente en el tema en cuestión (cualquiera que sea) que deba enseñarle a otros.

A continuación se presenta el Programa de Enseñanza para los Instructores de Salvamento Minero donde se incluyen las lecciones, la duración, tipo de enseñanza (Teórica, Práctica o Discusión). Las sesiones de retroalimentación psicológica se estiman de 20 a 30 minutos al finalizar el día.

## Programa de Capacitación para Instructores Profesionales

Día 1

Lección	Tiempo	Teoría / Práctica / Discusión (T P D)	Tema
1	20 mins	T	Introducciones, administración, Sistema Nacional de Salvamento Minero Colombiano, registro, idoneidad de los candidatos, contenido del curso y evaluación.
2	140 mins	T / D	<p><b>Comprender los enfoques de enseñanza y aprendizaje incluyente en la educación y capacitación</b></p> <p>1.1 Describir las características de la enseñanza y aprendizaje incluyentes.</p> <p>1.2 Comparar las fortalezas y limitaciones de los enfoques de enseñanza y aprendizaje utilizados en la especialización del tema propio con relación al cumplimiento de las necesidades individuales del aprendiz.</p> <p>1.3 Explicar la importancia de dar oportunidades a los aprendices para que desarrollen sus habilidades en su idioma nativo pero también en otros idiomas, matemáticas y en otras habilidades más extensas.</p>
3	180 mins	T / P / D	<p><b>Entender maneras de crear un entorno de enseñanza y aprendizaje incluyente</b></p> <p>2.1 Explicar por qué es importante crear un entorno de enseñanza y aprendizaje incluyente.</p> <p>2.2 Explicar por qué es importante seleccionar los enfoques de enseñanza y aprendizaje, recursos y métodos de evaluación con respecto a la satisfacción de las necesidades individuales del aprendiz.</p> <p>2.3 Explicar maneras de comprometer y motivar a los aprendices.</p> <p>2.4 Resumir maneras de establecer normas básicas con los aprendices.</p>
4	140 mins	T / P / D	<p><b>Ser capaz de planear una enseñanza y un aprendizaje incluyentes</b></p> <p>3.1 Diseñar un plan de enseñanza y aprendizaje incluyente.</p> <p>3.2 Justificar la selección propia de los enfoques de enseñanza y aprendizaje, recursos y métodos de evaluación con respecto a la satisfacción de las necesidades individuales del aprendiz.</p>

**Día 2**

Lección	Tiempo	Teoría / Práctica / Discusión (T P D)	Tema
1	240 mins	T	<p><b>Ser capaz de brindar una enseñanza y un aprendizaje incluyentes,</b></p> <p>4.1 Utilizar enfoques de enseñanza y aprendizaje, recursos y métodos de evaluación con respecto a la satisfacción de las necesidades individuales del aprendiz.</p> <p>4.2 Comunicarse con los aprendices para satisfacer sus necesidades individuales.</p> <p>4.3 Proporcionar retroalimentación a los aprendices para satisfacer sus necesidades individuales.</p>
2	240 mins	T / D	<p><b>Ser capaz de evaluar la prestación de una enseñanza y un aprendizaje incluyentes</b></p> <p>5.1 Revisar la efectividad de la prestación propia de una enseñanza y un aprendizaje incluyentes.</p> <p>5.2 Identificar áreas para la mejora en la prestación propia de una enseñanza y un aprendizaje incluyentes.</p>

**Día 3**

Lección	Tiempo	Teoría / Práctica / Discusión (T P D)	Tema
1	45 mins	T / D	<p><b>Ser capaz de evaluar la prestación de una enseñanza y un aprendizaje incluyentes</b></p> <p>5.1 Revisar la efectividad de la prestación propia de una enseñanza y un aprendizaje incluyentes.</p> <p>5.2 Identificar áreas para la mejora en la prestación propia de <b>una enseñanza y un aprendizaje incluyentes.</b></p>
2	335 mins	T / P / D	Evaluaciones escritas y prácticas (Cada aprendiz ofrecerá una sesión de micro enseñanza)
3	120 min	T/P	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”) la importación de la Psicología en emergencias mineras</b> (Teoría del Capítulo 5 de Lineamientos)
4	20 mins	T / P / D	<p>Evaluación de final del curso</p> <p><b>Nota al Instructor:</b> La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo: <b>Observe</b> y registre el rendimiento Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar) Revise los resultados de observación con el equipo Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad. <b>Revise</b> los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo. Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor. <b>Recomiende</b> una capacitación futura Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el</p>



			<p>aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.</p> <p>Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte).</p>
--	--	--	--

## Ingenieros de Salvamento Minero y Mecánicos de Equipos

Ambos perfiles deben buscar ser Instructores Profesionales de Salvamento Minero si desean dar capacitación a terceros.

### **Proceso de selección**

Es importante recalcar que bajo el Sistema de Estándares de Competencia las profesiones de los individuos no son un prerrequisito para poder desempeñar el cargo, por el contrario son sus capacidades y la posibilidad de comprobar y mantenerse dentro de los requerimientos de los estándares lo que los habilita para convertirse en parte activa del sistema.

### Ingenieros de Salvamento Minero

Los Ingenieros de Salvamento Minero deben cumplir con los estándares de competencia requeridos o ser capaces de lograr los estándares de competencia requeridos con el tiempo. (Vea el modelo de Estándares de gestión de competencias). Deben haber estudiado la teoría de los “Lineamientos para ejecutar operaciones de Salvamento Minero en Minas Subterráneas” que hacen parte de este informe.

### Técnicos de Salvamento (Mecánicos de Equipos)

Idealmente los técnicos de salvamento deben tener experiencia técnica minera (mecánica o eléctrica). Deben haber estudiado la teoría de los “Lineamientos para ejecutar operaciones de Salvamento Minero en Minas Subterráneas” que hacen parte de este informe. Deben ser competentes en la revisión y mantenimiento del equipo de minería utilizado para controlar la ventilación (ventiladores) y bombas de agua. Deben recibir capacitación para lograr las competencias para mantener, revisar y probar equipo de salvamento minero específico tal como aparatos respiratorios, equipo de resucitación, analgésico, monitores ambientales y otro equipo.

### **Formación de Técnicos de Salvamento (Mecánicos de Equipos)**

Los mecánicos de equipos tienen una labor vital en el funcionamiento apropiado de un sistema de estándares de competencias para el Salvamento Minero. Son ellos los encargados de viabilizar la operación al tener que garantizar que la totalidad de

los equipos se encuentren en perfecto funcionamiento. Esto es de especial importancia en el Salvamento Minero donde sin los equipos es prácticamente imposible que se cumpla con las funciones de rescate. El curso de mecánicos difiere parcialmente de las demás capacitaciones sugeridas en este documento al ser necesario que se establezca un sistema de Técnico Competente y Técnico Practicante (Mentor y Practicante) para viabilizar el funcionamiento. Si bien se mantiene la necesidad de adquirir competencias a través del conocimiento y del desempeño, es necesario adquirir los conocimientos iniciales de los proveedores de equipos o de un experto competente y certificado internacionalmente.

### **Definiciones**

**Técnico competente** – una persona que tiene competencia en el servicio, el mantenimiento y la solución de problemas de equipos de salvamento minero trazables al fabricante o proveedor. El técnico competente también será responsable del nombramiento de personas competentes, incluyendo cualquier calificación requerida.

**Técnico practicante** - un individuo que está adquiriendo competencia en el servicio, mantenimiento y solución de problemas de equipos de salvamento minero, trazables al fabricante o proveedor.

### **Teoría general**

Idealmente la ANM debe emplear a técnicos que tengan una formación técnica minera (eléctrico o mecánico). El trabajo del técnico es controlar todo el equipo usado para propósitos de salvamento minero (ver matriz de equipos mínimos requeridos en el Capítulo 4).

**El curso de formación inicial es una introducción a los equipos de salvamento minero y no debe reemplazar la información técnica suministrada por el fabricante y proveedor.**

Nota: los técnicos de salvamento minero pueden, si es conveniente, realizar la capacitación inicial de salvamento minero, que tiene una duración de dos semanas.

Después del curso de formación inicial, al técnico practicante se le asignará un mentor competente del equipo de salvamento minero. El técnico actuará como sombra (trabaja con) y recibirá apoyo por



parte del mentor competente del equipo de salvamento minero. El mentor mantendrá un registro de la competencia del técnico practicante. Este registro de competencia indicará los equipos en los cuales el técnico aprendiz tiene competencias en cuanto a su control, reparación y mantenimiento. Este registro se indicará de la siguiente forma:- (Ver anexo 1 Informe de Capacitación)

- Descripción del equipo (plantilla)
- **Rojo**- no competente
- **Ámbar** – se requiere entrenamiento
- **Verde** – competente

Una vez que se considera competente en el equipo, el técnico mantendrá un registro de todos los equipos controlados, atendidos y mantenidos por ellos. El técnico no tendrá responsabilidad equipos de salvamento minero en los cuales no se consideran competentes.

El técnico proporcionará mantenimiento y servicio dentro de su responsabilidad. Esto incluirá, según proceda:

a) la disponibilidad de información documentada que define:

- 1) las características de los equipos a los cuales se les deba hacer mantenimiento y servicio
- 2) los resultados que deben alcanzarse;

b) la disponibilidad y el uso de los recursos adecuados de seguimiento y medición;

c) la implementación de actividades de seguimiento y medición en las etapas apropiadas para verificar que se cumple con criterios para el control de procesos o productos y criterios de aceptación para el equipo;

d) el uso de una infraestructura y un medio ambiente adecuados para la operación de los procesos;

e) la validación y revalidación periódica de la capacidad para alcanzar los resultados planificados en cuanto al servicio y mantenimiento de los equipos;

f) la implementación de acciones para prevenir el error humano;

g) la realización de actividades de liberación (visto bueno), entrega y post entrega de equipos

### Funciones de los técnicos

El técnico, en cuanto sea considerado competente en el equipo, continuará manteniendo, proporcionando servicio y solucionando problemas (cuando proceda) y de esa forma mantendrá su competencia. Se encargará del control de los equipos de salvamento minero (ver matriz de equipos mínimos requeridos en el Capítulo 4) y se asegurará de que los equipos se

mantengan en un estado apto para su uso. Asegurará que todos los equipos bajo su responsabilidad, tengan un plan de vida adjunto de forma permanente al equipo.

### Responsabilidades del técnico

Las responsabilidades del técnico, cuando es competente, corresponden a controlar equipos para asegurar que se mantengan en un estado apto para su uso en el salvamento minero. Cuando aplique (competente), el técnico proporcionará servicio y mantenimiento del equipo y solucionará los problemas relacionados con este. Serán responsables de asegurar, en caso necesario, que se devuelva el equipo al fabricante o proveedor para el mantenimiento según sea necesario por ANM, el fabricante o proveedor.

Las responsabilidades del técnico incluirán el método de:-

**PLANEAR → HACER → VERIFICAR → REVISAR**  
para el mantenimiento de todos los equipos.

**Planear:** establecer los objetivos del sistema y sus procesos y los recursos necesarios para entregar resultados de acuerdo con los requisitos de clientes y las políticas de la organización e identificar y abordar los riesgos y oportunidades;

**Hacer:** implementar lo planificado;

**Verificar:** monitorear y (si procede) medir los procesos y los productos y servicios contra las políticas, objetivos, requisitos y las actividades planeadas y reportar los resultados;

**Revisar:** tomar acciones para mejorar el rendimiento, según sea necesario. (Ver Anexo 2 Competencias del Mecánico)

También serán competentes en las siguientes normas de salvamento de las minas colombianas:-

- Adquirir, almacenar y emitir recursos para la prestación de servicios
- Proporcionar servicio y dar mantenimiento a equipos y aparatos de respiración

Al determinar los requisitos para el equipo, el técnico deberá asegurar que:

a) se definen los requisitos para cada equipo (plan de vida), incluyendo:

- 1) cualquier requisito legal y reglamentario aplicable;
  - 2) lo que la ANM considere necesario;
- b) el equipo puede cumplir los requisitos para los cuales fueron adquiridos por ANM.

El técnico será responsable de mantener los registros de equipos que evidencian que son aptos para propósitos de salvamento minero.

El técnico también será responsable de capacitar y de considerar competente a todo el personal que utilizará cualquier/todo el equipo en el cual son competentes y por el cual son responsables para el salvamento minero.

El técnico será responsable de informar a la ANM cualquier equipo al cual se le ha proporcionado servicio o mantenimiento según lo requerido por el fabricante o proveedor y que no satisface las necesidades de salvamento minero.

### Mantenimiento

El técnico se encargará de proporcionar servicio, mantenimiento y solución de problemas para el equipo que es de su competencia y que está contenido en el manual de servicio actual y actualizado suministrado por el fabricante o proveedor. También asegurará que el equipo cumpla con requisitos legales y reglamentarios. Para lograr esto, se lleva a cabo lo siguiente: -

- a) **Predictiva** – esto viene de la experiencia del técnico en las actividades de mantenimiento y servicio del equipo. En realidad, si el técnico sigue el plan de vida (ver anexo 3 Plan de Vida de un autorescatador) que se basa en el mantenimiento planificado como se indica en la fábrica o manual del proveedor, el equipo debe funcionar como se tiene previsto. Es muy importante que estos manuales estén actualizados y trazables al fabricante. **Deben seguirse las instrucciones** contenidas en estos manuales.
- b) **Uso y funcionamiento**- La información necesaria para utilizar y operar el equipo es suministrada por el fabricante o proveedor. El técnico debe ser competente en el uso y funcionamiento de los equipos. Deben ser conscientes del impacto que tienen los equipos que no tienen servicio y no son mantenidos aptos para el servicio tal como estipula la ANM y el fabricante o proveedor.

- c) **Preventivo** – Este es el mantenimiento planificado, suministrado por el fabricante o proveedor. El técnico debe seguir el esquema de mantenimiento planificado requerido por el fabricante o proveedor. Deben ser competentes en todos los aspectos del equipo y deben asumir la responsabilidad del equipo, certificando la idoneidad de los equipos cada vez que se les realiza una inspección o prueba.
- d) **Calibración** – se trata de los parámetros (medidas) que el fabricante ha declarado que el equipo debe cumplir para considerarse apto para el propósito. El técnico es responsable de la calibración y prueba de los equipos según lo requerido por el fabricante o proveedor. Esto será descrito en detalle en el manual suministrado por el fabricante o proveedor.
- e) **Reparación**- El fabricante puede limitar el trabajo que puede desarrollar el técnico en el equipo. (por ejemplo, al técnico no se le permite ninguna reparación al regulador del BG4). El técnico sólo puede llevar a cabo las reparaciones que se considere como competente para llevar a cabo y que el fabricante le permita realizar y en ese caso, siguiendo los requisitos descritos en el manual del fabricante.
- f) **Inspeccionar y revisar**- el técnico realiza la inspección y revisión del equipo para que sea apto para el propósito, según lo requerido en el plan de vida. Si cualquier equipo no es apto para el propósito, el plan de vida requiere revisión. Esto puede requerir la consulta y discusión con el fabricante. El técnico asume la responsabilidad de todos los equipos de su competencia. Él deberá firmar por todos los equipos bajo su responsabilidad.

Nota: **El curso de formación inicial es una introducción a los equipos de salvamento minero y no debe reemplazar la información técnica suministrada por el fabricante y proveedor.**

### Plan de vida de los equipos

El plan de vida del equipo incluirá la siguiente información como mínimo: - (ver anexo 3, Plan de Vida de un autorescatador)

- Fecha en la cual el equipo fue suministrado y aceptado por la ANM
- Ubicación manual, trazabilidad, fecha y número de parte
- Períodos de examen visual
- Requisitos posteriores al uso
- Requerimientos de servicio
- Las fechas de mantenimiento planificado y descripciones
- Fecha después de que el equipo no es apto para el propósito (no debe ser usado más allá de esta fecha)
- Vida útil recomendada de los equipos

Nota: el plan de vida se adjuntará al equipo y estará protegido de tal manera que permanezca sujeto al equipo a lo largo de su vida.

A continuación se presenta el Programa de Enseñanza para los Técnicos de equipos de Salvamento Minero (Mecánicos de Equipos) donde se incluyen las lecciones, la duración, tipo de enseñanza (Teórica, Práctica o Discusión). Las sesiones de retroalimentación psicológica se estiman de 20 a 30 minutos al finalizar el día.

**Programas que Enseñan de Mecánicos de Equipos (Técnico de Equipos de Salvamento Minero)**

**Nota:** el objetivo de esta capacitación es hacer el técnico practicante sea consciente de la importancia de los equipos para los trabajadores de salvamento y que sepa qué se requiere para proporcionar el servicio y el mantenimiento del equipo de salvamento de minas. Se tornarán competentes durante un período de tiempo, cuando así lo considere el técnico competente (mentor).

**Horario - Día 1**

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	20 mins	T	Introducciones, administración, registro, idoneidad de los candidatos, contenido del curso, evaluación (Estructura del Servicio de Salvamento Minero).	
2	200 mins	T / D	<p><b>Entender las políticas, procedimientos y prácticas organizacionales relacionadas con las actividades de salvamento minero</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las salvaguardas operacionales que se deberán poner en marcha al realizar actividades de salvamento minero</li> <li>2. Los peligros y riesgos asociados con actividades de salvamento minero, cómo lo afectan a usted, a otros y al ambiente laboral y cómo se controlan                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Peligros/efectos mineros principales</li> <li>b) Medidas de control</li> </ol> </li> <li>3. Los límites de su propio rol y las responsabilidades                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Diariamente/cuando surjan</li> <li>b) Qué hacer en caso que ocurra una emergencia Protocolos y Activación de la Cadena de llamado</li> <li>c) Trabajar como un miembro de la cuadrilla</li> </ol> </li> </ol>	18, 19, 20, 21, 22, 23
3	200 mins	T / P / D	<p>Introducción a un sistema de tutoría para llevar a candidatos a un nivel de competencia donde puede tomar control y asumir responsabilidad para equipos de salvamento minero. Esto incluye el principio de PLANEAR → HACER → VERIFICAR → REVISAR</p> <p>Así como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Funciones de los técnicos</b></li> <li>• <b>Responsabilidades del técnico</b></li> <li>• <b>Mantenimiento y servicio (incluye mantenimiento planificado)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Cronograma de Mantenimientos</b></li> <li>○ <b>Comprobaciones</b></li> <li>○ <b>Inspecciones</b></li> </ul> </li> </ul>	7, 8, 19



			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seguimiento de Manuales de fabricantes (Prioridad)</li> <li>• Plan de vida de los equipos</li> </ul>	
4	30 min	T	<p><b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”) sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</b></p> <p><b>Fin del día 1</b></p>	

**Horario - Día 2**

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estandar Asociado
1	420 mins	T / P / D	<p><b>Equipo de protección respiratoria</b></p> <p>1.EPR para actividades de salvamento minero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tipos de equipos de respiración autónomos</li> <li>b) Componentes principales</li> <li>c) Principio de operación</li> <li>d) Ventajas y limitaciones</li> <li>e) Guías para el uso seguro de equipos de respiración autónomos</li> <li>f) Capacitación en equipos de respiración</li> </ul> <p>2. Las instrucciones operacionales para inspección, revisiones previas a la operación, colocación, inicio y remoción después de su uso</p>	7, 8, 19
2	30 min	T	<p><b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</p>	
			<b>Fin del día 2</b>	

**Horario - Día 3**

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estandar Asociado
1	420 mins	T / P / D	Desarmado, desinfección, reconstrucción, prueba, encontrar fallas y realizar mantenimiento planificado al aparato respiratorio BG4:	7, 8, 19
2	30 min	T	Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”) sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.	
			<b>Fin del día 3</b>	

**Horario - Día 4**

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	420 mins	T / P / D	<p><b>Equipo de resucitación</b>                      Equipo de resucitación para actividades de salvamento minero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tipos de equipos</li> <li>b) Principales componentes</li> <li>c) Principio de funcionamiento</li> <li>d) Ventajas y limitaciones</li> <li>e) Directrices para el uso seguro</li> <li>f) Formación</li> </ul> <p>Las instrucciones operativas para inspección, verificación previa al uso y uso                      Armar, desinfectar, reconstruir, probar, proporcionar servicio, encontrar fallas y llevar a cabo el mantenimiento planificado (bajo supervisión)</p>	7, 8, 19
2	30 min	T	<p><b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</p>	
			<b>Fin del día 4</b>	

**Horario - Día 5**

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	420 mins	T / P / D	<p><b>Aparato de respiración de escape (ver matriz de Equipos Capítulo 4)</b>                      Aparato de respiración de escape para actividades de salvamento minero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) tipos de equipos</li> <li>b) principales componentes</li> <li>c) principio de funcionamiento</li> <li>d) ventajas y limitaciones</li> <li>e) directrices para el uso seguro</li> <li>f) formación</li> </ul> <p>Las instrucciones operativas para inspección, verificación antes de la operación y el uso                      Reconstruir, probar, proporcionar servicio, encontrar fallas y llevar a cabo el mantenimiento planificado (bajo supervisión)</p>	7, 8, 19
2	30 min	T	<p><b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</p>	
			<b>Fin del día 5</b>	

**Horarios - día 6**

Lección	Tiempo	Teoría / práctica / Discusión (T P D)	Tema
1	420 minutos		<p><b>Monitores ambientales (ver matriz de Equipos Capítulo 4)</b>                      Monitores ambientales para actividades de salvamento minero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) tipos de monitores</li> <li>b) principales componentes</li> <li>c) principio de funcionamiento</li> <li>d) ventajas y limitaciones</li> <li>e) directrices para el uso seguro</li> <li>f) formación</li> </ul> <p>Las instrucciones operativas para inspección, verificación antes de la operación y el uso                      Reconstruir, probar, proporcionar servicio, encontrar fallas y llevar a cabo el mantenimiento planificado (bajo supervisión)</p>
2	30 min		<p><b>Final del día 6. Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</p>

**Horarios - día 7**

Lección	Tiempo	Teoría / práctica / Discusión (T P D)	Tema
1	420 minutos	T / P / D	<p><b>Equipos para prevenir la caída de altura o de diferente nivel o para trabajo de Salvamento Minero en alturas (ver matriz de equipos Capítulo 4)</b></p> <p>Equipos para caída de altura para actividades de salvamento minero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) tipos de equipos</li> <li>b) principales componentes</li> <li>c) principio de funcionamiento</li> <li>d) ventajas y limitaciones</li> <li>e) directrices para el uso seguro</li> <li>f) formación</li> </ul> <p>Las instrucciones operativas para inspección, verificación antes de la operación y el uso</p> <p>Reconstruir, probar, proporcionar servicio, encontrar fallas y llevar a cabo el mantenimiento planificado (bajo supervisión)</p>
2	30 min	T	<p><b>Final del día 7. Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</p>

**Horarios - día 8**

Lección	Tiempo	Teoría / práctica / Discusión (T P D)	Tema
1	420 minutos	T/P/D	<p><b>Equipos de Comunicación usados en Acciones de Salvamento Minero (ver matriz de Equipos Capítulo 4)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) tipos de equipos</li> <li>b) principales componentes</li> <li>c) principio de funcionamiento</li> <li>d) ventajas y limitaciones</li> <li>e) directrices para el uso seguro</li> <li>f) formación</li> </ul> <p>Las instrucciones operativas para inspección, verificación antes de la operación y el uso Reconstruir, probar, proporcionar servicio, encontrar fallas y llevar a cabo el mantenimiento planificado (bajo supervisión)</p>
2	30 min	T	<p><b>Final del día 8. Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</p>

**Horarios - día 9**

Lección	Tiempo	Teoría / práctica / Discusión (T P D)	Tema
1	420 minutos	T/P/D	<p><b>Equipo de corte, extensión (mandíbulas de vida) y elevación de bolsas (ver matriz de equipos Capítulo 4)</b>                      Equipo de corte, extensión y elevación para actividades de salvamento minero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) tipos de equipos</li> <li>b) principales componentes</li> <li>c) principio de funcionamiento</li> <li>d) ventajas y limitaciones</li> <li>e) directrices para el uso seguro</li> <li>f) formación</li> </ul> <p>Las instrucciones operativas para inspección, verificación antes de la operación y el uso                      Reconstruir, probar, proporcionar servicio, encontrar fallas y llevar a cabo el mantenimiento planificado (bajo supervisión)</p>
2	30 min		<p><b>Final del día 9. Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</p>

**Horarios - día 10**

Lección	Tiempo	Teoría / práctica / Discusión (T P D)	Tema
1	420 minutos	T/P/D	<p><b>Equipos de Sostenimiento para manejo de derrumbes (ver matriz de Equipos Capítulo 4)</b></p> <p>Equipos de derrumbes para actividades de salvamento minero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) tipos de equipos</li> <li>b) principales componentes</li> <li>c) principio de funcionamiento</li> <li>d) ventajas y limitaciones</li> <li>e) directrices para el uso seguro</li> <li>f) formación</li> </ul> <p>Las instrucciones operativas para inspección, verificación antes de la operación y el uso</p> <p>Reconstruir, probar, proporcionar servicio, encontrar fallas y llevar a cabo el mantenimiento planificado (bajo supervisión)</p>
2	30 min	T	<p><b>Final del día 10. Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</p>

**Horarios - día 11**

Lección	Tiempo	Teoría / práctica / Discusión (T P D)	Asunto
1	270 minutos	T/D/P	<p><b>Equipos Complementarios:</b></p> <p><b>Ventiladores y ductos, Bombas de evacuación de fluidos o líquidos, Planta eléctrica de generación de energía y Refuerzos (bomba de oxígeno) (consulte la matriz de equipos Capítulo 4)</b></p> <p>Ventiladores y ductos, Bombas de evacuación de fluidos o líquidos, Planta eléctrica de generación de energía y Refuerzos (bomba de oxígeno) para actividades de salvamento minero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) tipos de equipos</li> <li>b) principales componentes</li> <li>c) principio de funcionamiento</li> <li>d) ventajas y limitaciones</li> <li>e) directrices para el uso seguro</li> <li>f) formación</li> </ul> <p>Las instrucciones operativas para inspección, verificación antes de la operación y el uso</p>
2	30 min	T	<p><b>Final del día 11. Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”) sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de los enviar una cuadrilla a una acción de salvamento con equipo defectuoso.</b></p>
3	120 min	T/P	<p><b>Evaluación</b> por candidato y preparación de plan de capacitación continua para garantizar el cumplimiento de los estándares de competencia.</p> <p><b>Nota al Instructor:</b></p> <p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:</p> <p><b>Observe</b> y registre el rendimiento</p> <p>Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)</p> <p>Revise los resultados de observación con el equipo</p> <p>Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.</p> <p><b>Revise</b> los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo. Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.</p> <p><b>Recomiende</b> una capacitación futura</p>

			<p>Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.</p> <p>Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte).</p>
--	--	--	---

## Socorredores

Los socorredores deben ser mineros competentes (capacitados y con experiencia). Deben haber estudiado la teoría de los “Lineamientos para ejecutar operaciones de Salvamento Minero en Minas Subterráneas” que hacen parte de este informe. Deben ser respetados en sus funciones. Los socorredores deben venir de varias competencias mineras, por ejemplo producción, desarrollo, transporte, servicios, administración, supervisión, técnico, etc. Deben tener la capacidad de trabajar bien en equipo y como prerrequisito para comenzar el curso de socorredores los candidatos deben ser certificados como médicamente aptos.

- No tener ninguna enfermedad respiratoria
- No tener ninguna enfermedad cardiovascular
- No tener ninguna enfermedad de intestino irritable o inflamatorio o ulcera péptica
- No tener epilepsia u otra condición que pueda resultar en inconsciencia
- No tener pérdida de la audición
- No tener diabetes
- No sufrir de migraña
- La presión arterial debe ser normal
- No tener ninguna enfermedad de la piel que afecte la capacidad de sudar
- Tener el peso adecuado para su talla
- Tener buena visión
- No tener incapacidades que puedan afectar el uso operacional del equipo de rescate
- No requerir el uso regular de algún medicamento

- Tener una buena función pulmonar

Deben ser aprobados como médicamente aptos por un médico calificado luego de completar un examen médico. Este examen médico puede ser ergometría o una prueba sub máxima debidamente validada que permita un estimado de la capacidad aeróbica dentro de +/- 10%. Se recomienda la implementación de los exámenes médicos y pruebas de esfuerzo contenidas en el Anexo 4 que tienen como base los resultados de la capacidad física del aprendiz en una caminadora eléctrica y la relación de una fórmula matemática que contiene la edad del socorredor.

Los socorredores deben ser considerados al tener la actitud correcta y dedicación frente al trabajo de salvamento (deseo de hacer todo lo posible para salvar una vida) y los comportamientos correctos requeridos para el trabajo de salvamento (asumirá un riesgo aceptable pero no tomará un riesgo inaceptable).

Los socorredores deben ser competentes en primeros auxilios en mina (esto es de gran beneficio para las minas donde ellos trabajan beneficio para minas) antes de comenzar el programa de capacitación de socorredores.

A continuación se presenta el Programa de Enseñanza para los Socorredores de Salvamento Minero donde se incluyen las lecciones, la duración, tipo de enseñanza (Teórica, Práctica o Discusión). Las sesiones de retroalimentación psicológica se estiman de 20 a 30 minutos al finalizar el día.

## Programas que enseñan Socorredores Mineros

**Nota:** Los solicitantes habrán establecido previamente competencias en todo el conocimiento, las habilidades y el desempeño de un Socorredor

### Horario - Día 1

#### Escenario:

El instructor no debe crear un escenario para esta sesión de entrenamiento. El objetivo (en negrilla) es asegurarse de que el candidato sea adecuado para usar el aparato de respiración. Los propósitos de la sesión práctica se enumeran a continuación.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	20 mins	T	Introducciones, administración, registro, idoneidad de los candidatos, contenido del curso, evaluación (Estructura del Servicio de Salvamento Minero).	
2	200 mins	T / D	<p><b>Entender las políticas, procedimientos y prácticas organizacionales relacionadas con las actividades de salvamento minero</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Las salvaguardas operacionales que se deberán poner en marcha al realizar actividades de salvamento minero</li> <li>5. Los peligros y riesgos asociados con actividades de salvamento minero, cómo lo afectan a usted, a otros y al ambiente laboral y cómo se controlan               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Peligros/efectos mineros principales</li> <li>b) Medidas de control</li> </ol> </li> <li>6. Los límites de su propio rol y las responsabilidades               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Diariamente/cuando surjan</li> <li>b) Qué hacer en caso que ocurra una emergencia</li> <li>c) Trabajar como un miembro de la cuadrilla</li> </ol> </li> </ol>	18
3	200 mins	T / P / D	<p><b>Usar el Equipo de Protección Respiratorio de forma segura</b> (Incluye sesión de práctica de uso del EPR)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar y usar EPR para actividades de salvamento minero               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Tipos de equipos de respiración autónomos</li> <li>b) Componentes principales</li> <li>c) Principio de operación</li> <li>d) Ventajas y limitaciones</li> <li>e) Guías para el uso seguro de equipos de respiración autónomos</li> <li>f) Capacitación en equipos de respiración</li> </ol> </li> <li>2. Las instrucciones operacionales para inspección, revisiones previas a la operación, colocación, inicio y remoción después de su uso</li> </ol>	19, 20



4	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.	
			<b>Fin del día 1</b>	

**Horario - Día 2**

**Escenario:**

El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que viaja por una ruta minera utilizando equipos básicos de la cuadrilla y operando como una cuadrilla. El objetivo (en negrilla) es asegurarse que el candidato sea adecuado para usar el aparato de respiración. Los propósitos de la sesión práctica se enumeran a continuación.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	120 mins	T / P / D	<b>Usar el Equipo de Protección Respiratoria de forma segura (continuación)</b> 1. Las instrucciones operacionales para inspección, revisiones previas a la operación, colocación, inicio y remoción después de su uso (continuación) a) Bodyguard en operación b) Uso del tablero de control de entrada 2. Las acciones que se deben tomar en caso de daño, avería o rendimiento insatisfactorio de EPR	19, 20
2	200 mins	T / P / D	<b>Usar el equipo básico de salvamento</b> 1. Las instrucciones operacionales para la inspección, operación y el cuidado posterior al uso de los recursos básicos de salvamento 2. Verificar la disponibilidad e idoneidad de los recursos básicos de salvamento requeridos para realizar actividades de salvamento minero 3. Verificar y confirmar que los recursos básicos de salvamento están seguros y listos para operar 4. Operar los recursos básicos de salvamento de conformidad con las políticas aprobadas 5. Monitorear el rendimiento de los recursos básicos de salvamento 6. Las acciones que se deben tomar en caso de daños, avería o rendimiento insatisfactorio de los recursos básicos de salvamento	18, 19, 20
3	100 mins	P / D	<b>Usar equipos básicos de salvamento</b> (sesión práctica del uso de EPR y de equipos básicos de salvamento– Inspección en camillas de salvamento y resucitador de oxígeno; inspección y uso de monitor de gas, higrómetro giratorio con gráfico y comunicaciones)	19, 20
4	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.	
			<b>Fin de día 2</b>	

**Horario - Día 3**

**Escenario:**

El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que viaja por una ruta minera utilizando equipos básicos de la cuadrilla y operando como una cuadrilla para llevar a cabo un salvamento de un minero ubicado en una atmósfera con deficiencia de oxígeno. El objetivo (en negrilla) es asegurarse que el candidato sea adecuado para usar el aparato de respiración. Los propósitos de la sesión práctica se enumeran a continuación.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	270 mins	T / P / D	<b>Gases de la mina</b> 1) Los gases de la mina y el monitoreo del ambiente minero 2) Monitorear el ambiente minero, interpretar las lecturas y tendencias y actuar de acuerdo con las lecturas obtenidas a) Verificar que las condiciones atmosféricas sean seguras b) Las atmósferas c) Tipos de gases d) Gases comunes – ocurrencia, propiedades/ características, efectos, medios de detección	<b>18, 20, 21</b>
2	150 mins	P / D	<b>Usar equipos básicos de salvamento y monitoreo ambiental</b> (Incluye la sesión práctica de uso de EPR y del equipo básico de salvamento– Inspección y uso de camillas de salvamento, resucitador de oxígeno, férulas, monitor de gases, higrómetro giratorio con gráficos, mapas y planes de la mina y comunicaciones)	<b>19, 20</b>
3	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.	
			<b>Fin del día 3</b>	



**Horario - Día 4**

**Escenario:**

El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que viaja por una ruta minera utilizando equipos básicos de la cuadrilla y operando como una cuadrilla. La cuadrilla de salvamento debe ser desplegada para recuperar y regresar a una base al aire libre con una víctima que haya sido debilitada por deficiencia de oxígeno y se haya fracturado una extremidad inferior. El objetivo (en negrilla) es asegurarse que el candidato sea adecuado para usar el aparato de respiración. Los propósitos de la sesión práctica se enumeran a continuación.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	140 mins	T / P / D	<p><b>Primeros auxilios básicos – Ser capaz de evaluar un incidente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realice un reconocimiento de la escena</li> <li>• Realice un reconocimiento primario de una víctima</li> <li>• Dé ejemplos de cuando pedir ayuda</li> <li>• Evalúe el nivel de consciencia de una víctima</li> <li>• Abra las vías respiratorias de una víctima y verifique la respiración</li> <li>• Realice un segundo reconocimiento de una víctima</li> <li>• Explique por qué es importante ubicar una víctima inconsciente en la posición de recuperación</li> <li>• Ubique una víctima que no reacciona en la posición de recuperación</li> <li>• Preste atención a una víctima que está convulsionando</li> </ul>	11
2	120 mins	T / P / D	<p><b>Primeros auxilios básicos – Ser capaz de manejar a una víctima que no responde y que no esté respirando de forma normal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer la necesidad de comenzar la reanimación cardiopulmonar</li> <li>• Demostrar la reanimación cardiopulmonar usando un maniquí (sin AED disponible)</li> <li>• Demostrar la reanimación cardiopulmonar usando un maniquí (con AED disponible)</li> </ul>	11
3	40 mins	T / P / D	<p><b>Primeros auxilios básicos – Ser capaz de reconocer y asistir a una víctima que se esté asfixiando</b></p> <p>1. Describir cómo identificar a una víctima con</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vías respiratorias parcialmente bloqueadas</li> <li>• Vías respiratorias completamente bloqueadas</li> <li>• Administrar primeros auxilios a una víctima que se está asfixiando</li> </ul>	11
4	120 mins	T / P / D	<p><b>Usar equipos básicos de salvamento y monitoreo ambiental</b> (Incluye sesión práctica del uso de EPR y equipos básicos de salvamento– Inspección y uso de camillas de salvamento, resucitador de oxígeno, férulas, monitor de gases, higrómetro giratorio con gráfico y comunicaciones)</p>	19, 20
5	30 min	T	<p><b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.</p>	
			<b>Fin del día 4</b>	

**Horario - Día 5**

**Escenario:**

El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que se despliegue para rescatar a un minero que ha sido debilitado por el calor y la humedad y tiene sangrado profuso de una lesión de una extremidad superior e inferior. Las lesiones de la víctima deben ser tratadas y la víctima debe ser retirada del sitio y trasladada a una base al aire libre. Los objetivos se describen a continuación (en negrilla). Los propósitos de la sesión práctica se enumeran a continuación. La cuadrilla debe tomar lecturas de calor y de humedad utilizando el higrómetro giratorio y relacionarlas al gráfico de calor y humedad para calcular una hora de uso seguro. El tiempo de viaje para que la cuadrilla viaje y trate a la víctima y regrese a la base al aire libre con la víctima debe ser establecido por el instructor para asegurarse que la labor establecida por la cuadrilla sea alcanzable dentro de este tiempo “seguro”.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	120 mins		<p><b>Primeros auxilios básicos – Ser capaz de atender a una víctima con hemorragia externa; Ser capaz de manejar una víctima que esté en shock</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los tipos de hemorragia externa</li> <li>• Controlar la hemorragia externa</li> <li>• Reconocer el choque, dar primeros auxilios a una víctima que esté en choque.</li> </ul>	11
2	200 mins	T / P / D	<p><b>Atender a las víctimas</b> Organización de una cuadrilla de salvamento Equipos básicos que debe llevar cada socorredor Las instrucciones operacionales para atender a una víctima</p> <p>Tipos de camillas Efecto del calor y la humedad sobre una persona (Higrómetro Giratorio y gráfico de calor y humedad)</p>	11, 18, 19, 21
3	120 mins	T/P	<p><b>Atender a las víctimas</b> (Incluye sesión práctica del uso de EPR y equipos básicos de salvamento– Inspección y uso de camillas de salvamento, resucitador de oxígeno, férulas, higrómetro giratorio con gráfico y comunicaciones). Atender a una víctima en una mina en condiciones calientes y húmedas</p>	11, 19, 20, 21
4	30 min	T	<p><b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.</p>	
			<b>Fin de día 5</b>	

**Horario - Día 6**

**Escenario:**

El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que viaje por una ruta minera equipada adecuadamente para extinguir un pequeño incendio en la mina que produce 300 ppm de monóxido de carbono. Los objetivos se describen a continuación (en negrilla). Los propósitos de la sesión práctica se enumeran a continuación. La cuadrilla debe utilizar un extinguidor de incendios portátil adecuado para apagar el incendio. Luego deben asegurarse de que se tomen las precauciones para asegurar que se minimicen los riesgos de que se vuelva a encender el fuego. La cuadrilla debe entonces comenzar a devolverse a la base al aire libre. Luego la cuadrilla se quedará atrapada debajo de una caída de techo en un ambiente que contiene 1000ppm de monóxido de carbono. Esto requerirá que la cuadrilla lleve a cabo el “procedimiento de atrapamiento” en el BG4. Nota: este escenario es para asegurarse que los mineros conozcan las ventajas del procedimiento de atrapamiento y cómo llevarlo a cabo de manera eficaz.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	200 mins	T / P / D	<b>Apagar un incendio en la mina</b> 1. Instrucciones operativas para manejar un incendio  a) Introducción a los incendios b) Triángulo de combustión c) Cómo se propagan los incendios d) Cómo extinguir un incendio e) Clasificación de los incendios f) Causas de los incendios en las minas g) Efectos de los incendios en las minas h) Reconocimiento del contenido de los extinguidores portátiles de acuerdo al código de colores i) Inspección de los extinguidores portátiles antes de su uso j) Uso apropiado de los extinguidores portátiles de acuerdo al tipo correcto de incendio	<b>18, 21, 22</b>
2	30 mins	T	2. Desarrollo de las operaciones contra incendio en la mina  a) Etapas de respuesta a un incendio b) Precauciones al momento de extinguir un incendio	<b>18, 19, 21, 22</b>
3	190 mins		1. Procedimiento en caso de atrapamiento, utilizando el EPR (Incluye una sesión práctica utilizando el EPR y el equipo básico de salvamento– camilla de salvamento, resucitador con oxígeno, monitor de gas, higrómetro giratorio con gráficos, comunicaciones, uso de extinguidores portátiles)  a) El proceso de la respiración b) Los efectos de la deficiencia de oxígeno en una persona c) El procedimiento en caso de atrapamiento	<b>11, 19, 20, 21</b>
4	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.	
			<b>Fin del día 6</b>	

**Horario - Día 7****Escenario:**

El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento desplegada para llevar a cabo un salvamento de un minero que se ha caído de altura. La víctima está sufriendo de pre-síncope de suspensión (aún consciente) debido al uso inexistente de un arnés apropiado. La víctima no está amarrada a ningún punto de anclaje apropiado ni efectivo. La cuadrilla debe establecer puntos de anclaje apropiados tanto para ellos como para la víctima.

La cuadrilla primero debe garantizar la seguridad de la víctima comprobando que ellos estén amarrados a un anclaje apropiado y efectivo. Luego, ellos deben realizar un salvamento y recuperarla. Ellos deben tratar el síncope y organizar asistencia médica adicional como un asunto de urgencia. Los objetivos de la sesión se resumen a continuación (en negrilla). Los objetivos de la sección práctica se enumeran a continuación.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	270 mins	T / P / D	<b>Trabajo en alturas</b> Peligros relacionados con el trabajo en alturas Evaluación del nivel de riesgo de los peligros relacionados con el trabajo en alturas y cómo se controlan (evaluación de riesgos) Tipos de sistemas de protección anti-caídas disponibles, incluyendo el principio de la operación Selección, inspección y uso apropiado de los sistemas y equipos de protección anti-caídas Requisitos generales de seguridad para el trabajo en alturas Sesión práctica utilizando los sistemas de protección anti-caídas Selección, inspección y uso apropiado del equipo de protección personal (EPP) adecuado Escaleras proporcionadas – inspecciones, frecuencia y manejo de defectos Ejercicio práctico con el EPP realizando la inspección de la escalera	18, 19, 20, 21
2	150 mins	T / P / D	<b>Atender a las víctimas</b> (Incluye sesión práctica de uso del EPR) Situaciones de emergencia, suspensión de arneses conllevando a un episodio presincope, lesión personal/enfermedad Equipos suministrados para atender una emergencia	11, 18, 19, 20, 21
3	30 min	P	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Acción de Salvamento Minero. <b>(Sugerencia de Visita al Hospital, sección de quemados o visita a la morgue)</b>	
			<b>Final del día 7</b>	

**Horario - Día 8**

**Escenario:**

El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento desplegada para llevar a cabo un salvamento de un minero que se ha caído de altura. La víctima está sufriendo de síncope de suspensión (inconsciente) debido al uso inexistente de un arnés apropiado. La víctima se ha caído de altura y había estado atrapada durante una hora cuando la cuadrilla de salvamento llegó al sitio. La cuadrilla debe establecer puntos de anclaje apropiados tanto para ellos como para la víctima.

Luego, ellos deben realizar un salvamento y recuperar la víctima usando el sistema de salvamento requerido. Ellos deben tratar el síncope y organizar asistencia médica adicional como un asunto de urgencia. Los miembros de la cuadrilla deben realizar un escenario en donde uno de los miembros de la cuadrilla debe realizar un auto-salvamento debido a la falta del kit. Los objetivos de la sesión se resumen a continuación (en negrilla). Los objetivos de la sección práctica se enumeran a continuación.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	270 mins	T / P / D	<b>Trabajo en alturas</b> Auto-rescate Rescate de una víctima consciente/inconsciente de una escalera vertical Atención de emergencias que requieren el uso de dispositivos de salvamento / evacuación	<b>11, 18, 19, 20, 21</b>
2	150 mins	P / D	<b>Atender a las víctimas</b> (Incluye sesión práctica de uso del EPR) Rescate de una víctima consciente/inconsciente	<b>11, 18, 19, 20, 21</b>
3	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.	
			<b>Final del día 8</b>	

**Horario - Día 9**

**Escenario:**

El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que viaja en una ruta minera y que está aptamente equipada para crear las paredes de retención para un aislamiento a prueba de explosiones. Ellos deben simular el trabajo en aparatos de respiración en 3000ppm de monóxido de carbono. Los objetivos se resumen a continuación (en negrilla). Los objetivos de la sesión práctica se enumeran a continuación. La cuadrilla debe preparar el sitio (escavar) para las paredes de retención. Una vez completada esta tarea, la cuadrilla debe iniciar el viaje de retorno a la base al aire libre. La cuadrilla entonces será redireccionada a un colapso de techo con una víctima atrapada en el borde del colapso. La cuadrilla seguirá operando en 3000ppm de monóxido de carbono. La víctima debe estar equipada con equipos de reanimación. La cuadrilla debe asegurar el área del colapso del techo e instalar soportes temporales. La víctima luego será retirada del área de caídas y sus lesiones (fractura en pantorrilla y cortes) serán tratadas. Una vez la víctima haya sido estabilizada, el reanimador debe ser retirado y ser reemplazado por un equipo de escape de oxígeno químico. La víctima luego será transportada a una base al aire libre.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	270 mins	T / P / D	<p><b>Recorriendo la mina / atendiendo a una víctima - Simulacro</b> (Incluye sesión práctica de uso del EPR)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acoplamiento</li> <li>• Recorrido</li> <li>• Monitoreo ambiental</li> <li>• Señalización de rutas</li> <li>• Ocuparse de una víctima</li> <li>• Procedimiento en caso de atrapamiento usando el equipo de respiración</li> </ul>	11, 18, 19, 20, 21
2	150 mins	P / D	<b>Simulacro del manejo de una víctima a ser recuperada de la explotación minera y trabajando en altura</b>	22, 23
3	30 min	P	<b>Ejercicio de (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero. Sesión por parejas, cada pareja realiza un retroalimentación a su compañero de 15min.	
			<b>Final del día 9</b>	



**Horario - Día 10**

**Escenario:**

El instructor deberá crear un escenario con base en una cuadrilla de salvamento que viaje en una ruta de la mina con el equipo apropiado para manejar los efectos de una explosión. Deberán simular el trabajo con aparatos respiratorios en 6000ppm de monóxido de carbono. La cuadrilla deberá pasar por condiciones difíciles involucrando escaladas y obstrucciones al movimiento. La cuadrilla deberá manejar múltiples víctimas. (Dos) Una sufrirá de intoxicación por monóxido de carbono. La otra sufrirá una deficiencia de oxígeno. A una de las víctimas se le deberá acomodar el equipo de reanimación (la de deficiencia de oxígeno). La otra tendrá el equipo de escape de oxígeno químico (monóxido de carbono). Una víctima (con el equipo de escape de oxígeno químico) tendrá la columna fracturada. La otra víctima tendrá una herida importante en la pierna. La cuadrilla deberá decidir si puede transportar a las dos víctimas o si debe dejar a una para la segunda cuadrilla. La cuadrilla deberá entonces devolverse por la misma ruta, teniendo que escalar las obstrucciones con la víctima en una camilla.

Lección	Tiempo	Teoría/Práctica/ Discusión (T P D)	Tema
1	200 mins	P / D	Preparación para evaluaciones escritas y prácticas con base en el escenario planteado
2	170 mins	T / P	Evaluaciones escritas y prácticas (Incluye sesión práctica de uso del EPR y los equipos básicos de salvamento- camilla de salvamento, resucitador de oxígeno, monitor de gas higrómetro giratorio con cuadro, comunicaciones)
3	30 min	D	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.
4	60 mins	D	<p><b>Final de la evaluación del curso</b></p> <p><b>Nota al Instructor:</b></p> <p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:</p> <p><b>Observe</b> y registre el rendimiento Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)</p> <p>Revise los resultados de observación con el equipo Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.</p> <p><b>Revise</b> los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.</p>

			<p>Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.</p> <p><b>Recomiende</b> una capacitación futura</p> <p>Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.</p> <p>Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte).</p>
--	--	--	---

## Curso de actualización para Socorredor Minero

Es importante recalcar que el concepto de actualización cambia con la implementación de Estándares de Competencia al ser un proceso individual y único que se debe documentar y probar de manera fáctica. Es por ello que la actualización no puede ser general ni aplicarse para todos los candidatos sino por el contrario hacerse de manera individual en temas puntuales donde por tiempo, falta de desempeño o implementación de nuevas practicas la ANM abriría un curso de actualización en un equipo o técnica nueva.

- Después de determinar que son competentes, los socorredores deben mantener su competencia en las siguientes áreas:
  - Trabajo en alturas
  - Desplazamiento a través de áreas restringidas que requiera la remoción del equipo de respiración de la posición normal
  - Transporte de víctimas
  - Recuperación de víctimas utilizando equipo de resucitación
  - Limpieza de escombros asociados con la caída de techo o rocas
  - Fijación de soportes de techo
  - Uso de equipo para tomar lecturas ambientales
  - Uso de equipo para apagar incendios
  - Manejo de una víctima que es miembro de la cuadrilla
  - Construcción y remoción de un sello antiexplosivo
  - Manejo de una víctima atrapada
  - Operar en un ambiente caliente y húmedo con el equipo de respiración
  - Comunicaciones
  - Establecer una base de aire fresco
    - Las anteriores competencias deben ser un requisito mínimo y se deben demostrar anualmente.
    - Nota: la competencia de probar y usar el equipo de respiración debe ser evaluada y evidenciada al menos cada seis meses.

- Nota: Cualquier socorredor que no pueda demostrar que se ha sometido a pruebas y que ha mantenido su competencia con el equipo de respiración, no debería ser utilizado por la ANM hasta que esta competencia sea demostrada.

## Auxiliares de Salvamento

Los Auxiliares de Salvamento Minero actualmente hacen parte importante del sistema, están limitados a labores de coordinación logística, interacción con otros cuerpos de rescate (podría ser miembro de otro cuerpo de rescate) y labores básicas.

Los consultores plantean una visión alterna que podrá ser revisada por la Autoridad Minera y gradualmente implementada si lo estima conveniente. Los auxiliares de salvamento idealmente deben ser seleccionados entre los socorredores competentes y con experiencia. Deben tener la actitud, comportamiento y deseo de asegurar que su experiencia sea compartida con los socorredores. Deben haber estudiado la teoría de los “Lineamientos para ejecutar operaciones de Salvamento Minero en Minas Subterráneas” que hacen parte de este informe. Deben tener el conocimiento y entendimiento para asegurar que cuando los equipos de socorredores entren en operación, se encuentren plenamente equipados y sean competentes para asumir las tareas que deben hacer para completar un rescate o instrucción operacional. Es por ello que se plantea que los Auxiliares hayan sido socorredores, y que por su edad, condición física o por deseo, no puedan hacer parte de la emergencia bajo tierra pero que su experiencia de haber sido parte de un cuadrilla y de las necesidades propias de una emergencia minera sepan exactamente lo que está viviendo quien necesita rescate o quien entre a tratar socorrer a otros. Alternativamente la autoridad minera podrá crear un cargo adicional de apoyo a la cuadrilla y hacer el máximo uso de los socorredores retirados como personal adicional de apoyo.

A continuación se presenta el Programa de Enseñanza para los Auxiliares de Salvamento Minero donde se incluyen las lecciones, la duración, tipo de

enseñanza (Teórica, Práctica o Discusión). Las sesiones de retroalimentación psicológica se estiman de 20 a 30 minutos al finalizar el día.

Adicionalmente se detallan en el Anexo 5 cursos diarios (sesiones teóricas y prácticas) de los Socorredores y Anexo 6 cursos diarios (sesiones teóricas y prácticas) de los Auxiliares.

**Programa de Capacitación para Asistente (o Auxiliar de Salvamento Minero)**

**Horario - Día 1**

Lección	Tiempo	Teoría / Práctica / Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	20 mins	T	Introducciones, administración, registro, idoneidad de los candidatos, contenido del curso, evaluación (Estructura del Servicio de Salvamento Minero).	
2	150 mins	T / D	<p><b>Entender políticas, procedimientos y prácticas organizacionales relacionadas con actividades de salvamento minero</b></p> <p>Las salvaguardas operacionales que se deben implementar al realizar actividades de salvamento minero</p> <p>Los peligros y riesgos asociados con actividades de salvamento minero, cómo lo afectan a usted, a otros y al ambiente laboral y cómo se controlan</p> <p>a) Principales peligros/efectos de la minería</p> <p>b) Medidas de control</p> <p>Los límites de su propio rol y responsabilidades</p> <p>a) Diariamente / cuando surjan</p> <p>b) Qué hacer en caso que ocurra una emergencia</p>	18, 19, 21, 22, 23
3	250 mins	T / P / D	<p><b>Uso seguro del Equipo de Protección Respiratoria</b></p> <p>a) Tipos de equipos de respiración autónomos</p> <p>b) Componentes principales</p> <p>c) Principio de operación</p> <p>d) Ventajas y limitaciones</p> <p>e) Pautas para el uso seguro de equipos de respiración autónomos</p>	20
4	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Acción de Salvamento Minero.	
			<b>Fin del día 1</b>	



**Horario - Día 2**

Lección	Tiempo	Teoría / Práctica / Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	100 mins	T / P / D	Principios de un equipo de respiración regenerativo BG4	20
2	160 mins	T / P / D	Principales Peligros/Efectos de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuegos</li> <li>• Medidas de control para minimizar el riesgo a un nivel aceptable y los equipos apropiados</li> </ul>	18, 19, 20, 21
3	160 mins	T / P / D	Principales Peligros/Efectos de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas de rocas</li> <li>• Medidas de control para minimizar el riesgo a un nivel aceptable y los equipos apropiados</li> </ul>	18, 19, 20, 21
4	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.	
			<b>Fin del día 2</b>	

**Horario - Día 3**

Lección	Tiempo	Teoría / Práctica / Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	20 mins	T / P / D	Componentes principales de la atmósfera	11, 18, 19, 20, 21
2	20 mins	T/P/D	Fisiología de la respiración	11, 18, 19, 20, 21
3	20 mins	T/P/D	Deficiencia de oxígeno y los equipos apropiados para manejar la emergencia	11, 18, 19, 20, 21
4	90 mins	T/P/D	Presión del aire y ventilación de la mina y los equipos apropiados para manejar la emergencia	18, 19, 20, 21
5	90 mins	T/P/D	Inundaciones y los equipos apropiados para manejar la emergencia	18, 19, 20, 21
6	90 mins	T/P/D	Atmósferas Irrespirables y los equipos apropiados para manejar la emergencia	18, 19, 20, 21
7	90 mins	T/P/D	Explosiones y los equipos apropiados para manejar la emergencia	18, 19, 20, 21,22,23
8	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.	
			<b>Fin del día 3</b>	

**Horario - Día 4**

Lección	Tiempo	Teoría / Práctica / Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	45 mins	T / P / D	Equipo de resucitación con oxígeno	11, 19, 20
2	70 mins	T / P / D	Eléctrico	18, 19, 20, 21
3	70 mins	T / P / D	Mecánico	18, 19, 20, 21
4	235 mins	T / P / D	Trabajo en alturas y los equipos apropiados para manejar la emergencia	18, 19, 20, 21
5	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b> sobre lo aprendido en el día y el impacto psicológico de participar en una Accion de Salvamento Minero.	
			<b>Fin del día 4</b>	

**Horario - Día 5**

Lección	Tiempo	Teoría / Práctica / Discusión (T P D)	Tema	Estándar Asociado
1	45 mins	T / P / D	Efecto del calor y la humedad sobre una persona (Higrómetro y una tabla de calor y humedad)	11, 19, 20
2	60 mins	T / P / D	Organización de una cuadrilla de salvamento minero:	18, 19, 20, 21
3	315 mins	P	Una simulación práctica que involucre el despliegue de cuadrillas de salvamento en la cual el asistente de salvamento realizará sus deberes y responsabilidades	11, 18, 19, 20, 21, 22, 23
4	30 min	T	<b>Ejercicio de Sesión informativa (retroalimentación o “Debriefing”)</b>	
5	120 min	T	<p><b>Final de la evaluación del curso</b></p> <p><b>Nota al Instructor:</b></p> <p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:</p> <p><b>Observe</b> y registre el rendimiento</p> <p>Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)</p> <p>Revise los resultados de observación con el equipo</p> <p>Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.</p> <p><b>Revise</b> los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.</p> <p>Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.</p> <p><b>Recomiende</b> una capacitación futura</p> <p>Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.</p> <p>Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte).</p> <p><b>Fin del día 5</b></p>	



## Anexo 1 Informe de Capacitación

### SEVICIO DE SALVAMENTO MINERO - INFORME DE CAPACITACIÓN

**NOTA:** Completar el Registro de Capacitación (PR-FM-10) de la siguiente forma:

*Fecha de la formación original se inserta en el primer cuadro.  
Si se ha emitido un certificado, se escribe la letra 'C' en la caja.*

Complete la revisión de capacitación anual de la siguiente forma:

Si colorea la caja de color **VERDE** = competente  
Si colorea la caja de color **ROJO** = no competente  
Si colorea la caja de color **AMARILLO** = requiere formación adicional

El Formulario de Revisión de Capacitación (PR-FM-10(a)) deberá ser firmado anualmente por el aprendiz y el supervisor.

Fecha		Fecha		Fecha	
Firma del aprendiz.		Firma del aprendiz.		Firma del aprendiz.	
Firma del oficial.		Firma del oficial.		Firma del oficial.	

Fecha		Fecha		Fecha	
Firma del aprendiz.		Firma de aprendiz.		Firma del aprendiz.	
Firma del oficial.		Firma del oficial.		Firma del oficial.	

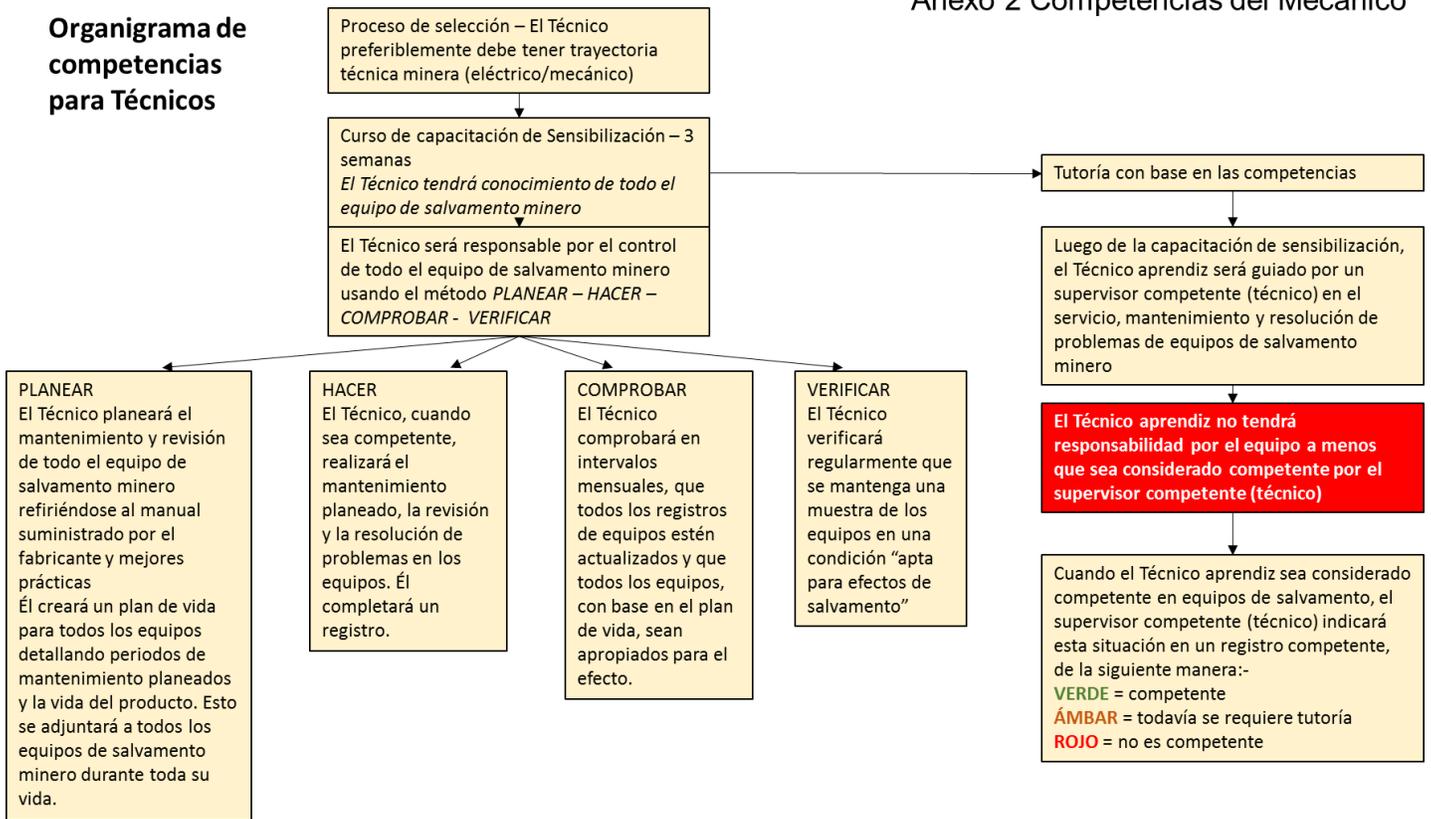
Fecha		Fecha		Fecha	
Firma del aprendiz.		Firma del aprendiz.		Firma del aprendiz.	
Firma del oficial.		Firma del oficial.		Firma del oficial.	

PR-FM-10(a)  
Noviembre de 2016



Anexo 2 Competencias del Mecánico

**Organigrama de competencias para Técnicos**



Anexo 3 (Plan de vida de un Autorescatador – Ejemplo-)

**AUTORESCATADOR DE OXÍGENO QUÍMICO SSR90**

N ° 1                      Serial No KB 6575                      Ubicación - 1 No Van

Se debe realizar un examen visual cada 30 días

**Cronograma de eventos importantes de mantenimiento**

FRECUENCIA	FECHA	✓
Nuevo	Agosto 2005	✓
Anual	Agosto 2006	✓
Mantenimiento anual	Agosto 2007	✓
3 años o anual (3 años si es aplicable)	Septiembre 2008	✓
Anual	Sept 2009	✓
5 años + anual	Septiembre 2010	✓
Anual	Septiembre 2011	✓
Anual	Septiembre 2012	✓
8 años o anual (año 8 si es aplicable)	Septiembre 2013	✓
Anual	Septiembre 2014	✓
<b>10 Años (FINAL DE LA VIDA)</b>	<b>Agosto de 2015</b>	

- El manual de este equipo se encuentra en la oficina principal del sistema de archivo - archivo 44
- Si el equipo se usa, deben ser desechado y eliminado de una forma ambientalmente adecuada, por una agencia con licencia



## Anexo 4

### Exámenes médicos y pruebas de Capacidad Física (Prueba de Esfuerzo).

#### Exámenes Médicos

El examen médico debe confirmar que los candidatos no tienen antecedentes de:

- Enfermedades respiratorias (incluyendo aquellas de obstrucción pulmonar, aunque estén inactivas)
- Enfermedades cardiovascular (a menos que el médico está satisfecho que la condición se haya cura, por ejemplo, cardiopatías congénitas.)
- Colon irritable o Ulceración péptica intestinal o inflamatoria
- Epilepsia o cualquier otra condición que pueda resultar en pérdida del conocimiento
- Otitis severa crónica externa (la pérdida de la audición debe ser juzgada por audiometría)
- Diabetes (la presencia de glucosuria en un análisis de orina debe ser investigada cuidadosamente para excluir la posibilidad de diabetes)
- Migraña (los candidatos deberían ser juzgados por sus propios méritos)
- La presión arterial superior a 135 sistólica y 90 diastólica. El médico examinador podrá ejercer juicio profesional en casos dudosos. (entre 135 y 150 de sistólica o 90 y 95 diastólica)
- Cualquier enfermedad de la piel que pueda afectar a la capacidad de sudar

Los candidatos aceptados también tendrán que cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Tener el peso apropiado para su altura
- Tener buena visión
- No sufrir el defecto de visión de color
- Tener buena capacidad auditiva
- No tener ningún problema recurrente o incapacidad que afecte su capacidad de realizar labores de rescate, por ejemplo un pulgar y al menos tres dedos
- No tenga alguna necesidad de medicación (a menos que en la opinión de los médicos es para un propósito que no interfiriera con una aptitud de los candidatos para labores de socorredor)
- Función pulmonar debe analizarse objetivamente usando los equipos definidos como apropiados

### Capacidad Física (Prueba de Esfuerzo)

#### General

Los candidatos deben usar ropa suelta y cómoda. La prueba debe ser diferida si el candidato se está recuperando de una enfermedad de debilitamiento. Candidatos deben estar bajo control electrocardiográfico continuo durante la prueba.

Pruebas sugeridas para medir la condición física

#### Caminadora o Tratadora

La cinta debe tener una velocidad de correa de 5 km/h y estar en un ángulo de 7,5 grados con la horizontal. Después de 6 minutos en la caminadora debe interrumpirse el ejercicio y la frecuencia cardíaca del candidato debe registrarse por un contador de pulsos u otro método válido.

Un índice de la cinta de correr (TI) se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$TI = 171.6 - (0.51 \times TmLmfC) - (0,37 \times \text{la Edad})$$

Donde (TmLmfC) es el pulso del minuto final. Después de terminar el ejercicio el candidato debe descansar hasta que la frecuencia cardíaca sea inferior 100.



El candidato debe alcanzar a TI de 75 o mayor para aprobar el examen.

Resultados de la prueba médica y aptitud

Debe registrarse el resultado utilizando las categorías siguientes:

**Aprobado** significa que el candidato es apto para el trabajo de rescate para los próximos 12 meses (a menos que intervengan circunstancias imprevistas)

**No aprobado** significa que el candidato ha fallado la prueba de ejercicio o el examen médico general. El candidato es incapaz de realizar labores de salvamento hasta que se pasen las pruebas. Se puede reprogramar una nueva fecha para realizar las pruebas de nuevo (normalmente aplicable para pruebas de esfuerzo)

**Jubilado** significa que son permanentemente no aptas para el trabajo de Salvamento Minero (Dictaminado por el medico quien define si que el paciente no pasara el examen médico o la prueba de esfuerzo en el futuro)

## Anexo 5. Ejemplo de Curso de Primeros Auxilios para Rescate en Minas

### Primeros Auxilios en Curso de Capacitación en Minas

#### Administración y Recursos del Curso

El programa de capacitación les enseñará a los candidatos los recursos adicionales suministrados en las minas para el tratamiento de las víctimas y los procesos que se deben seguir con el fin de atender efectivamente y evacuar de forma segura a una víctima. Esto se logrará por medio de una combinación de teoría y demostraciones prácticas.

Al final del programa los candidatos deberían: -

- Describir las situaciones en una mina en donde una emergencia de primeros auxilios podría requerir procesos o equipos adicionales
- Entender el conjunto de equipos de primeros auxilios adicionales que son suministrados en las minas para atender las emergencias
- Describir los procedimientos organizacionales que se deben seguir al gestionar el tratamiento de una persona herida en una mina.
- Entender cómo tratar heridas en minas que tienen requisitos adicionales
- Entender cómo transportar a una persona herida de forma segura a la superficie de la mina.

El instructor también debe confirmar que el candidato exhibe una actitud adecuada durante todo el curso de capacitación (por ejemplo, no parece dudar y está dispuesto a cumplir con todas las reglas y procedimientos de seguridad).

#### Cronograma del programa de capacitación

El cronograma completo para el programa de capacitación se puede encontrar en la sección titulada “Cronograma del Programa de Capacitación – Complemento de Primeros Auxilios en Minas”.

#### Tiempo

Capacitación (teoría)	120 minutos
Prácticas	120 minutos
*Total	240 minutos

\* Los recesos para refrigerios están incluidos en este total general. El Cronograma del Programa de Capacitación en cada lección es solo una guía para el instructor.

#### Consideraciones prácticas

##### Candidatos

- Relación del instructor – Teoría 1:12; Práctica 1:6
- El número mínimo de candidatos por curso será 3 y el número máximo será 12
- El salón de la capacitación debe ser establecido en un área adecuada para demostrar el uso de recursos adicionales de primeros auxilios

##### Control

- Asegúrese de que los cilindros sean almacenados de forma segura antes de su uso y que sean usados de conformidad con las recomendaciones del fabricante

##### Lugar para la capacitación

- La teoría debe realizarse en un salón con instalaciones adecuadas para mostrar presentaciones, es decir, pantalla, proyector
- Instalaciones sanitarias disponibles para los candidatos
- Demostraciones prácticas que se deban hacer un salón adecuado que les permita a los estudiantes una buena vista

#### Recursos del programa de capacitación



### Materiales

- Registro de la clase
- Manual del delegado
- Formato de evaluación del curso
- Esferos / papel
- Escarapelas de nombres
- Paquete de capacitación de Complemento de Primeros Auxilios en Minas
- Recursos adicionales de primeros auxilios relevantes al tipo de mina (por ejemplo, AED, Entonox (sugerido), agente hemostático / vendaje, aspirador de emergencia, cánula de Guedel, resucitador de oxígeno, férulas, camilla de salvamento, medidor de pulso-oxígeno, facilidades de limpieza ocular)
- Se deben verificar los contenidos de cilindros para el oxígeno y Entonox (si se usa)
- Se debe confirmar que el AED está en funcionamiento y que hay suficientes parches disponibles
- Férula de emergencia intacta
- Camillas intactas y sin daños
- Si se usa el medidor de pulso-oxígeno, verificar que esté funcionando

### Material de Referencia

- Comprensión de la Unidad QCF de los Requisitos Adicionales para Primeros Auxilios en Minas
- Manuales de fabricantes relevantes/hoja informativa para equipos demostrados – Resucitador de oxígeno, AED, Entonox, medidor de pulso-oxígeno, agentes hemostáticos/vendajes, aspiradores de emergencia, cánula de Guedel, férulas y férula de emergencia rígida, cuello ortopédico de una y dos piezas, camilla de salvamento

### Técnica de Enseñanza

El instructor necesita cubrir todos los resultados del aprendizaje y los criterios de evaluación establecidos en el curso de capacitación de Complemento Minero de Primeros Auxilios suministrado por Salvamento Minero.

Se espera que el instructor introduzca el tema, profundice en el contenido principal y resuma antes de seguir con el siguiente tema.

El instructor debe alentar a los comentarios y contribuciones de los candidatos.

### Preparación del programa de capacitación

- Asegúrese que el salón esté disponible y listo; confirme que la línea visual a los proyectores, tableros, etc. no esté obstruida; ponga escarapelas en los escritorios
- Asegúrese que los materiales del curso estén disponibles – registro de la clase, esferos, papel, manual del delegado. El procedimiento de apelación es publicado en el salón, al igual que la evaluación de riesgo del salón
- Asegúrese que el medio de presentación esté disponible y funcionando
- Asegúrese que el equipo relevante para las sesiones prácticas haya sido inspeccionado y encontrado apto para su uso

**CRONOGRAMA**

Lección	Tiempo (min)	Teoría (T) Práctica (P) Discusión (D)	Tema
1	20 min	T	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud, seguridad y bienestar</li> <li>• Registro</li> <li>• Idoneidad de los candidatos</li> <li>• Contenido del curso/objetivos y resultados del aprendizaje</li> <li>• Evaluación del curso</li> </ul>
2	20 min	T/P	<p>Situaciones en una mina en las que las emergencias de primeros auxilios pueden requerir procedimientos o equipos adicionales</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipos de lesiones que podrían ocurrir en una mina que puedan requerir procedimientos o equipos adicionales                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Problemas cardíacos</li> <li>• Lesiones debido a una inyección a alta presión</li> <li>• Fractura</li> <li>• Herida importante</li> <li>• Lesiones por aplastamiento</li> </ul> </li> <li>2. Por qué cada tipo de lesión que podría ocurrir en una mina podría necesitar requerimientos adicionales</li> </ol>
3	80 min	T/P	<p>Entender el conjunto de equipos adicionales de primeros auxilios proporcionados en las minas para manejar las emergencias</p> <p>Equipo adicional de primeros auxilios suministrado en la mina, de acuerdo con las políticas y procedimientos organizacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AED</li> <li>• Entonox (sugerido para la ANM)</li> <li>• Agente hemostático/vendaje</li> <li>• Aspirador de emergencia</li> <li>• Cánula de Guedel</li> <li>• Resucitador de oxígeno</li> <li>• Férulas</li> <li>• Collar ortopédico de una y dos piezas</li> <li>• Oxímetro de pulso</li> <li>• Camilla/Camilla de salvamento</li> </ul> <p>(El propósito de cada elemento adicional de primeros auxilios proporcionado en la mina, de acuerdo con las políticas y procedimientos organizacionales /Entender cómo tratar heridas que tengan requisitos adicionales; problemas cardíacos; fractura y heridas mayores, en una mina)</p>
4	15 min	T/P	<p>Describir los procedimientos organizacionales a seguir, al momento de gestionar el tratamiento de una persona lesionada en una mina</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistemas de comunicación utilizados en una mina para informar a otros sobre emergencias de primeros auxilios</li> <li>2. En dónde se puede obtener equipo adicional de primeros auxilios en la mina</li> <li>3. Explicación de cómo organizar el transporte fuera de la mina</li> <li>4. Indicar qué registros deberán completarse después de atender a una persona lesionada, de acuerdo con las políticas y procedimientos organizacionales</li> </ol>
5	15 min	T/P	<p>Entender cómo tratar lesiones que tienen requisitos adicionales, en una mina</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Describir el procedimiento para manejar a una persona atrapada en una mina</li> <li>2. Explicar el procedimiento para manejar a una persona que sufre una lesión debido a la inyección a alta presión en una mina</li> </ol>

Lección	Tiempo (min)	Teoría (T) Práctica (P) Discusión (D)	Tema
6	30 min	T/P	Fin de la prueba escrita del curso Evaluación del curso
<b>Fin del curso</b>			

**ANEXO 6 CURSO AUXILIARES****DÍA UNO****INTRODUCCIÓN DEL PROGRAMA:**

- Bienvenida e Introducción
- Registro del Candidato
- Política de Seguridad (Planos de la Estación, Salidas de emergencia, etc.)
- Contenido del curso, objetivos del programa y evaluaciones
- Recorrido por la estación

**INTRODUCCIÓN AL SALVAMENTO MINERO**

- Historia del Salvamento Minero
- Objeto y Alcance del Salvamento Minero
- Estructura del Servicio del Salvamento Minero
- Organización Operativa
- Varios

**PRÁCTICA**

- Demostrar las pruebas que hace el usuario del BG4, el procedimiento de dichas pruebas y las inspecciones del Cuadrillero, uso del BG4 durante 30 minutos, desplazamiento continuo a un ritmo razonable (bajo observación)
- Observar / ayudar a la revisión del Dräger BG4

**PUNTOS CLAVE** Al final de la sesión, los delegados:

**DE APRENDIZAJE**

1. habrán sido presentados al conferenciante
2. habrán diligenciado el formulario de registro
3. estarán familiarizados con las disposiciones de seguridad y bienestar de la Estación de Salvamento
4. entenderán el contenido del programa de entrenamiento y los métodos de evaluación
5. habrán recorrido la estación de salvamento

**Normatividad** La normatividad vigente de la ANM

**Competencia** La competencia del auxiliar de salvamento y el conocimiento de respaldo

**DESCRIPCIÓN GENERAL**

1. Introducción	
2. Registro	
3. Disposiciones de seguridad y bienestar	
4. Introducción al programa	
5. Recorrido por la estación	

**INTRODUCCIÓN**

De la bienvenida a los delegados al curso y luego preséntese. Explique por qué está presentando este programa de capacitación, estableciendo sus credenciales.

Describa los puntos clave de aprendizaje de esta sesión y las reglas de comportamiento de los participantes del curso.

## REGISTRO

Ayude a los delegados a diligenciar los formularios de registro personal de Autoridad Minera Colombiana.

## PLANOS DE LA ESTACION

Explique los planos de la estación y las disposiciones de seguridad/bienestar empleadas en ese sitio, es decir, salidas de emergencia, horas de inicio y de fin, pausas de comida, baños, duchas, etc.

## INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA

El objetivo de este programa de capacitación es impartir las habilidades y los conocimientos necesarios para llegar a ser un miembro efectivo de una cuadrilla de salvamento.

## CONTENIDO

El programa inicial tiene una duración de 5 días. Su contenido incluye sesiones de observación (el uso del equipo de respiración y el uso de otros equipos de salvamento), y las conferencias de apoyo que permiten que los candidatos cumplan con sus obligaciones de una manera segura y efectiva.

Enfatice que es importante que los delegados alcancen una asistencia del 100%.

## EVALUACIÓN

En el Día 5, se realiza un examen 'final del curso', que consta de dos elementos:

- a) sesión oral de preguntas, y
- b) un ejercicio práctico en la torre de entrenamiento (Auxiliares lo controlarán)

Una vez concluido satisfactoriamente el programa del curso y la prueba de evaluación, el ingeniero certificará al delegado como 'apto para actuar como Auxiliar en operaciones de salvamento'.

*Concluya preguntando si tienen alguna duda*

## RECORRIDO DE LA ESTACIÓN

Lleve a los delegados a un recorrido guiado de ese sitio.



## INTRODUCCIÓN AL SALVAMENTO MINERO

PUNTOS CLAVE Al final de la sesión, los delegados conocerán:

### DE APRENDIZAJE

1. Cómo se desarrollaron el Salvamento Minero y el equipo de respiración.
2. Los objetivos y el alcance del Salvamento Minero
3. La estructura del Salvamento Minero
4. Cómo se organiza operativamente el Salvamento Minero
5. Varios

### DESCRIPCIÓN GENERAL

Historia del Salvamento Minero	
El Objeto y el Alcance del Salvamento Minero	
Estructura interna del Salvamento Minero	
Organización operativa	

## HISTORIA DEL SERVICIO DE SALVAMENTO MINERO

### • Desarrollo Histórico

La actividad de la minería ha tenido lugar durante muchos siglos. De hecho, se registra que 'la minería era realizada por los monjes' ya a principios del siglo XV, donde el carbón era cortado a mano y recuperado a la superficie.

El aumento sustancial en la producción de carbón (durante la última parte del siglo XIX) y el consecuente aumento del número de minas de carbón operativas, trajo consigo un lamentable aspecto negativo– 'el aumento de las tasas de mortalidad'. Una gran proporción de las fatalidades se atribuyeron directamente a incendios y explosiones bajo tierra con presencia de gas metano (grisú) que, en varios casos, se propagó por medio del polvo de carbón. Además, se estableció que estas muertes no eran, en general, debido a la explosión inicial o a un incendio, sino a los productos resultantes de la combustión, principalmente monóxido de carbono, que

viajan de forma invisible por la mina con la corriente de ventilación y que envenenaron a esas almas desafortunadas.

Para agravar este problema, los colegas de los mineros atrapados o desaparecidos intentaron rescatarlos en un ambiente contaminado sin la ayuda de equipos de respiración y ellos mismos fueron víctimas de la catástrofe, una situación totalmente inaceptable.

Las mejoras que se requerían eran:

- El abastecimiento de un equipo de respiración adecuado y 'apto para el propósito'.
- La selección y la capacitación de personal para usar este equipo de respiración.
- Establecer centros para el servicio de las minas con instalaciones apropiadas para almacenar estos equipos y capacitar a las personas en su uso. Estos establecimientos debían situarse en un punto central en las áreas mineras.

## **OBJETO Y ALCANCE DE LA LABOR DE SALVAMENTO**

El salvamento incluye todo el trabajo operativo en las minas, en donde la atmósfera se ha tornado irrespirable por alguna fuente de contaminación, tal como la mezcla irrespirable de gases de una explosión, los productos de combustión de incendio, combustión espontánea, emisión de grisú, la insuficiencia de oxígeno y las irrupciones de agua o de gas.

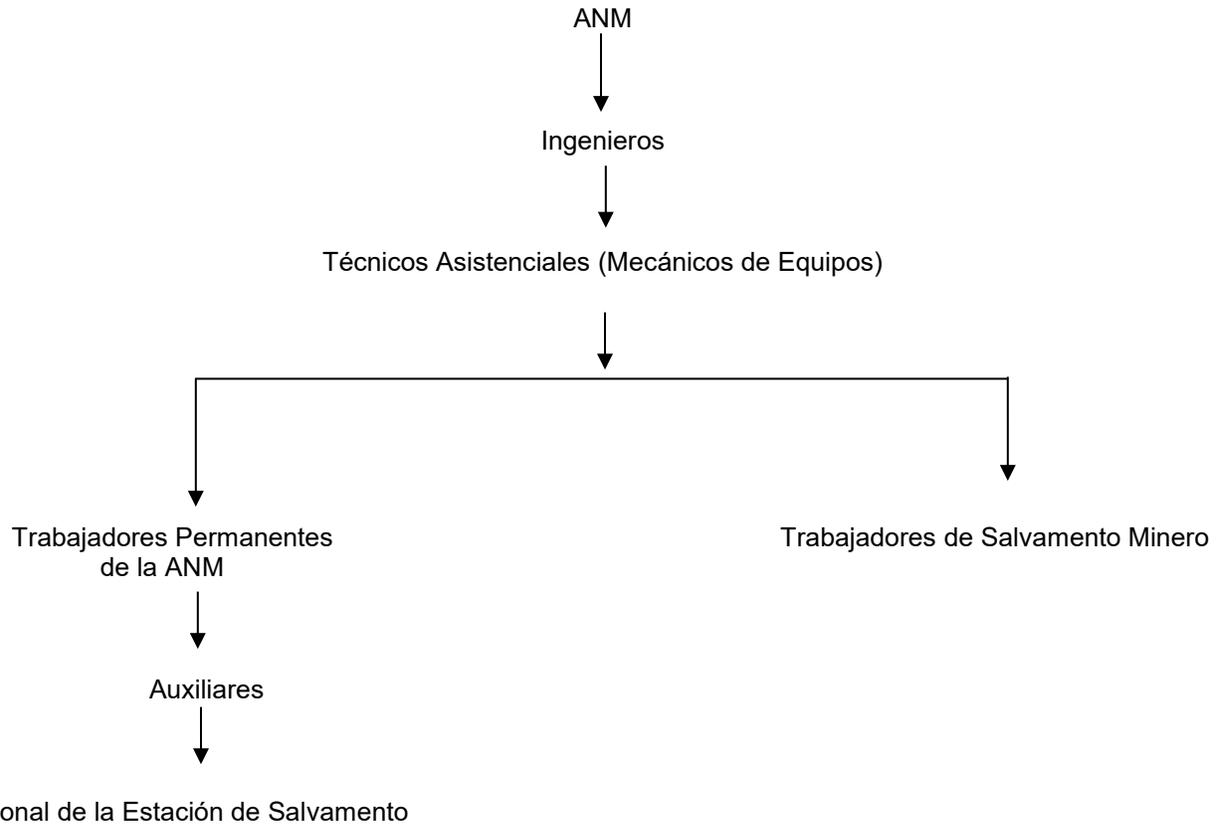
Los objetivos de la labor de salvamento minero son:

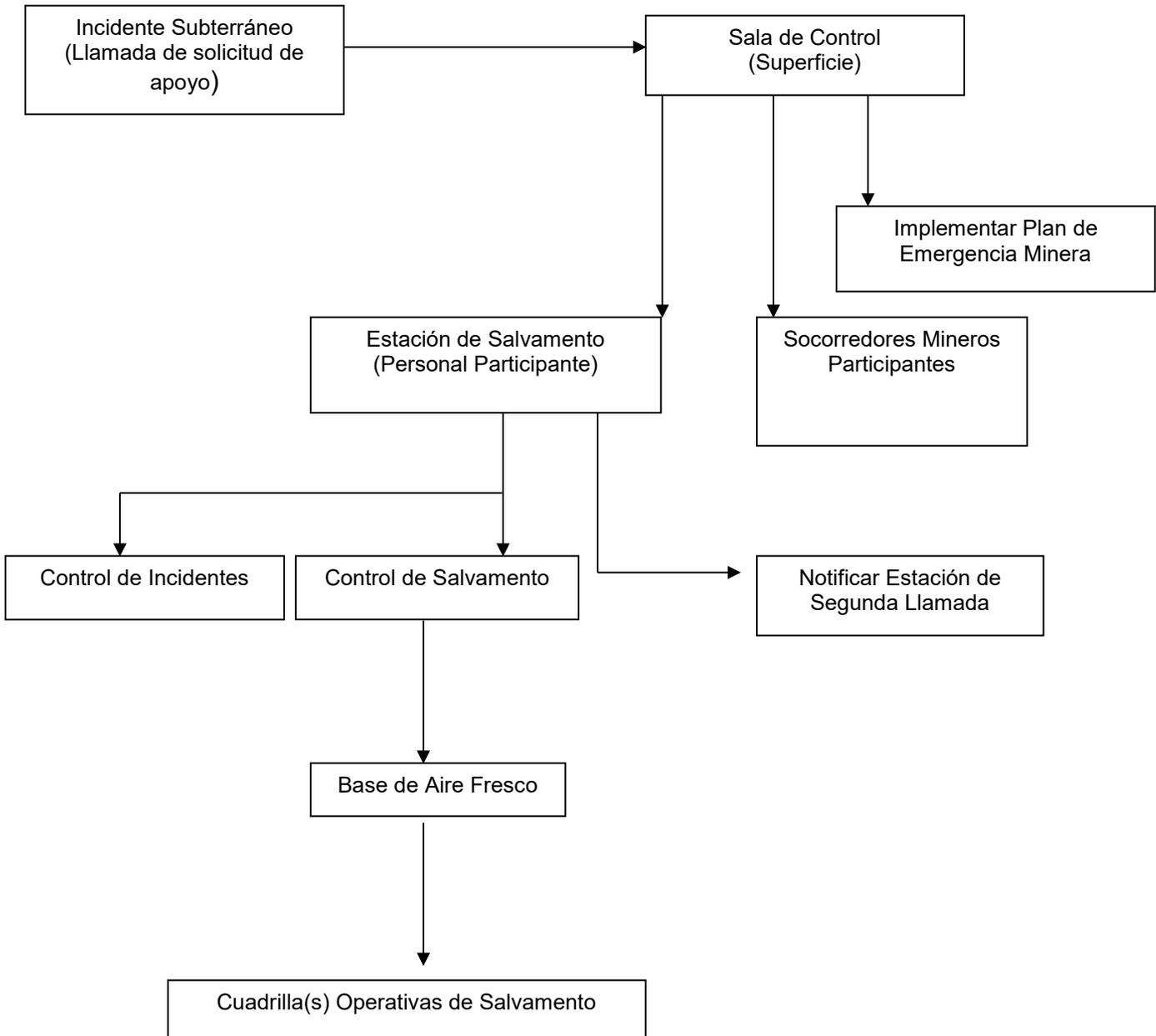
1. Salvar vidas
2. Prevenir una mayor pérdida de vidas
3. Recuperar los cuerpos
4. Salvar la propiedad
5. Llevar a cabo cualquier trabajo de recuperación en atmósferas que sean o puedan llegar a ser irrespirables para prevenir una mayor pérdida de propiedad



ORGANIZACIÓN DE MINES RESCUE SERVICE LTD

Estructura de la Gerencia de Salvamento Minero



**CUADRO DE CALAMIDADES" DE SALVAMENTO MINERO**

Con el fin de dar una mejor orientación a los Auxiliares potenciales, se ha recopilado una serie de Tarjetas que resumen (Memofichas) las obligaciones de los participantes del Salvamento Minero’.

Estas ‘Memo fichas’ deben utilizarse como una ‘herramienta de orientación’ durante la etapa inicial y las etapas posteriores de una emergencia. Aunque no todas son aplicables a los socorredores individuales, podrán utilizarse con fines pedagógicos para que el candidato tenga una mayor comprensión de cómo el salvamento minero se integra a todo el esquema de emergencias.

Las ‘Memo fichas’ se disponen de la siguiente manera:



- Memo ficha 5 - Obligaciones del Socorredor
- Memo ficha 4 - Obligaciones del Cuadrillero

Las siguientes 'Tarjetas de Obligación M R' se mantienen como un Apéndice al Día 1

- Memo ficha 3 - Persona Responsable de la 'Base de Aire Fresco'
- Memo ficha 2 - Persona Responsable del 'Control de Salvamento'
- Memo ficha 1 - Persona Responsable de la 'Estación de Salvamento'

**MEMO FICHA No 5 DEL SALVAMENTO MINERO OBLIGACIONES DEL SOCORREDOR****Responsabilidades del socorredor en la superficie.**

1. Si se le solicita, enséñele su identificación a seguridad (Pasaporte de Salvamento) a su llegada al sitio de la mina.
2. Vaya al control de salvamento y asegúrese de que se registre su llegada a la mina de carbón.
3. Repórtese al centro médico para un examen (a menos que una vida esté en juego).
4. Regrese al control de salvamento con una hoja de examen médico diligenciada.
5. Asegúrese de saber a qué cuadrilla está asignado y quédese con esa cuadrilla.
6. Asegúrese de saber cuáles serán sus obligaciones dentro de la cuadrilla. Cualquier equipo del cual usted sea responsable debería ser revisado tan pronto como sea asignado.
7. Asegúrese de que todos los exámenes y procedimientos de prueba se lleven a cabo satisfactoriamente en su equipo de respiración.
8. Asegúrese de que usted está vestido adecuadamente tanto para ir hasta la base de aire fresco como para las condiciones anticipadas cuando inicie la operación.
9. Las revisiones de emergencia de su lámpara y de su auto-rescatador deben efectuarse antes de ir bajo tierra.

**Las responsabilidades del socorredor a su llegada a la base de aire fresco, durante la espera y antes de iniciar la operación**

1. Después de que el cuadrillero se haya reportado a la persona a cargo de la base de aire fresco, asegúrese de que el equipo de respiración y otros equipos que usted haya llevado bajo tierra estén funcionando apropiadamente.



2. Es importante descansar, en la medida que sea razonablemente posible, hasta que su equipo sea llamado a entrar en acción.
3. Coopere totalmente con la persona a cargo de la base de aire fresco para asegurarse de que la base de aire fresco se mantenga en un estado operativo.
4. Asegúrese de que el equipo que usted estará llevando fuera de la base de aire fresco esté funcionando apropiadamente.
5. Cuando se le indique, realice los exámenes y los procedimientos de prueba del usuario del equipo de respiración antes de acoplar las mangueras y estar listo para las operaciones.

### **Responsabilidades del socorredor durante la acción**

1. Permanezca bajo la dirección del cuadrillero y obedezca todas las instrucciones tal como se las indiquen.
2. Utilice el equipo bajo su responsabilidad, de la forma y en el momento en que sea necesario.
3. Llame la atención del cuadrillero para mostrarle cualquier evidencia que crea que puede ser relevante para la acción.

### **Responsabilidades del socorredor a su regreso a la base de aire fresco**

1. Desacople y apague el suministro de oxígeno cuando se lo indique el cuadrillero.
2. Asegúrese de que las víctimas sean entregadas al personal debidamente capacitado en la base de aire fresco.
3. Espere más instrucciones.

### **Responsabilidades del socorredor a su regreso a la superficie**

1. Repórtese con el control de socorredores que se haya establecido e informe de su regreso a superficie; diligencie los registros que hayan sido previstos..
2. Devuelva la lámpara y el auto-rescatador al control de lámparas.
3. Deposite el equipo de respiración y otros equipos en las áreas correspondientes como lo indique la persona a cargo del control del equipo de salvamento

4. Solamente cuando se le indique, salga del control de salvamento para ir por refrigerios/duchas.
5. Repórtese al control de salvamento antes de salir de las instalaciones de la mina de carbón para recibir la hora de su siguiente obligación turno y hacer que se registre la hora (fuera de servicio) en la bitácora correspondiente.



## MEMO FICHA No 4 DEL SALVAMENTO MINERO OBLIGACIONES DEL CUADRILLERO

### Responsabilidades del cuadrillero en la superficie

1. Asegúrese de que todos los miembros de la cuadrilla, incluido Ud mismo, se hayan reportado a la persona a cargo del control de salvamento para hacer que su hora de llegada sea registrada en la bitácora correspondiente. (Lleve su “Pasaporte de Salvamento”).
2. La cuadrilla debe reportarse al control médico para ser examinados por el personal médico. Al finalizar, deben regresar al control de salvamento y darle los certificados médicos firmados a la persona correspondiente en el control de salvamento.
3. El cuadrillero debe hablar con la persona a cargo del control de salvamento para confirmar que él es el cuadrillero, determinar quién es el subcuadrillero y la constitución de la cuadrilla de salvamento. (En este momento, la cuadrilla está bajo las órdenes operativas).
4. Cuando la persona a cargo del control de salvamento lo solicite, el cuadrillero debe llevar a su equipo a revisar los equipos de respiración y cualquier otro equipo asociado que sea necesario que lleve la cuadrilla.
5. El cuadrillero debe asegurarse de que los miembros de la cuadrilla tengan la vestimenta correcta para las condiciones que probablemente se encuentren bajo tierra.
6. El cuadrillero debe ser interrogadas acerca de la situación actual y las tareas que probablemente serán realizados por su cuadrilla antes de proceder bajo tierra. Esto incluirá una ruta a la base de aire fresco, disposiciones de transporte y el posible uso de una guía. Podrá tomar notas, dependiendo de la información suministrada.
7. El cuadrillero debe asegurarse de que tiene los planos necesarios y demás información correspondiente a las obligaciones previstas antes de dejar la superficie, así como los elementos personales del equipo tales como un reloj, un cuaderno, una tiza, un cuadro higrométrico, etc.

8. El cuadrillero deberá asegurarse de que se hayan tomado las lecturas de presión de los cilindros de oxígeno de los equipos de respiración y se hayan registrado los resultados antes de dejar la superficie (esto podrá haberse realizado cuando el equipo de respiración haya sido asignado y revisado).

### **Responsabilidades del Cuadrillero tras la llegada a la base de aire fresco y durante la espera**

1. Inicialmente, informar a la persona a cargo de la base de aire fresco acerca de la llegada de la cuadrilla, con el fin de recibir instrucciones con respecto a si su cuadrilla va a estar en una posición operativa o en espera. También para garantizar que el equipo de respiración y otros equipos no se hayan dañado durante el desplazamiento desde superficie.
2. Llevar a cabo los exámenes apropiados del equipo de respiración y los procedimientos de prueba para garantizar que el equipo de respiración se encuentra en completo y normal funcionamiento.
3. Confirmar que todos los socorredores están en una condición física satisfactoria y se sienten confiados de poder asumir la labor en cuestión.
4. Si se encuentra en una posición en espera, la cuadrilla deberá descansar tanto como sea posible, pero también deberán ayudar a la persona a cargo de la base de aire fresco en el cumplimiento de sus deberes. Esto puede incluir tomar muestras regulares en la base de aire fresco, manteniendo un registro, conservando el área ordenada, etc.

### **Responsabilidades del Cuadrillero en la base de aire fresco antes de la entrada en operación**

1. El cuadrillero y la cuadrilla reciben información del comandante de incidente con relación a las labores que deberán realizar mientras se encuentren en acción.
2. Tomar notas y marcar la ruta en el plano de manera apropiada.



3. Es importante que los relojes estén sincronizados y que se tenga en cuenta la hora en que la cuadrilla debe volver a la base de aire fresco.
4. Garantizar que los socorredores estén vestidos de manera apropiada para las labores a ser desarrolladas y las condiciones que se puedan encontrar.
5. Revisar todo el equipo relacionado garantizando que los elementos personales como cuadernos, tizas, etc. están disponibles.
6. Garantizar que se lleven a cabo las pruebas del usuario y el procedimiento de pruebas de todos los equipos de respiración, incluyendo el procedimiento de acople y la inspección del cuadrillero.
7. Tras recibir instrucciones del comandante de incidente, el cuadrillero deberá desde la base de aire fresco con su cuadrilla.

### **Responsabilidades del Cuadrillero de la Cuadrilla mientras está en acción**

1. Después de dejar la base de aire fresco, el cuadrillero deberá dedicarse a garantizar la seguridad de la cuadrilla y no deberá participar en ninguna actividad que pueda restarle importancia a este papel.
2. Revisar y registrar las lecturas de presión con intervalos que no superen 15 minutos, y asegurarse que todos los socorredores estén aptos para continuar. Si un socorredor resulta no apto o si se desarrolla una falla en cualquiera de los equipos de respiración, la cuadrilla deberá regresar de inmediato a la base de aire fresco.
3. Controlar todas las actividades de la cuadrilla que les permitirán volver a la base de aire fresco dentro del tiempo acordado. Se deberán tomar lecturas regulares del higrómetro, y se deberán determinar las acciones apropiadas con respecto a los resultados.
4. La ruta recorrida deberá estar marcada de manera clara (usualmente con tiza). Esto le ayudará a la cuadrilla en el tramo de regreso de la operación. Los caminos que se desvíen de la ruta principal de viaje deberán ser cercados, de ser posible (con una cerca o con cinta de marcación). Si la visibilidad está limitada por humo entonces se deberá utilizar una línea de vida que conduzca a la base de aire fresco. Se podrán utilizar faroles como barras de neón de distintos colores para marcar la ruta, el equipo importante, los hidrantes de incendio, cuerpos, el alcance máximo de la exploración, etc.

5. En tanto sea razonablemente posible, todos los socorredores deberán actuar como una cuadrilla y mantenerse juntos. Si hay humo o polvo que obstruya la visibilidad, deberá utilizarse una línea de conexión de cuadrilla para evitar que los socorredores se separen de la cuadrilla.
6. La cuadrilla no intentará entrar o pasar por ningún lugar que parezca tener un tamaño insuficiente para una persona que esté utilizando un equipo de respiración a menos que sea para salvar una vida.
7. Garantizar que los heridos reciban el tratamiento apropiado y sean regresados de inmediato a la base de aire fresco.
8. Observar y registrar cualquier asunto que pueda ser relevante para el incidente, incluyendo, la condición de las vías, el ambiente, la ubicación de los heridos o cualquier otra anomalía. Estos puntos deberán estar debidamente registrados y marcados de manera precisa en el plano de la mina.

### **Responsabilidades del Cuadrillero tras el regreso a la base de aire fresco**

1. El cuadrillero se reportará ante el comandante de incidente a cargo de la base de aire fresco.
2. Los heridos deberán ser entregados al personal apropiado en la base de aire fresco.
3. Desacoplar las mangueras de todos los equipos de respiración de la cuadrilla. Garantizar que los cilindros de oxígeno estén cerrados.
4. De ser prudente, se proporcionarán refrigerios, cambios de ropa, etc. para los socorredores y las cuadrillas en descanso.
5. Proporcionar un informe verbal completo al comandante de salvamento acerca de las labores desarrolladas, y cualquier otro asunto relacionado con el desempeño de la cuadrilla y el equipo.

6. Tras ser notificado, el cuadrillero deberá retirar a su cuadrilla de la base de aire fresco, y regresar de manera ordenada a la superficie.
  
1. Deberá regresar todos los equipos al control de salvamento o a la lampistería según se haya convenido.
2. Notificar a la persona a cargo del control de salvamento acerca de su regreso a la superficie.
3. Deberá advertir a la cuadrilla que no haga comentarios con relación a la operación a ninguna persona que no esté relacionada directamente con la operación.
4. Deberá completar el informe del cuadrillero.
5. El cuadrillero podrá estar en necesidad de informar al ingeniero de la estación de salvamento /control de incidentes, las labores realizadas.
6. Garantizar que los socorredores de su cuadrilla están bien (que pueden o han tomado una ducha y se han refrescado).
7. Antes de dejar la mina, garantizar que la persona a cargo del control de salvamento registre la salida de los socorredores y, de ser necesario para un periodo de trabajo posterior, reciban la fecha y hora exactas de la siguiente asistencia. (Hoja completa y apropiada en el Pasaporte de Rescate que esté firmada por el comandante de salvamento.)

## Asuntos Administrativos Relacionados

El papeleo relacionado con cualquier emergencia de salvamento es amplio y variado. Ciertos aspectos de la administración son un requisito para la revisión e identificación de mejoras, mientras otros son útiles en caso de una investigación posterior.

El propósito de esta sección es familiarizar a los socorredores potenciales con los documentos administrativos que deberán diligenciar.

- **Libro de Informes del Cuadrillero** (ejemplo a ser proporcionado)

Tras el regreso de una operación de salvamento, el Cuadrillero deberá hacer un informe verbal inmediato al Comandante de Incidente a cargo de la base de aire fresco, también deberá hacer un informe escrito completo y preciso (a tinta) en el Libro de Informes del Cuadrillero. Dicho informe deberá ser claro, conciso y objetivo y deberá abordar los eventos desde cuando la cuadrilla fue bajo tierra hasta su regreso a la superficie. Los eventos deberán ser registrados en el orden en que se dieron y organizados temporalmente utilizando un sistema de reloj de 24 horas. El informe deberá incluir:

- a. Nombres de los socorredores junto con los números de sus equipos.
- b. Lecturas de los indicadores de presión de los equipos de respiración y los resultados del monitoreo de gases (adjuntar la tarjeta del calibrador).
- c. Los nombres y designación de las personas que emiten las órdenes a la cuadrilla, así como los nombres de personas que estén acompañando a la cuadrilla, ya sea bajo tierra o haciendo una inspección.
- d. La identificación de cualquier víctima y cualquier disposición para volver a la base de aire fresco.

El cuadrillero deberá firmar el informe y deberá estar refrendado por el Comandante de Incidente de mayor rango y mantenido en el Control de Salvamento mientras la operación continúe.

- **Tarjeta de Calibrador BG4** (ejemplo a ser proporcionado)

Uno de los “Deberes del Cuadrillero” será revisar y registrar la presión del oxígeno contenido en el equipo de respiración de cada socorredor antes de avanzar más allá de la Base de Aire Fresco y, mientras esté en operación, con intervalos que no superen los 15 minutos.

*El ejemplo será discutido con los candidatos.*



- **Bitácoras Relevantes** (Base de aire fresco, etc.) (ejemplo a ser proporcionado)

Con el fin de mantener un registro real y preciso, que sea relevante para la operación, cada Control tiene una Bitácora, que es completada meticulosamente. Estas se mantienen y pueden ser utilizadas para una investigación posterior.

*Los ejemplos serán discutidos con los candidatos.*

**MEMO FICHA No. 3 DEL SALVAMENTO MINERO**  
**PERSONA RESPONSABLE (AUXILIAR) DE LA BASE DE AIRE FRESCO**

1. Establecer la base de aire fresco y garantizar (junto con el comandante) que está ubicada de manera apropiada (y, cuando sea necesario, se deberá reubicar cuando su seguridad se vea amenazada) y que la comunicación telefónica o demás comunicaciones apropiadas han sido establecidas y mantenidas con la superficie.
  
2. Iniciar un registro de la base de aire fresco. Este deberá incluir:
  - Fecha, hora y detalles de todas las llamadas hechas y recibidas.
  - Nombres de personal de salvamento que lleguen a cumplir con sus labores y se vayan al final del turno.
  - Registrar el equipo entregado y/o levantado de la base de aire fresco.
  - Cualquier instrucción verbal impartida con relación a la operación de salvamento.
  - Resultados de las mediciones de gases tomadas en la base de aire fresco.
  
3. Mantener contacto cercano con la persona a cargo de las operaciones subterráneas.
  
4. Garantizar que el equipo de salvamento relacionado, incluyendo el equipo de respiración, el equipo de reanimación, una camilla y un kit de primeros auxilios están disponibles en la base de aire fresco, según sea necesario, que hayan sido probados antes de ser utilizados.
  
5. Confirmar que el procedimiento de prueba y revisión del equipo de respiración se ha llevado a cabo antes que la cuadrilla proceda al ingreso desde la base de aire fresco.
  
6. Informar a la cuadrilla, especialmente asegurando que el cuadrillero sabe a qué hora debería regresar la cuadrilla a la base de aire fresco, y entrevistando a la cuadrilla cuando esta regrese. Los cuadrilleros y cuadrillas de salvamento bajo órdenes operativas no aceptarán instrucciones ni recibirán cambios de instrucciones de otras personas.



7. Garantizar que el cuadrillero no proceda desde la base de aire fresco sin un plano de salvamento actualizado. (al menos un miembro de la cuadrilla también deberá tener reloj)
8. La cuadrilla estará vestida apropiadamente para las condiciones de operación previstas.
9. Garantizar que una cuadrilla en espera apropiadamente constituida esté lista en la base de aire fresco, que sea capaz en todos los aspectos de entrar en operación en el menor tiempo posible. Excepto cuando haya vidas en juego, las cuadrillas de salvamento no deberán comprometerse en ninguna actividad que pudiera poner en riesgo esta labor.
10. Garantizar, según convenga, que los heridos reciban un tratamiento de primeros auxilios y sean transportados fuera de la mina.
11. Cooperar con el “controlador bajo tierra” el transporte de las cuadrillas y el equipo fuera de la mina.
12. El responsable de ayudar a la persona a cargo de las operaciones bajo tierra deberá garantizar la seguridad del personal diferente a los socorredores cuando, en circunstancias excepcionales, ambas cuadrillas estén utilizando equipos de respiración y el personal diferente a los socorredores esté trabajando al interior o más allá de la base de aire fresco.

**El alcance de las operaciones a realizar por aquellos con y sin equipos de respiración deberá estar claramente definido y mantenido por separado.**

**MEMO FICHA No. 2 DEL SALVAMENTO MINERO**  
**PERSONA RESPONSABLE DEL CONTROL DE SALVAMENTO**

1. Iniciar el registro del control de salvamento. Esto deberá incluir:
  - Fecha, hora y detalles de todas las llamadas hechas y recibidas.
  - Nombres del personal de socorredores que lleguen a cumplir con sus labores y se vayan al final del turno.
  - Registrar el equipo entregado y/o levantado del control de salvamento
  - Cualquier instrucción verbal dada con relación a la operación de salvamento.
  - Registro de los que hayan sido examinados por un médico.
2. Garantizar que los socorredores que llegan, hayan sido examinados por un médico y tengan evidencia de ello a su regreso al control de salvamento.
3. Los socorredores que hayan sido considerados aptos a nivel médico serán incluidos en cuadrillas de salvamento operativas con un cuadrillero y sub-cuadrillero.
4. Asignar equipos de respiración y demás equipos a cada cuadrilla y supervisar personalmente una inspección visual del equipo.
5. Garantizar que los equipos de respiración y demás equipos fueron sometidos a los procedimientos apropiados de revisión y prueba antes que alguna de las cuadrillas abandone el control de salvamento.
6. Informar a la cuadrilla en operación y proporcionar al cuadrillero un plano actualizado de la parte relevante de la mina.
7. Notificar al personal correspondiente sobre los tiempos de viaje/transporte y, cuando sea posible, proporcionar una guía.
8. Garantizar que la siguiente cuadrilla en espera en la superficie esté en el control de salvamento y esté disponible para prestar un respaldo inmediato.
9. Cuando sea apropiado, fijar y mantener una planificación de turnos permanente, para ayudar y mantener el monitoreo de las cuadrillas en el sitio y sus ubicaciones. También se puede incluir información adicional.



A continuación se incluye un ejemplo:

Números de teléfono:	PLANIFICACIÓN DE TURNOS DE LAS CUADRILLAS						Siguiete Turno/Hora de la Cuadrilla
	Área de Espera	Control de Salvamento	Desplaz.al Interior	Base de aire fresco	En Operación	Desplaz. al Exterior	
Inc. Control Base de aire fresco Of. Labores Control B/T Estación de Salvamento	Cuadrilla 8	Cuadrilla 7	Cuadrilla 6	Cuadrilla 5	Cuadrilla 4	Cuadrilla 3	Cuadrilla 1 18/08/02 1600 Cuadrilla 2 18/08/02 1800
	Comandante Cont. Incidentes  R. Adair	Comandante Control Salvamento  K. Russell	Comandante Base de aire fresco  R. Crowe				

La planificación deberá ser actualizada constantemente para garantizar que se tenga conocimiento sobre las ubicaciones de las cuadrillas/comandantes y los controles importantes.

10. Tomar las medidas para recargar, probar y almacenar todo el equipo de salvamento.
11. Mantener la vigilancia continua con relación a la idoneidad y condición de todos los materiales y equipos utilizados en el sitio previsto para su almacenamiento, y organizar el reemplazo y reaprovisionamiento necesario.
12. Garantizar que todos los trabajos de mantenimiento realizados en la mina, con relación a los equipos de respiración se lleven a cabo en condiciones de aire fresco. Cualquier equipo que esté listo para ser utilizado se mantendrá completamente limpio y será almacenado apropiadamente.
13. Garantizar que no se permita ninguna actividad, diferente a las directamente relacionadas con la operación de salvamento y que las personas que no están relacionadas directamente con la operación de salvamento no tienen permitido permanecer en los sitios de control de la emergencia (control de salvamento).
14. Se deberá publicar un plano de la mina en el control de salvamento, identificando todas las áreas en operación y bases de aire fresco.



15. Mientras las cuadrillas regresan al sitio de control, los equipos utilizados deben ser llevados a un área aparte y se tomarán las medidas para que sean llevados para ser recargados/revisados.
16. El cuadrillero debe diligenciar el 'informe del cuadrillero' y adjuntar una tarjeta de calibrador del BG4. La persona a cargo del control de salvamento deberá contrafirmar este informe. El recibo adjunto debe ser diligenciado y entregado al cuadrillero, estableciendo la siguiente hora de servicio.
17. Si es necesario, el cuadrillero debe ser instruido para que vaya al control de incidentes para ofrecer una actualización sobre la situación actual.
18. DEBE realizarse una entrevista completa en las rotaciones de cambio de turno.

**MEMO FICHA No 1 DEL SALVAMENTO MINERO**  
**PERSONA RESPONSABLE DE LA ESTACIÓN DE SALVAMENTO**

Inicie un registro de estación. Esto debería incluir:-

- Nombres del personal de tiempo completo implicados en emergencias, y sus horas de estar en servicio y de irse a casa.
- Registro de las instrucciones impartidas a los individuos, por ejemplo, la hora de regreso al servicio y en qué ubicación.
- Registro de solicitudes para cuadrillas y personal adicionales.
- Fecha, hora y detalles de todas las llamadas recibidas y realizadas.
- Ubicación del personal de salvamento, por ejemplo, en la mina, en tránsito y en el vehículo.
- Números de teléfono útiles de puntos de control en una mina afectada mientras se establecen por ejemplo Base de aire fresco, Control de Salvamento, Control de Incidentes, etc.
- Equipos que se sacan de la estación y se devuelven.
- Entregas de materiales y equipos auxiliares.

1. Inicie y mantenga una Hoja de Asistencia a Incidentes para todo el personal de la estación implicado en el incidente. (También podrán necesitar mantener un registro de asistencias del personal de otras estaciones de salvamento y/o de otras minas que podrán ser utilizadas en la estación.)
2. Asegúrese de que el vehículo en la estación esté equipado con equipos de reserva en preparación para una solicitud adicional de equipos y especialmente equipos de respiración.
3. Verifique que todos los demás vehículos estén llenos de combustible y estén listos para su uso inmediato.
4. Verifique las reservas de oxígeno y de otros gases y, si es necesario, solicite más reservas.
5. Prepare la sala de equipos para la prestación de servicios a equipos utilizados.
6. Solicite el plano de la mina correspondiente del archivo de almacenamiento y actualícelo regularmente (ubicación de la base de aire fresco, referencia de coordenadas de caídas de techo, etc.).

7. Si se requiere cualquier equipo especializado, es decir, equipo de corte, verifique que estén completos, que el PPE correspondiente sea suministrado y que el equipo sea almacenado en cajas de madera y ubicado en un área de almacenamiento disponible hasta que sea solicitado.
8. Inicie y mantenga un Plan de Turnos para todas las estaciones asignadas y para el personal de tales estaciones y otro personal. Esto garantizará que los puntos clave de control sean reforzados durante toda la operación.
9. Establezca enlaces con otras minas y estaciones de salvamento para garantizar que los socorredores, cuadrillas y comandantes se pongan a disposición a la fecha, ubicación y horas solicitadas.
10. Establezca enlaces con otras estaciones de salvamento y otras entidades de socorro para el suministro de hombres, equipos y servicios especializados.
11. NO HABLEN CON LOS MEDIOS O LA PRENSA – DIRÍJALOS A LA OFICINA CENTRAL
12. Podrá ser necesario adelantar los procesos necesarios para cancelar compromisos de entrenamiento u de otra naturaleza.
13. Asegúrese de que el teléfono esté funcionando continuamente. Permanezca en donde pueda tener fácil acceso a la sala de control.
14. No abandone la estación de salvamento hasta que sea relevado.



**DÍA 1**

**DEMOSTRACION**

**Sesión de Demostración:**

Como verificar que un Socorredor está haciendo uso apropiado de los Equipos de Respiración:

1. Demostrar las pruebas que debe realizar el usuario del equipo de respiración BG4, el procedimiento de pruebas y las inspecciones del cuadrillero.
2. Seguimiento a un Socorredor mientras este hace uso durante 30 minutos de BG4 (15 minutos) con tubos de respiración desconectados de la máscara y (15 minutos) acoplados bajo oxígeno.
3. Demostrar las pruebas que debe realizar el usuario del equipo de medición de gases tipo MX6, procedimientos de pruebas y las inspecciones del cuadrillero.
4. Demostrar que puede apoyar transporte y manejo de víctimas.
5. Observar el mantenimiento y preparación del BG4.

**DÍA DOS**

**DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar Autoevaluación del Delegado)**

**CONFERENCIA:**

- Principios de equipo Dräger BG4
- Principales Riesgos y efectos de:
  - Incendios (Se debe presentar la sección 3.1 de los Lineamientos)
  - Caída de Rocas (Se debe presentar la sección 3.2 de los Lineamientos)

1. Entenderán los principios del equipo de regeneración de oxígeno. Si bien el Auxiliar no será el usuario final ni el mecánico de los equipos este debe estar familiarizado completamente con el uso y mantenimiento de los equipos para poder apoyar a los socorredores (usuarios) durante una emergencia.

RESUMEN

1. Introducción	
2. Principios de equipos de regeneración	

**1. PRINCIPIOS DE EQUIPOS DE REGENERACIÓN**

Los equipos que el Servicio de Salvamento Minero utiliza actualmente son los Dräger BG4. Esos son equipos de respiración autónomos de circuito cerrado que se definen como:

*‘Equipos de respiración autónomos de circuito cerrado, de oxígeno comprimido u oxígeno-nitrógeno comprimido, diseñados y contruidos para que el gas respirable que se exhala sea conducido desde la máscara a un circuito que contiene un cartucho de absorción de dióxido de carbono y una bolsa de respiración en donde queda disponible para respirarse nuevamente. El cartucho de absorción de dióxido de carbono contiene químicos que absorben el dióxido de carbono exhalado. El oxígeno u oxígeno-nitrógeno son alimentados al equipo por medio de un flujo constante o por medio de un flujo controlado por el pulmón o por medio de una combinación apropiada de ambos. El flujo del aire respirable se hace por medio de un circuito de ida y vuelta y el exceso de gas es expulsado por medio de una válvula de descarga’.*

El BG4, es del tipo de oxígeno comprimido. El cilindro está cargado con oxígeno con una pureza no inferior al 98%. El flujo de gas a través del equipo se realiza en dos sentidos (dos tubos: inhalación y exhalación). El gas exhalado que contiene dióxido de carbono pasa por medio de un absorbente de dióxido de carbono (cartucho absorbente) en donde se reduce efectivamente el dióxido de carbono. La mayoría del gas regenerado circulará entonces a través del equipo luego de ser refrigerado y enriquecido con oxígeno fresco que es suministrado en un flujo constante desde el cilindro de reserva. El exceso de gas es expulsado del equipo y a la atmósfera por medio de una válvula de descarga.

Dicho en pocas palabras, el gas suministrado en un equipo de respiración de regeneración es reciclado y de esa forma se extiende su tiempo de uso.

## INTRODUCCIÓN

Aunque hay muchos tipos de equipos regenerativos disponibles, el modelo usado actualmente por el Salvamento Minero es el Dräger BG4. El BG4 es un equipo de respiración autónomo de circuito cerrado, de oxígeno comprimido en el que el aire exhalado es parcialmente respirado de nuevo por el usuario luego de que la concentración de dióxido de carbono ha sido efectivamente reducida y la concentración de oxígeno ha sido enriquecida.

## Datos Técnicos

Peso cuando está completamente cargado	14.8kg
Dimensiones:	
Longitud	595 mm
Ancho	450 mm
Profundidad	185 mm
Absorbente de Dióxido de Carbono:	Drägersorb 400
Carga	Cartucho de un solo uso o Cartucho recargable
Cilindro:	
Presión de carga	200 bar
Capacidad	400 litros
Presión de trabajo	180 bar
Capacidad	360 litros
Capacidad de la bolsa de respiración	5.5 litros
Parámetros de prueba real:	
Presión negativa	-10 mb
Presión positiva	10 mb
Válvula de descarga	4 mb – 7 mb
Duración del Equipo:	
Temperatura hasta 40°C	4 horas
Temperatura hasta 60°C	1 hora
Temperatura hasta 90°C	15 minutos

Nota:

Primera alarma de baja presión  
Segunda alarma de baja presión

Reserva del 25% (75% consumo)  
Reserva del 5% (95% consumo).

Medición (tasas de flujo) en 200bar

Medición constante

1.5 L / min a 1.9 L / min

Válvula de paso

> 50 L / min

Válvula mínima

> 80 L / min

Batería (Bodyguard)

Rayovac AL/9.0 volt o Duracell MN 1604

Agente Anti-empañante

Klar-Pilot gel/fluido

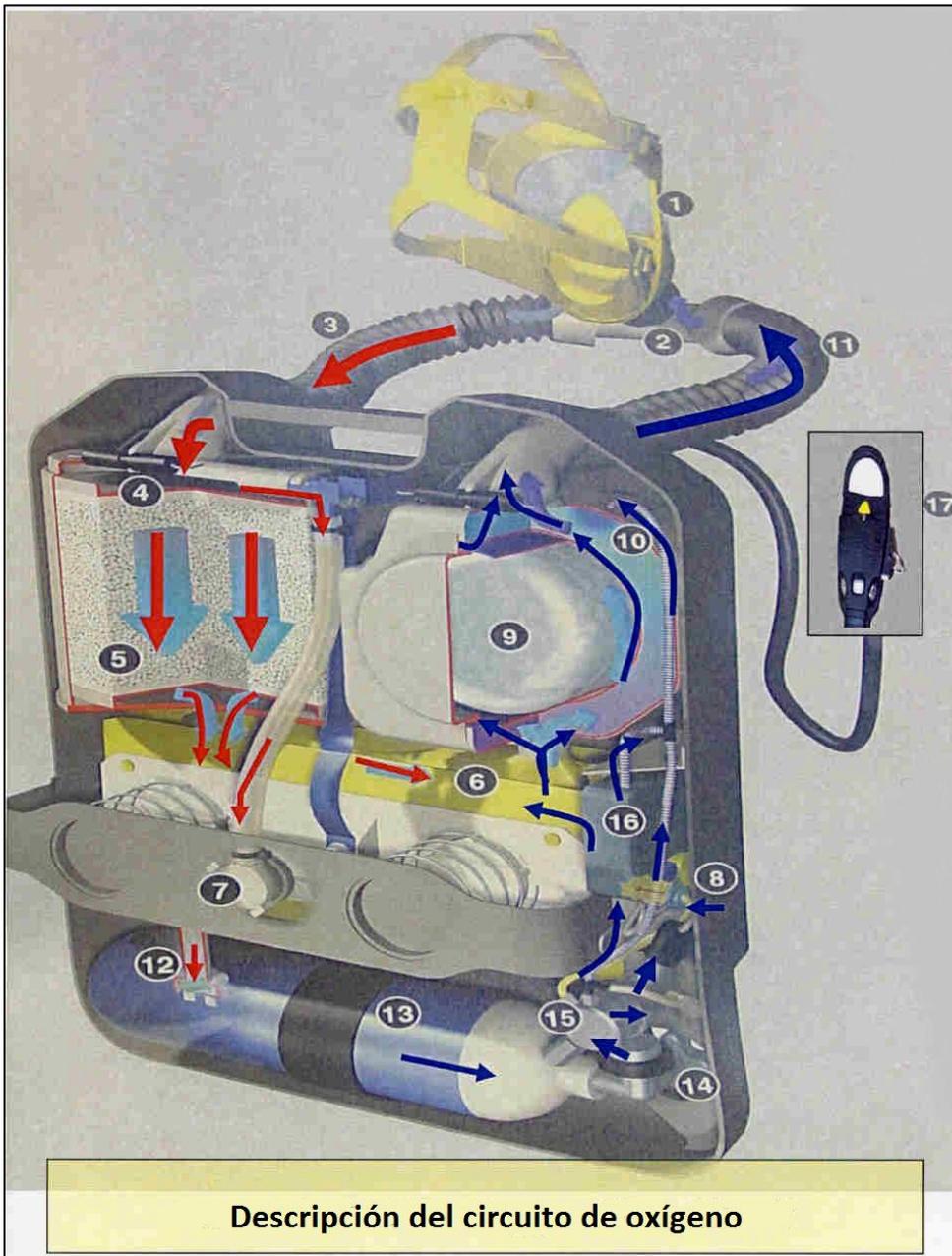
Lubricante

Molykote 111

Desinfección

Multidor F o Incidur Steriwipe

Esquema del Circuito de Respiración  
DIAGRAMA DE CIRCUITOS DE FLUJO



1. Máscara.
2. Conector de Respiración
3. Manguera de exhalación
4. Filtro de Polvo
5. Carga Absorbente de CO<sub>2</sub>
6. Bolsa de Respiración
7. Válvula de Descarga
8. Válvula Mínima
9. Refrigerador de aire
10. Dosis constante (flujo)
11. Manguera de Inhalación
12. Válvula de Drenaje
13. Cilindro de Oxígeno
14. Válvula de Cilindro
15. Reductor de Presión
16. Interruptor - Caja
17. Unidad Body Guard

El oxígeno es introducido en el aparato de respiración desde el cilindro de oxígeno (13) al abrir la válvula de cilindro (14), que permite que el oxígeno fluya hacia el reductor de presión (15).

Desde el reductor de presión, el oxígeno, a la presión del cilindro, es dirigido a:

- a) **La unidad Bodyguard**, la cual se enciende inmediatamente (17).
- b) **La caja del interruptor (16)**.
- c) **La válvula mínima**, la cual descarga el oxígeno en la bolsa de respiración a un caudal > 80 litros por minuto (8), y,

- d) **El refrigerador de aire**, con una administración constante de oxígeno (flujo) de entre 1,5 y 1,9 litros por minuto (9).

El Circuito:

La dosis constante de oxígeno entra al refrigerador de aire (9) y pasa a la manguera de inhalación (11); posteriormente viaja por medio de la válvula de inhalación y entra a la máscara (1) en donde es inhalado por el usuario.

En la exhalación, la válvula de inhalación se cierra y la válvula de exhalación se abre; en la inhalación ocurre lo contrario, controlando así el flujo de oxígeno por el circuito de respiración.

En la exhalación, el aire exhalado pasa por medio de la válvula de exhalación y entra a la manguera de exhalación (3); entonces pasa al cartucho absorbente (4) en donde la sustancia absorbente (5) remueve efectivamente tanto el dióxido de carbono como la humedad del aire exhalado.

Al abandonar el cartucho absorbente (4), el aire regenerado entra a la bolsa de respiración (6), en donde es enriquecido con oxígeno suministrado por la válvula mínima (8) "en inicio". De la bolsa de respiración (6), el aire pasa al refrigerador de aire (9) en donde se encuentra con el oxígeno fresco de administración constante suministrado desde el cilindro y el ciclo comienza de nuevo.

Notas: El exceso de presión en el circuito de respiración es descargado a la atmósfera por medio de una válvula de descarga automática (7), la válvula de descarga es establecida para descargar entre 4 y 7 mb.

La refrigeración del aire inspirado es lograda por un cubo de hielo preformado insertado en el compartimento central del refrigerador de aire. El calor es absorbido por el hielo dando así el efecto de refrigeración necesario al aire inspirado.

Una válvula de descarga de agua es conectada a la bolsa de respiración con el fin de descargar la humedad del circuito de respiración a la atmósfera.

Valoración del equipo**CILINDRO**

El cilindro de 2 litros está construido en acero, llenado a una presión de 200 bar y proporciona 400 litros de oxígeno médico (con 99,5% de pureza).

Cuenta con una válvula instalada en el cuello del cilindro, permitiendo que el usuario abra y cierre el cilindro cuando lo necesite. Al abrir la válvula, el oxígeno fluirá desde el cilindro hasta el reductor de presión.

Una vez que el cilindro esté conectado (apretado a mano) al reductor de presión, se fija un dispositivo anti-vibración a las ranuras en la manija de la perilla de ajuste. Esto impedirá que el cilindro y el reductor de presión se desajusten durante la operación.

**REDUCTOR DE PRESIÓN**

El reductor de presión es fijado al cilindro y reduce efectivamente la presión del cilindro a niveles aceptables antes de entrar al circuito de respiración. El reductor también suministra oxígeno a varios componentes claves, a saber:

- Válvula mínima.
- Refrigerador (medición constante)
- Caja de interruptor
- Bodyguard
- Sensor
- Descarga

**BY PASS**

El botón de by pass es conectado al reductor de presión y es operado manualmente por el usuario. Oprimir el botón rojo le proporcionará al usuario un flujo de oxígeno adicional >50 L/min, si se requiere.

**CAJA DE INTERRUPTOR**

La caja del interruptor monitorea el flujo de oxígeno desde el reductor de presión, enviando información al Bodyguard.

### BODYGUARD



La unidad Bodyguard, es el componente electrónico principal del BG4. Esta le proporciona al usuario información relativa al estado de la unidad. La pantalla digital le permite al usuario ver y registrar información según como se requiera:

- Presión del Cilindro
- Tiempo restante hasta la alarma de 55bar
- Ícono para minutos
- Botón de pánico amarillo
- Botón derecho
- LED verde
- Unidad de Señal de Socorro Automática (Conteo)
- LED rojo
- Botón izquierdo
- Visualización análoga de oxígeno
- Secuencia de auto-verificación
- Condición de la batería

La carcasa de caucho exterior brinda protección frente al uso fuerte y la unidad es alimentada por una batería de 9 voltios que está ubicada en la parte posterior.

### REFRIGERADOR DE AIRE



El refrigerador de aire está construido en Plástico Reforzado con Vidrio (GRP) y está compuesto por dos secciones.

- La parte interior tiene el “bloque de hielo” preformado que proporciona un medio de refrigeración para el aire inspirado durante la respiración. Tiene una cubierta sellada para contener el “bloque de hielo”, pequeño hueco superior.
- La sección exterior proporciona una carcasa exterior robusta construida de GRP con el anillo entre las dos secciones que proporcionan un camino para el paso de aire inspirado.

La conexión inferior (entrada) se fija a la bolsa de respiración y la conexión superior (salida) se fija al acoplamiento de la manguera de inhalación.

Un conector insertable (azul) contempla el suministro de entre 1,5L/min a 1,9 L/min de oxígeno desde el reductor de presión al circuito de respiración.

## CARTUCHO ABSORBENTE DE CO<sub>2</sub>



El cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> está construido de plástico traslúcido reforzado con vidrio (GRP) cuyo propósito es contener una carga de absorbente de CO<sub>2</sub> que remueva efectivamente el dióxido de carbono y la humedad del aire expirado del Usuario.

La conexión en la parte superior (entrada) se conecta al acoplamiento de la manguera de exhalación. Entonces, el aire expirado pasa por medio de una serie de filtros y el absorbente de CO<sub>2</sub>, sale entonces por medio de la conexión externa, la cual se conecta a la bolsa de respiración.

La salida derecha superior forma parte del circuito de la válvula de descarga, a medida que la presión en el circuito de respiración aumenta, la válvula de descarga se abrirá 4 mbar y 7 mbar, permitiendo así que el aire expirado pase por medio del tubo de plástico transparente y salga a la atmósfera por medio de la válvula de descarga.

Una banda de acero y cuatro abrazaderas fijan la placa inferior al cartucho y un gran anillo en forma de "o" constituye el sello.

## BOLSA DE RESPIRACIÓN



La parte flexible y principal de la bolsa de respiración está hecha de látex (de color amarillo), tiene una capacidad de 5,5 litros y le da al usuario una reserva de oxígeno.

Cuatro cuellos de látex están moldeados a la bolsa y fijados a:

- El refrigerador de aire
- El cartucho absorbente de CO<sub>2</sub>
- La válvula de descarga
- La válvula mínima

La placa de presión (de color negro) está hecha de plástico rígido y le da un marco a los resortes y a la palanca de alineación para fijarlo.

### VÁLVULA MÍNIMA



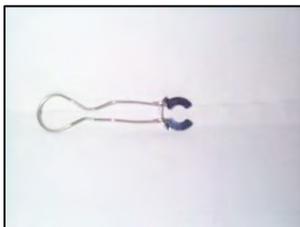
La válvula mínima está hecha de aleación de aluminio. Su función es garantizar que el oxígeno va a fluir en la bolsa de respiración en la puesta en marcha y si la bolsa de respiración colapsa.

La pequeña ranura, moldeada en el cuerpo de la válvula permite que el clip de seguridad ubique la válvula mínima en su posición. La ranura grande permite que el collar de látex de la bolsa de respiración se fije en la válvula mínima.

Una boquilla pequeña identifica la posición correcta de la válvula en la caja trasera y la alineación correcta en la bolsa de respiración.

El conector insertable (amarillo) permite que la manguera de presión media sea fijada desde el reductor de presión.

### CLIP DE LA VÁLVULA MÍNIMA



El objetivo del clip de acero con forma de herradura, es ubicar la válvula mínima en posición por medio de la caja trasera. Al estar cargado el resorte, esto mantendrá la presión en el cuerpo de la válvula previniendo que se desajuste.

### VÁLVULA DE DESCARGA



La válvula de descarga está hecha de Plástico Reforzado con Vidrio (GRP).

La parte inferior está fijada a la caja trasera e incorpora una carcasa de válvula escalonada, resorte y disco, mientras que la parte superior de la válvula está fijada al cartucho absorbente por medio de dos clips. Las dos partes están conectadas por medio de un tubo de plástico transparente.

Durante la respiración, la bolsa de respiración se podrá inflar completamente, causando una acumulación de presión en el circuito de respiración, la válvula de descarga operará entre 4 mbar y 7 mbar causando un exceso de presión que deben ser expulsado a la atmósfera.

### PALANCA DE ALINEACIÓN Y RESORTES



La palanca de alineación está fijada a la caja trasera y a la bolsa de respiración por medio de dos resortes cargados en una perilla de seguridad. El objetivo de la palanca es mantener el equilibrio, según como se infle y desinfe la bolsa de respiración durante la respiración.

Dos resortes enrollados están posicionados entre la placa de presión de la bolsa de respiración y la caja trasera, y su propósito es mantener una presión positiva dentro del circuito de respiración.

### VÁLVULA DE DRENAJE



La válvula de drenaje está hecha de GRP y está fijada a la parte más baja de la bolsa de respiración por medio de un collar de látex. La parte más baja incorpora un disco de válvula y un resorte que permite que la humedad sea drenada desde la bolsa de respiración cuando sea operada.

En el evento que la válvula de descarga falle en su operación, la válvula de drenaje operará con el fin de proteger la sobre presurización del circuito de respiración.

### MÁSCARA Y MANGUERAS DE RESPIRACIÓN



La máscara y arnés de cabeza ajustables de 5 puntos están hechos de goma suave permitiendo así que el usuario obtenga un sello efectivo en la cara. El visor incluye un limpiador del visor para permitir que el gel antiempañante "klar-pilot" sea untado en la máscara, previniendo que el visor se empañe durante el uso.

En el fondo de la máscara, se fija un diafragma de voz para permitir la comunicación verbal y se proporciona una correa para cuello para prevenir el daño durante el transporte.

Dos mangueras de respiración (inhalación y exhalación) están hechas de goma suave, dándole al usuario flexibilidad y un movimiento de cabeza sin restricciones.

Los acoplamientos de bayoneta en la manguera de respiración se fijan al:

- Cartucho absorbente de CO<sub>2</sub>
- Refrigerador de aire
- Acoplamiento insertable.

El acoplamiento insertable está hecho de GRP y se fija a la máscara cuando se necesite. Dos discos de válvula de goma (inhalación y exhalación) se fijan en cajas de válvula para controlar el flujo de aire por medio del circuito de respiración durante la respiración.

Una tapa sellante se ajusta al acoplamiento insertable para hacer pruebas y evita que cualquier producto o partícula ingrese al circuito respiratorio.

### CAJA TRASERA



La caja trasera está hecha de Plástico Reforzado con Vidrio (GRP) y da forma al equipo de respiración.

Varios accesorios están fijados a la caja; estos son:

- correas
- Bodyguard
- reductor de presión
- caja de interruptor
- soportes de fijación y barras de tensión para el Refrigerador de Aire y el Cartucho Absorbente
- contenedor de cilindro y correa de retención

Correas largas y acolchadas para los hombros y la cintura dan comodidad al usuario durante la operación con el calor latente absorbido por una almohadilla Kevlar, fijada al interior de la caja trasera.

### ARNÉS



El arnés está hecho de un material tejido y cosido de nylon, el cual le da fortaleza y durabilidad. Las correas de hombros y cintura incorporan almohadillas para proporcionarle al usuario una comodidad ergonómica durante la operación.

Varios accesorios conforman al arnés:-

- Correa de pecho ajustable con una hebilla de acero inoxidable de rápida liberación.
- Una correa de cintura ajustable con una hebilla de acero inoxidable de fácil liberación.
- Cierre de bucle en las correas de los hombros que permiten que se fijen el Bodyguard y los tubos de respiración.
- Un dispositivo de señalización que permita comunicaciones adicionales y el cumplimiento con la legislación.

**TAPA PROTECTORA**

La tapa protectora está hecha de Plástico Reforzado de Vidrio (GRP) la cual protege los componentes internos de daño durante la operación.

Dos huecos en el fondo de la carcasa se conectan con dos tapones de ubicación en la caja trasera. La tapa es sostenida en su sitio por medio de dos cerrojos deslizantes de resorte, ubicados en la parte superior de la carcasa y conectados con la caja trasera.

Las cintas reflectoras de alta visibilidad amarillas fluorescentes ayudan en la identificación del usuario cuando hay baja visibilidad.

**Instrucciones Operacionales****a) EXAMEN DEL USUARIO (Socorredor)**

1. Remueva el equipo de respiración de la mochila de transporte.
2. Párese derecho y verifique que no haya ningún daño externo a la caja trasera o en la tapa protectora. Anote el número del equipo.
3. Examine todo el ensamblaje del tubo de respiración desde la conexión del refrigerador de aire hasta la conexión del cartucho absorbente de CO<sub>2</sub>, asegurando que los anillos de bayoneta estén seguros, remueva el tapón blanco, verifique el anillo en forma de "O" y reemplace el tapón blanco.
4. Desabroche los retenedores del tubo de respiración y ubíquelos sobre la tapa protectora; examine todo el ensamblaje y extienda completamente todas las correas; verifique la operación del dispositivo de señalización.
5. Examine que la unidad Bodyguard esté asegurada a la correa del hombro, que no esté dañada y que los lentes no estén rayados
6. Voltee el equipo y retire la tapa protectora
7. Con la tapa protectora retirada, realice las siguientes verificaciones:
  - Que el cartucho absorbente tenga una carga completa de absorbente de CO<sub>2</sub>.
  - La seguridad de la conexión de la válvula de descarga al cartucho absorbente de CO<sub>2</sub>
  - La seguridad de la palanca de alineación
  - La seguridad del refrigerador de aire
  - Que la manguera de presión media esté fijada de forma segura tanto al refrigerador de aire como a la unidad eléctrica.
  - Que la manguera de presión media y la manguera de válvula mínima estén fijadas de forma segura al regulador
  - La seguridad de los acoplamientos y resortes de la bolsa de seguridad

- Que la válvula de descarga esté en posición
- Que la válvula de alivio esté en posición
- La seguridad del cilindro y la fijación del cilindro
- La conexión entre el cilindro y el regulador, asegúrese de que la correa anti-vibración esté en posición
- Asegúrese de que todas las conexiones de alta presión estén aseguradas al regulador

8. Realice la prueba de fugas de alta presión de la siguiente manera: -

- Active el cilindro (Paso de oxígeno) y observe la unidad Bodyguard, la unidad realizará una prueba de autodiagnóstico. Monitoree todas las entradas, verifique la capacidad de la batería (por favor tome nota) y realice una prueba de fuga de alta presión si la presión del cilindro es mayor a 165 bar.
- Luego de que el cilindro haya sido activado, se escucharán **dos** pitidos acústicos y el ícono de “cerrar cilindro” aparecerá en la pantalla.
- Cierre la válvula del cilindro.
- Luego de aproximadamente 15 segundos, usted escuchará **un** pitido acústico, el LED **verde** parpadeará y el ícono de “abrir cilindro” aparecerá en la pantalla.
- Abra la válvula del cilindro.
- Opere la válvula de by pass y verifique la operación.
- Opere manualmente la válvula de descarga y verifique la operación.

**Verifique y tome nota de la lectura de presión del cilindro**

- Verifique el Aviso de Baja Presión:

Cerrando completamente la válvula del cilindro y observe la pantalla de Bodyguard. Como la presión se acerque 55 bar (+ o - 5 bar), el aviso de baja presión dará una indicación auditiva y visual y los LED rojos parpadearán.

- Libere la presión del BG4 removiendo el tapón blanco de la conexión de la máscara, y colóquelo de nuevo.
- Apague la unidad Bodyguard presionando ambos botones durante 5 segundos.

La Prueba de Fuga de Alta Presión ahora está terminada.

**El ícono "X" indicará cuando haya condiciones de falla, la unidad Bodyguard sonará cuatro veces y el indicador rojo parpadeará. Si eso ocurre el equipo de respiración NO DEBE usarse hasta que se rectifique la falla.**

9. Coloque la tapa protectora

10. Examine la máscara y el visor para detectar rayones o daños, examine el arnés de la cabeza y extienda completamente las correas, asegúrese de que la correa del cuello esté en su sitio y en buenas condiciones.

**Entonces, el siguiente procedimiento se debería realizar:**

11. Remueva el tapón blanco del conector insertable y conecte la máscara; asegúrese que la máscara esté correctamente en posición.

### 12. Prueba de la Válvula de Inhalación

Con la máscara colocada en la cara El Socorredor debe:

- Tomar el tubo de **exhalación** y dóblelo para bloquearlo.
- Aspire y expire **SUAVEMENTE** y escuche el movimiento de la válvula en la caja de válvulas. La acción de la válvula abriéndose y cerrándose se puede sentir en la máscara.
- Intente exhalar en el equipo. **Esto no debería ser posible y la máscara debería separarse de la cara.**
- Libere el tubo de exhalación.

### 13. Prueba de la Válvula de Exhalación

Con la máscara en posición en la cara:

- Tome el tubo de **inhalación** y dóblelo para bloquearlo.
- Aspire y expire **SUAVEMENTE** y escuche el movimiento de la válvula en la caja de válvulas. La acción de la válvula abriéndose y cerrándose se puede sentir en la máscara.
- Intente inhalar en el equipo. **Esto no debería ser posible y la máscara debería ajustarse contra la cara.**
- Libere el tubo de inhalación.

**NB: Si se indica una falla, se debe realizar un examen físico de las válvulas de inhalación y/o exhalación y se debe rectificar cualquier falla antes de repetir las pruebas.**

Al finalizar exitosamente este proceso, remueva la máscara del conector insertable y reemplace el tapón blanco.

## b) PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DEL USUARIO



Este procedimiento consistirá de:

- Prueba de Fuga de Alta Presión
- Prueba de Válvula de Inhalación
- Prueba de Válvula de Exhalación

Se debe realizar:

- a) Antes de abandonar la superficie
- b) En la llegada a una Base de Aire Fresco, y
- c) En el despliegue desde una Base de Aire Fresco

### **c) PROCESO DE COLOCACIÓN**

(El Auxiliar debe estar familiarizado completamente con el uso del equipo para poder apoyar a los socorredores (usuario) durante una emergencia)

los equipos se deben colocar de forma similar a una chaqueta:

1. Ubique los tubos de respiración sobre la tapa protectora
2. El BG4 se debe colocar como si el usuario se estuviera poniendo una chaqueta (el brazo izquierdo se debe poner primero en las correas del hombro).
3. Cuando ambas correas de los hombros estén sobre los hombros, hale hacia abajo y tense uniformemente las correas asegurándose de que la correa de la cintura repose sobre las caderas.
4. Cierre y ajuste la correa de la cintura para que esta se fije de forma segura halando los extremos de las correas hasta que el BG4 repose firmemente en las caderas.
5. Cierre y ajuste la correa del pecho para que se ajuste de forma cómoda.
6. Los tubos de respiración ahora deben ubicarse sobre los hombros y los retenedores se deben abrochar.

El usuario del equipo de respiración debe asegurar un ajuste cómodo y que todas las correas sueltas estén guardadas antes de abandonar o acoplar.

**d) CONEXIÓN DE LA MÁSCARA** (El Auxiliar debe estar familiarizado completamente con el uso del equipo para poder apoyar a los socorredores (usuario) durante una emergencia)

1. Remueva la máscara de la mochila.(Revision visual inicial)

2. Prepare el visor aplicando el agente antiempañante correcto, (Gel/Fluido Klar-Pilot) al limpiador desempañante del visor, opere el limpiador en todo el visor.
3. Ajuste la máscara a la cara y fije las correas para asegurar un ajuste cómodo.
4. Conecte el acoplamiento insertable al conector de la máscara hasta que se engrane y se bloquee en su posición.  
*(Todos los usuarios deben familiarizarse con la ubicación de la conexión de la boquilla).*
5. Agarre ambos tubos de respiración para formar un sello e inhale, la máscara debe atraerse a la cara. Esto demuestra la hermeticidad del sello de la máscara y la junta de acoplamiento insertable.
6. Abra completamente la válvula del cilindro, opere la válvula de desviación suavemente para inflar la bolsa de respiración y aspire el BG4. La unidad Bodyguard se prenderá inmediatamente y realizará las siguientes pruebas de funcionamiento:
  - Secuencia interna de auto-prueba
  - Prueba de batería
  - Prueba de fuga de alta presión

Si la prueba de fuga de alta presión no es requerida, la unidad Bodyguard seguirá a la operación normal.

**e) INSPECCIONES DEL CUADRILLERO**

1. Verifique la condición de los tubos de respiración, la máscara y la comodidad del arnés de la cabeza; asegúrese de que la junta de acoplamiento entre la máscara y los tubos esté asegurada y bloqueada.
2. Verifique el ensamblaje del arnés, el dispositivo de señalización y de la unidad Bodyguard. Lea y registre la presión.
3. Retire la tapa protectora.
4. Verifique que el cartucho absorbente esté asegurado y cargado con absorbente de CO<sub>2</sub>.
5. Verifique la conexión de la válvula de descarga al cartucho absorbente.
6. Verifique que el refrigerador de aire esté asegurado, remueva la carcasa, coloque el bloque de hielo y reemplace la carcasa, asegurando que el hueco respirador mire hacia arriba.
7. Opere la válvula de descarga de forma manual y escuche la operación.
8. Asegúrese que el cilindro esté seguro y que la correa anti-vibración esté en su sitio. Opere suavemente la desviación.
9. Coloque la carcasa protectora.



### MANTENIMIENTO PROGRAMADO

(El Auxiliar debe estar familiarizado completamente con el mantenimiento del equipo para poder apoyar a los socorredores (usuario) durante una emergencia)

- a) Mantenimiento posterior al uso (o practica)
  - Desmantelamiento de la unidad luego del uso
  - Limpieza, desinfección y secado
  - Rellenado del cartucho absorbente
  - Recarga del cilindro de oxígeno
  - Reconstrucción del equipo
  - Prueba de la máscara
  - Prueba del equipo de respiración
  - Verificación de la capacidad de la batería
  
- b) Mantenimiento de 30 días
- c) Mantenimiento de seis meses
- d) Mantenimiento anual
- e) Mantenimiento de tres años
- f) Mantenimiento de cinco años
- g) Mantenimiento de seis años

a) Mantenimiento posterior al uso

## Desmantelamiento de la unidad luego del uso:



Remueva la máscara del acoplamiento insertable presionando el botón negro ubicado en la base del ensamblaje del diafragma de voz.  
Una vez removida, la máscara se puede limpiar y desinfectar.



Asegúrese que los tubos de respiración no estén asegurados al ensamblaje del arnés por medio de lazos de seguridad.

Remueva los tubos de respiración del ensamblaje del equipo. (Si es necesario deslice los mangos protectores en los tubos de respiración libres de los conectores de bayoneta gris). Esto se hace volteando los conectores de bayoneta de color gris en el sentido contrario a las manecillas del reloj aproximadamente 45° y halando el equipo.



Los tubos de respiración ahora se pueden remover del acoplamiento insertable girando los dos conectores de bayoneta de color gris en sentido contrario a las manecillas del reloj, aproximadamente 45° y halando los tubos de respiración del acoplamiento insertable.

Luego, los tubos de respiración se pueden limpiar y desinfectar.



Ahora extraiga las cajas de válvulas de inhalación y exhalación del acoplamiento insertable. Remueva las válvulas de inhalación y exhalación de sus respectivas cajas de válvulas.

Luego, el acoplamiento insertable, las válvulas de inhalación y exhalación se pueden limpiar.



Remueva la tapa protectora del equipo liberando los mosquetones cargados en la parte superior, hale y desenganche los cierres hasta la parte inferior.

Luego, el equipo de respiración se puede ubicar en la mesa de trabajo (ensamblaje del arnés en contacto directo con la mesa de trabajo).



Libere el dispositivo anti-vibración de la conexión de la válvula del cilindro principal. Este dispositivo es elástico y debe ser desenganchado de la válvula de cilindro principal.



Desabroche la correa de velcro que retiene el cilindro en su sitio.



Asegúrese de que la válvula del cilindro esté cerrada y el equipo de respiración esté despresurizado.

Para retirar el cilindro, desatornille la manija de ajuste manual “negra” en el sentido de las manecillas del reloj, esta conexión solamente se ajusta a mano.

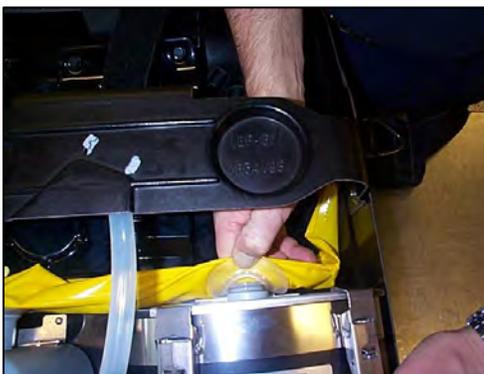


El cilindro puede ser entonces retirado del equipo de respiración elevando el fondo del cilindro y retirando el ensamblaje de la válvula del cilindro de la pared divisoria. El cilindro de oxígeno ya puede limpiarse y recargarse.

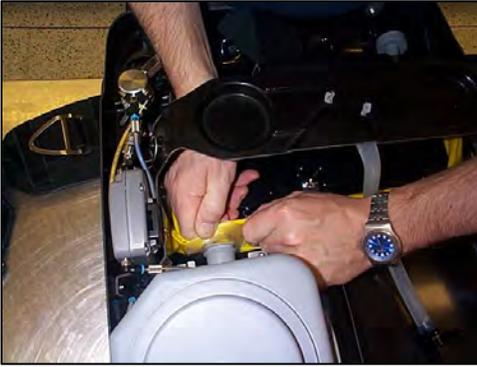


Retire los dos resortes de la bolsa de respiración comprimiendo cada resorte, dirigiéndolos hacia arriba con el fin de despejar el travesaño del ensamblaje del tabique de ensamblaje divisorio y levántelo limpiamente.

Si es necesario, limpie los resortes y póngalos a un lado.



Desconecte la bolsa de respiración del depósito de absorbente de CO<sub>2</sub> colocando la mano debajo del travesaño del ensamblaje y apriete la “pestaña” transparente utilizando el índice y el pulgar. Despegue con cuidado, y la bolsa de respiración debe separarse del cartucho.



Retire la bolsa de respiración del refrigerador de aire colocando la mano debajo del travesaño del ensamblaje y apretando la "pestaña" transparente utilizando el índice y el pulgar. Despegue con cuidado, y la bolsa de respiración debe separarse del refrigerador de aire.



Desabroche el cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> del ensamblaje, apretando la barra de tensión por ambos extremos y levantándola con cuidado hacia arriba hasta que se libere del cartucho.



Desconecte el conector de manguera de la válvula de descarga del cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> apretando las dos manijas de agarre de seguridad retirando al mismo tiempo con cuidado la manguera de la válvula de descarga.



Retire el cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> del ensamblaje agarrando el cuerpo del cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> con ambas manos e incline el cartucho como se muestra. Esto permitirá que la lengua plástica en la base del cartucho se separe del soporte metálico en el ensamblaje.



Desmonte el depósito absorbente de CO<sub>2</sub> desabrochando los cuatro “trinquetes” metálicos, luego retire el disco estabilizador de metal, la tapa plástica, el filtro superior plástico y la rejilla del filtro superior.

El absorbente utilizado de CO<sub>2</sub> luego puede ser desechado.

Retire la rejilla del filtro inferior y el filtro inferior y deseche ambos filtros.

El disco estabilizador de metal puede limpiarse y los otros componentes se pueden limpiar y desinfectar.



Desabroche el refrigerador de aire del ensamblaje, apretando la barra de tensión en ambos extremos, y levantándola con cuidado hacia arriba hasta que la barra sea liberada del refrigerador de aire.



Separe la manguera de presión media del refrigerador de aire sosteniendo y presionando con cuidado el conector en el anillo de conexión (de color azul) con el índice y el pulgar, al mismo tiempo, tire con cuidado (para separar) la manguera de presión media (de color azul) con su otra mano.

La manguera de presión luego debe liberarse del refrigerador de aire.



Retire el refrigerador de aire del ensamblaje agarrando el cuerpo del refrigerador de aire con ambas manos e inclínelo como se muestra. Esto permite que el refrigerador de aire se separe de las dos uñas de sujeción adaptados al ensamblaje del mamparo.

Retire la tapa del refrigerador de aire, escurra el hielo y el agua.

El refrigerador de aire y la tapa luego se pueden limpiar y desinfectar.



Retire el ensamblaje de la válvula de descarga y el ensamblaje del conector de la manguera manteniendo el ensamblaje del conector de la manguera con la mano derecha, y agarre con cuidado el ensamblaje de la válvula de descarga con su mano izquierda. Utilizando su mano derecha, rote el ensamblaje del conector de manguera aproximadamente 45° en el sentido de las manecillas del reloj. En este punto, el ensamblaje de la válvula de descargue puede retirarse del travesaño del ensamblaje apretando las dos pinzas (de color gris).

El ensamblaje de la válvula de descarga y el ensamblaje del conector de la manguera luego pueden limpiarse y desinfectarse.



Separe la palanca de alineación de la parte superior del ensamblaje agarrando el retenedor accionado por resorte con el índice y el pulgar y hale horizontalmente.



Separe el brazo de la palanca del ensamblaje de la bolsa de respiración agarrando el retenedor accionado por resorte con el índice y el pulgar y hale verticalmente.

El brazo de alineación luego se puede limpiar si es necesario y se puede colocar a un lado.



Retire la válvula de drenaje del ensamblaje separando la válvula de drenaje del clip de sujeción.



Retire la válvula de drenaje de la bolsa de respiración manteniendo la válvula de manera segura con una mano, y utilizando su otra mano, agarre la abrazadera transparente de plástico en la bolsa de respiración y despéguela.

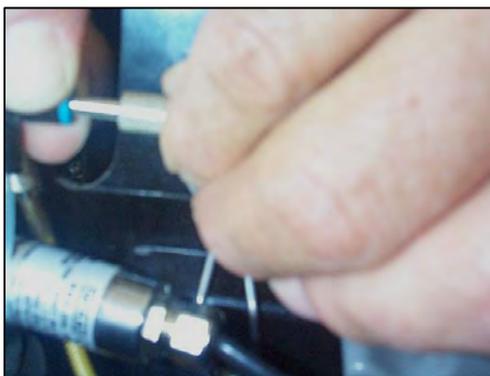
La válvula de drenaje se puede limpiar y se puede desinfectar.



Retire la bolsa de respiración de la válvula mínima agarrando la abrazadera transparente de plástico en la bolsa de respiración y despéguela para retirarla del cuerpo de la válvula mínima.

La bolsa de respiración tiene que ser guiada con cuidado para permitir que sea totalmente retirada desde el ensamblaje de la válvula mínima sin dañar la bolsa de respiración o la válvula mínima.

La bolsa de respiración luego se puede retirar, limpiar y desinfectar.



Con el fin de retirar el cuerpo de la válvula mínima, la manguera de presión media debe ser desconectada.

Esto se puede lograr sosteniendo y presionando con cuidado el anillo de conector insertable (de color azul) con el índice y el pulgar, halando con cuidado la manguera de presión media (de color azul) con su otra mano.



Separe el anillo de seguridad de retención de la válvula mínima y del ensamblaje.

Apriete con cuidado en el anillo de seguridad, como se muestra en la fotografía. Esto debería facilitar la presión en el anillo de seguridad para permitir que se separe y se libere del ensamblaje.

El anillo de seguridad luego puede ser halado verticalmente liberado del cuerpo de la válvula mínima.



Agarre la válvula mínima por el cuerpo principal y retire con cuidado aproximadamente 1 cm para soltar el manguito que lo une al ensamblaje.

El cuerpo de la válvula mínima luego debe ser manejado con cuidado para permitir que la manguera de presión media (de color amarillo) y el ensamblaje del conector pasen a través del ensamblaje

***(Tenga en cuenta que un extremo de la manguera de presión media aún está conectado a la unidad reguladora)***

Desconecte la manguera de presión media sosteniendo y presionando con cuidado el anillo de conexión (de color amarillo) con el índice y el pulgar al mismo tiempo, halando con cuidado la manguera de presión media (de color amarillo) con su otra mano.

La válvula mínima luego puede limpiarse y desinfectarse.



Retire el cinturón (*si está sucio*) levantando los cuatro clips de seguridad ubicados dentro de la pared del equipo, y presiónelos a través de las aberturas en el ensamblaje.



Rote el cinturón 90°, para liberarlo del mecanismo de bloqueo.

Luego debería poder retirar el cinturón de sujeción del ensamblaje.



Retire las correas de los hombros (*si están sucias*) desconectando la unidad bodyguard de los anillos de seguridad del arnés.

Hale los extremos de las correas de los hombros fuera de los dos clips de seguridad ajustados al ensamblaje del arnés.

Los extremos de las correas de sujeción luego pueden pasarse a través de las aberturas en el ensamblaje y enrollarse en los clips de seguridad ajustados al interior de la pared del equipo. Las correas de sujeción luego pueden pasarse una vez más a través de las aberturas de la pared del equipo para liberar el ensamblaje del arnés completo.

Luego se puede limpiar el arnés.

### **Limpieza y desinfección:**

Todas las partes del equipo de respiración que hayan entrado en contacto con el aliento exhalado del usuario siempre deben ser limpiadas completamente y desinfectadas después de cada uso.

(Limpiar otras partes únicamente cuando sea necesario)

Las partes deberían limpiarse en agua tibia a la que se le debe haber añadido el detergente líquido universal EW80.

Enjuague con agua limpia, asegurándose de que se hayan eliminado **todos** los residuos de detergente.

Una vez las partes del componente se hayan limpiado y enjuagado, luego pueden ser desinfectadas, en el baño de desinfección, utilizando Mulidor F; Incidur u otra solución aprobada.

Enjuague en agua limpia, asegurándose de que se haya eliminado todo el desinfectante.

### **Secado:**

Drene agua de todas las partes y luego colóquela en un gabinete de secado apropiado en el que la temperatura no supere los 60°C.

Los tubos de respiración deberían colgarse a un conjunto adecuado de 'secado de manguera'.

Tenga en cuenta que la válvula mínima debería posicionarse en el gabinete de secado de tal manera que permita que se drene el agua de la válvula y el ensamblaje del conector.

*ASEGÚRESE DE QUE TODOS LOS COMPONENTES SE SEQUEN COMPLETAMENTE ANTES DE VOLVER A ENSAMBLAR EL EQUIPO.*

**Relleno del Cartucho Absorbente:**

Asegúrese que el cartucho absorbente esté completamente seco antes de continuar con este procedimiento. Tenga en cuenta que debe usarse el PPE adecuado, pues el absorbente de CO<sub>2</sub> puede ser irritante para los ojos y para las vías respiratorias. (Dräger produce una hoja de datos de seguridad– 90 30 034)



Coloque la base del cartucho absorbente en la “estación de relleno”.

Acondicionar el filtro inferior en el cartucho absorbente, con el lado “liso” hacia arriba.



Inserte una rejilla del filtro nueva en el filtro inferior en el cartucho absorbente.



El absorbente debería colocarse en un tamiz y el tamiz debe agitarse con cuidado para retirar las partículas finas.



Utilizando un recipiente adecuado, vierta el absorbente de CO<sub>2</sub> en el cartucho absorbente hasta que el cartucho esté aproximadamente 30% lleno.



Golpee con cuidado el lado del cartucho absorbente con su mano para garantizar un llenado compacto del material absorbente.

Continúe vertiendo el absorbente de CO<sub>2</sub> en el cartucho hasta que esté lleno a aproximadamente 60%, luego repita el proceso de compactación.



El cartucho está lleno cuando el absorbente de CO<sub>2</sub> ha alcanzado la línea marcada en el perímetro interior del cartucho absorbente.

Coloque una nueva rejilla del filtro en la parte superior de la capa de CO<sub>2</sub>, el filtro superior luego se puede colocar, con el lado "suave" hacia la rejilla del filtro.



Reajuste la tapa plástica al cartucho absorbente (como se muestra), asegurando que el agujero en la tapa esté al lado opuesto de las etiquetas.



Reajuste el disco estabilizador de metal al cartucho absorbente y asegúrelo en su lugar por medio de los cuatro “trinquetes” de metal.

El cartucho absorbente ahora está cargado, listo para su uso.

Si los ‘cartuchos cargados’ se almacenan (es decir, no son reajustados inmediatamente al equipo de respiración), deben hacerse pruebas de filtración de la manera descrita en el Apéndice 1 y deben ser sellados de manera apropiada, utilizando el método aprobado.

### **Recarga del cilindro de oxígeno:**

El oxígeno debe ser suministrado por una fuente confiable, debe ser sin sabor e inodoro y tendrá una pureza de >99.5 %.

Una evaluación de riesgos adecuada debería ser llevada a cabo antes de recargar los cilindros para asegurarse de que todos los peligros sean identificados y controlados, y que el proceso será llevado a cabo de conformidad con la legislación pertinente relativa al relleno y al transporte de contenedores presurizados.

El proceso de recarga será llevado a cabo de una manera controlada, en condiciones de aire limpio, asegurándose de que el EPP adecuado sea utilizado y de conformidad con la respectiva INSTRUCCIÓN DE TRABAJO.

La limpieza es de suma importancia con el fin de asegurar que los componentes de alta presión no están contaminados con aceites o grasas por el riesgo de inflamación.

### **Ensamble del equipo de respiración:**

Antes de ensamblar el equipo, revise exhaustivamente todas las partes para identificar deterioro, desgaste y daños.

Instalación de las correas de sujeción al ensamblaje.

Pase los extremos de las correas de sujeción a través de las aberturas en la pared del equipo y enróllelos en los clips de seguridad ajustados en él. Las correas de sujeción luego pueden pasarse una vez más a través de las aberturas.

Pase los extremos de las correas de sujeción a través de los dos clips de seguridad ajustados al ensamblaje de arneses.

La unidad bodyguard será asegurada al ensamblaje de arneses por medio de los dos anillos de seguridad.

Asegurar el cinturón al equipo.

Alinee el enganche en el cinturón con el mecanismo de bloqueo simple en el equipo.

Rote el cinturón 90° para enganchar el mecanismo de bloqueo, asegurando así el cinturón al equipo.

Los cuatro clips de seguridad fijados al cinturón luego pueden presionarse a través de las aberturas correspondientes en el equipo.

Instalación de la válvula mínima a la bolsa de respiración y al equipo.

Ubique el orificio de la bolsa de respiración con la línea negra marcada en la abrazadera transparente de plástico, asegúrese de que el manguito de ajuste esté alineado con esta línea y ajuste la válvula mínima a la bolsa de respiración.

La manguera de presión media (de color amarillo) luego puede conectarse a la válvula mínima presionándola con cuidado al conector.

*(NB el otro extremo de la manguera de presión media aún está conectado a la unidad reguladora)*

Pase la manguera de presión media a través del orificio en la pared del equipo. Tenga cuidado de no dañar el conector de plástico negro al llevar a cabo esta maniobra.

La válvula mínima luego puede asegurarse al tabique de ensamblaje del equipo alineando la boquilla de localización al orificio en el equipo y presionándola con cuidado en su lugar.

El anillo de seguridad luego puede reajustarse presionándolo en el ensamblaje de la válvula mínima hasta que se fije en su lugar, luego presionando la parte superior del anillo de seguridad sobre la ranura circular en el tabique de ensamblaje del equipo.

La manguera de presión media (de color azul) luego puede reconectarse a la unidad reguladora, presionando el anillo de conexión (de color azul).

Instalación de la válvula de drenaje a la bolsa de respiración y al tabique de ensamblaje del equipo

Reconecte la válvula de drenaje a la bolsa de respiración, luego presione el clip de retención ajustado al ensamblaje del tabique de ensamblaje.

Instalación del brazo de alineación

(conexión inferior)

El brazo de alineación está conectado al ensamblaje de la bolsa de respiración apretando el retenedor accionado por resorte con el índice y el pulgar y presionando verticalmente sobre el manguito de retención instalado en la bolsa de respiración.

(conexión superior)

El brazo de alineación puede ajustarse al ensamblaje del tabique de ensamblaje apretando el retenedor accionado por resorte con el índice y el pulgar y presionando horizontalmente sobre manguito de retención instalado en el ensamblaje del tabique de ensamblaje.

#### Instalación de la válvula de descarga al tabique de ensamblaje

Sostenga el ensamblaje de la válvula de descarga con la mano izquierda y ubíquelo en el travesaño del tabique de ensamblaje.

Asegúrese de que las dos pinzas de color gris se hayan ubicado debidamente sobre el travesaño del tabique de ensamblaje y rote el ensamblaje del conector de la manguera aproximadamente 45° en sentido contrario a las manecillas del reloj para asegurar las pinzas al tabique de ensamblaje.

#### Instalación del refrigerador de aire al tabique de ensamblaje

Instale el refrigerador de aire (con la tapa ajustada) sobre el tabique de ensamblaje, asegurándose de que las dos agarraderas de retención se ajusten bien a las cavidades en la base del refrigerador de aire.

**Asegúrese de que la barra de tensión no esté obstruyendo el orificio del tubo de inhalación en el tabique de ensamblaje.**

Asegure el refrigerador de aire al tabique de ensamblaje por medio de la barra de tensión.

La manguera de presión media (de color azul) ahora puede conectarse al refrigerador de aire.

#### Instalación del cartucho absorbente

Instale el cartucho absorbente (recargado) sobre el tabique de ensamblaje, asegurándose de que la lengua plástica sobre la base del cartucho absorbente se ajuste bien a la abertura adecuada en el soporte de metal fijado al tabique de ensamblaje.

**Asegúrese de que la barra de tensión no esté obstruyendo el orificio del tubo de exhalación en el tabique de ensamblaje.**

Asegure el cartucho absorbente al tabique de ensamblaje por medio de la barra de tensión. El conector de la manguera de la válvula de descarga luego puede reajustarse al cartucho Dräger sorb.

#### Conexión de la bolsa de respiración al refrigerador de aire y al cartucho absorbente

La bolsa de respiración puede conectarse al refrigerador de aire y al cartucho absorbente.



### Reajuste de resortes

Los dos resortes pueden ser sustituidos cuidadosamente en el equipo entre la placa de retención de la bolsa y el travesaño del tabique de ensamblaje.

### Reajuste del cilindro al equipo

El cilindro recargado puede ajustarse al equipo de respiración.

Asegure la salida del cilindro al regulador atornillando la conexión roscada “apretada a mano”. Ajuste el dispositivo anti-vibración, luego asegure el cilindro al tabique de ensamblaje por medio de la correa de Velcro.

### Instalación del ensamblaje del tubo de respiración al equipo

La válvula de inhalación y la válvula de exhalación pueden ser instaladas en sus respectivas cajas de válvulas, luego en el acoplamiento insertable. Reajuste los tubos de respiración al acoplamiento insertable.

**Con el fin de evitar que los tubos de respiración se tuerzan, asegúrese de que la línea de costura en cada tubo de respiración esté alineada con las flechas direccionales grabadas en el acoplamiento insertable.**

El ‘extremo de manga corta’ de un tubo de respiración debe ajustarse al lado de la válvula de **inhalación** del acoplamiento insertable, mientras que el ‘extremo de manga larga’ del otro tubo de respiración debe ajustarse al lado de **exhalación** del acoplamiento insertable. Los conectores de bayoneta de color gris deben rotarse en el sentido de las manecillas del reloj aproximadamente 45° para asegurar los tubos de respiración al acoplamiento insertable.

Los tubos de respiración ahora se pueden ajustar al refrigerador de aire y el cartucho absorbente en el equipo. El tubo de respiración de ‘manga larga’ (lado de inhalación) se ajusta al refrigerador de aire.

**Con el fin de evitar el giro del tubo de respiración, asegúrese de que la costura del tubo de respiración esté alineada con la costura moldeada en el refrigerador de aire.**

El tubo de respiración de ‘manga corta’ (lado de exhalación) se ajusta al cartucho absorbente.

**Con el fin de evitar el giro del tubo de respiración, asegúrese de que la costura del tubo de respiración esté alineada con la costura moldeada en el cartucho absorbente.**

Los conectores de bayoneta de color gris deben rotarse en el sentido de las manecillas del reloj, aproximadamente 45°, para asegurar los tubos de respiración al refrigerador de aire y el cartucho absorbente.

Verifique el anillo ‘O’ y ajuste la tapa de sellado al acoplamiento insertable.

**Prueba de la máscara:**

Asegúrese de que la unidad de máscara 'Testor' esté conectada a un suministro de aire comprimido y funcione según la Instrucción de Drager titulada "Manual de Entrenamiento de Testor" Edición 1 (marzo de 2006).

**Prueba de presión negativa**

Humedezca la unidad 'Testor' alrededor del área del sello de la máscara.

Asegure la máscara a la unidad 'Testor'.

Inserte el tapón ciego al conector de la máscara.



Infle la unidad 'Testor' operando el interruptor de conmutación de la mitad a la posición positiva (+) como se muestra. La cabeza inflable de la unidad 'Testor' se inflará para formar un sello con la máscara.

**Suelte el interruptor de conmutación cuando esté satisfecho de que ha formado un sello entre la máscara y la cabeza inflable de la unidad 'Testor'.**



Opere el interruptor de conmutación más cercano al casco en la unidad 'Testor' a la posición negativa (-), y observe la aguja en el indicador grande de presión que debería comenzar a moverse en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Deje de presionar el interruptor de conmutación cuando la aguja en el indicador de presión alcance los -10 mbar.

Ajuste el temporizador en la unidad Testor a 1 minuto y comience. Observe que después del período de 1 minuto, la aguja en el indicador de presión no disminuye en más de 1 mbar.

**Si la presión negativa disminuye por más de 1 mbar durante el período cronometrado, entonces la unidad debe inflarse a +10 mbar utilizando el botón de conmutación más alejado de la cabeza.**

**Desinfe la cabeza de la unidad TESTOR oprimiendo el botón ubicado en la “garganta” cerca a la base de la cabeza.**

**La cabeza ahora se puede separar de la unidad TESTOR.**

**La cabeza debería probarse para fugas bajo el agua para buscar la fuente de la fuga.**

**Rectifique el problema y repita la prueba de presión negativa.**

### **Prueba del equipo de respiración:**

Para llevar a cabo las pruebas posteriores al uso del Drager, usted requerirá los siguientes elementos de equipo y accesorios:

- Unidad de prueba RZ25                      Código – E08 200
- Adaptador de prueba                      Código – R5 0028
- Tapa de sellado                              Código – R22 086
- Destornillador de estrella Phillips
- Destornillador relojero

### **Preparación para la prueba**



Asegúrese que el selector de la unidad de prueba se encuentra en la posición de “bombeo de presión positiva”.

Asegúrese que la tapa de sellado está atornillada en su sitio.

Ubique su pulgar en el orificio de la tapa de sellado para formar un sello.

Saque la palanca del fuelle (al lado de la unidad de prueba).



Baje la palanca del fuelle una vez. La aguja en el indicador de prueba deberá moverse en el sentido de las manecillas del reloj. Observe que la aguja permanezca en la posición +10 indicada en la escala interna del indicador. (Puede ser que deba oprimir el botón rojo de “fuga” para lograrlo).

Fije el selector en prueba de filtración.

Oprima el botón del cronómetro para activarlo. Si la aguja permanece en +10 en el indicador después de 15 segundos, entonces habrá completado la prueba. Reinicie el cronómetro.

La unidad de prueba está funcionando con normalidad y se puede utilizar para la prueba del equipo de respiración.



Revise que la aguja se encuentra en el cero, en la escala -10 a +10 del indicador.

De ser necesario, la aguja se puede ajustar utilizando un destornillador relojero. (La cubierta plástica blanca deberá ser desatornillada para tener acceso al ajustador de la aguja. Reajuste este plástico blanco para evitar que tierra y humedad entren a la unidad del indicador).



Retire la tapa de sellado de su posición y rémplacela por el adaptador.



El adaptador del acoplamiento insertable ahora puede ser puesto en el adaptador.



Retire el tapón de sellado del acoplamiento insertable en el equipo de respiración y presione el acoplamiento insertable en su adaptador en la unidad de prueba.

Revisión de la presión a la cual las alarmas de advertencia de presión baja activan la unidad bodyguard.



Asegúrese que el selector en la unidad de prueba está en la posición de bombeo de “presión positiva”:

Hunda lentamente la palanca del fuelle.

La aguja del indicador deberá moverse en el sentido de las manecillas del reloj e indicar menos de 1,4 mbar en la escala interna (-10 a +10).



La unidad bodyguard deberá:

- **emitir un pito** en intervalos de 1 segundo aprox.
- iluminarse
- el **LED rojo** deberá encenderse y deberá aparecer el ícono de “válvula de cilindro abierta”.

Retire el acoplamiento insertable del adaptador para resetear la unidad bodyguard.

Ahora la prueba está completa.

### Revisión válvula de inhalación



Coloque el acoplamiento insertable en el adaptador de la unidad de prueba.

Asegúrese que el selector en la unidad de prueba está en la posición de bombeo de “presión positiva”.

Presione firmemente el tubo de exhalación de la respiración con su mano para bloquearlo.

Opere la palanca del fuelle (1 bombeo aproximadamente) hasta que la aguja de la unidad del indicador indique +10 mbar en la escala interna.

Si la aguja se mantiene, la prueba estará completa.

Revise y tome nota del resultado.

**Si la aguja no alcanza +10 mbar, esto indicará que el disco de la válvula de inhalación está dañado o perdido.**

### Revisión válvula de exhalación



Con el acoplamiento insertable fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Asegúrese que el selector está en la posición de bombeo de “presión negativa”.

Presione firmemente el tubo de inhalación de respiración con su mano para bloquearlo.

Opere la palanca del fuelle (1 bombeo aproximadamente) hasta que la aguja de la unidad del indicador indique -10 mbar en la escala interna.

Si la aguja se mantiene, la prueba estará completa.

Revise y tome nota del resultado

**Si la aguja no alcanza -10 mbar, esto indicará que el disco de la válvula de exhalación está dañado o perdido.**

### Revisión válvula de drenaje



Con el acoplamiento insertable fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Asegúrese que el selector esté en la posición de bombeo de “presión positiva” y opere la palanca del fuelle para inflar la bolsa de respiración mientras al mismo tiempo inserta un tapón de sellado (destape con el extremo hacia arriba) en la bolsa de respiración de manera que cubra la caja de la válvula de descarga a medida que la bolsa de respiración se infla (evitando de este modo la operación de la válvula de descarga).

A medida que la bolsa se infla, la aguja en la unidad del indicador se moverá en sentido de las manecillas del reloj hacia +10 mbar en la escala interna.

Una vez la aguja llegue a +10 mbar, cese la operación de la palanca del fuelle.

La aguja deberá permanecer en +10 mbar.

Revise y registre el resultado.

**Si la aguja no llega o no se detiene en +10 mbar, entonces se deberá revisar que la válvula de drenaje no tenga daños. Si no se encuentra ninguna avería en la válvula de drenaje, revise si hay daños en los demás componentes de PRESIÓN BAJA.**

Al momento de realizar pruebas, el equipo de respiración se presurizará y la alarma de “advertencia de presión baja” de la unidad bodyguard se encenderá, es decir, emitirá pitos en intervalos de 1 segundo aproximadamente.

## Pruebas de filtración con presión positiva



Mientras la unidad continúa presurizada por la prueba de la válvula de drenaje, el indicador deberá estar en +10 mbar. Gire el selector a la “posición de prueba de filtración”.

Presione el botón rojo de “fuga” en la unidad de prueba hasta que la aguja se mueva en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta la posición +7 mbar. Libere en ese momento el botón de fuga. Active el cronómetro y observe la aguja por un periodo de un minuto. La aguja deberá permanecer por encima de 1 mbar.

Revise y registre el resultado.

**Si la aguja cae por debajo de 1 mbar durante esta prueba, revise que el equipo de respiración haya sido ensamblado correctamente y no haya señales evidentes de daños.**

Antes de iniciar la siguiente prueba, desinfe la bolsa de respiración fijando la unidad de prueba en “bombeo de presión negativa”, y retire el tapón de sellado de la válvula de descarga.

## Revisión de la válvula de descarga



Fije el selector en la posición de bombeo de “presión positiva”. Opere la palanca del fuelle para presurizar el equipo de respiración hasta que la válvula de descarga funcione. La aguja en la unidad de indicador deberá moverse en el sentido de las manecillas del reloj y fijarse entre los rangos de +4 a +7 mbar en la escala interna.

Revise y registre la lectura.

**Si la aguja no llega o no se fija entre +4 a +7 mbar, entonces se deberá revisar que la válvula de descarga no tenga daños. Si no se encuentra ninguna avería en la válvula de descarga, revise si hay daños en los demás componentes de PRESIÓN BAJA.**

Al momento de realizar esta prueba, el equipo de respiración se presurizará y la alarma de “advertencia de presión baja” de la unidad bodyguard se encenderá, es decir, emitirá pitos en intervalos de 1 segundo aproximadamente.

Ignore esta alarma ya que no es relevante para esta prueba.

### Prueba de filtración con presión alta

Antes de iniciar esta prueba, retire el acoplamiento insertable de su adaptador en la unidad de prueba, para despresurizar el equipo. Esta acción también reseteará la unidad bodyguard cancelando así la advertencia de presión baja.

Una vez la unidad bodyguard deje de sonar, usted podrá fijar de nuevo el acoplamiento insertable en su adaptador en la unidad de prueba.

(i)



(ii)



(iii)



Fije el selector en la posición “prueba de filtración”.

Abra la “válvula del cilindro de oxígeno” en el equipo de respiración, la alarma deberá sonar dos veces. Observe la unidad bodyguard y lea la presión del cilindro.

**La “prueba de filtración con presión alta” no podrá realizarse si la presión del cilindro está por debajo de 165 bar.**

El ícono de batería (i) deberá aparecer en la parte inferior derecha de la pantalla.

Después de unos segundos este deberá ser reemplazado por el ícono de válvula del cilindro cerrada (ii) y la alarma deberá sonar una vez.

Cierre la válvula del cilindro.

El equipo de respiración estará pasando por la prueba de filtración con presión alta y emitirá un pito para confirmar que la prueba ha iniciado.

Durante la prueba, el ícono del cronómetro (iii) aparecerá fijo en la parte inferior derecha de la pantalla y el gráfico de barras hará el conteo regresivo de izquierda a derecha.

(iv)



Después de 15 segundos aproximadamente, el ícono de válvula del cilindro abierta **(iv)** aparecerá en la parte inferior derecha de la pantalla y la unidad bodyguard emitirá un pito para confirmar que la prueba ha concluido.

Abra la válvula del cilindro. La unidad bodyguard pitará rápidamente cuatro veces.

Revise y registre la presión del cilindro.

Si el “ícono X” aparece en la parte inferior derecha de la pantalla en cualquier momento durante la prueba de filtración con presión alta y la alarma pita rápidamente cuatro veces, entonces el equipo habrá **reprobado** la prueba de filtración con presión alta.

El equipo de respiración deberá entonces ser revisado buscando fallas potenciales y deberá someterse a prueba nuevamente. Si el equipo no supera la prueba en una segunda ocasión, esto podrá indicar que el componente defectuoso deberá ser regresado al fabricante para su reparación.

## Revisión de la válvula de medición de flujo constante



Manteniendo la válvula del cilindro abierta desde la prueba anterior, fije el acoplamiento insertable en el adaptador de la unidad de prueba.

Asegúrese que el selector en la posición de bombeo de “presión positiva” y opere la palanca del fuelle para inflar la bolsa de respiración mientras inserta al mismo tiempo el tapón de sellado (con el extremo hacia arriba) de la bolsa de respiración de manera que cubra la caja de la válvula de descargue a medida que se infla la bolsa de respiración (evitando así la operación de la válvula de descargue).



Una vez la tapa de sellado esté asegurada entre la caja de la válvula de descargue y la bolsa de respiración, gire el “selector” **en el sentido de las manecillas del reloj** hasta la dosis de 0,5 a 2 litros/min

N.B. hay un punto rojo en el disco que indica esta posición.

La aguja del indicador deberá fijarse en la medición entre 1,5 a 1,9 litros/min en la escala externa, **de color rojo**.

Revise y registre la lectura.

**Si la aguja no se fija en el rango entre 1,5 a 1,9 litros/min, el regulador deberá ser regresado al fabricante para su ajuste.**

## Operación de la válvula de nivel mínimo



Manteniendo la válvula del cilindro abierta, por la prueba anterior, el acoplamiento insertable deberá seguir fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Reubique el selector la posición de bombeo de “presión negativa”.

La bolsa de respiración se empezará a desinflar y la aguja del indicador se moverá en dirección contraria a las manecillas del reloj. Observe la aguja y escuche si la válvula de nivel mínimo está funcionando.

La válvula de nivel mínimo deberá operar entre 0,1 y 2.5 mbar en la medición off de la escala interna (presión positiva).

Revise y registre la lectura.

**Si la lectura no está dentro del rango de 0,1 a 2,5 mbar, revise la válvula de nivel mínimo. Si no se puede reparar, reemplácela o devuélvasela al fabricante.**

### Prueba de válvula by pass



Manteniendo la válvula del cilindro abierta, por la prueba anterior, el acoplamiento insertable deberá seguir fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Reubique el selector en la posición "Prueba de Filtración".

Opere la válvula by pass presionando el botón rojo que se indica enfrente.

Se deberá escuchar que fluye una ráfaga de oxígeno hacia el equipo de respiración, haciendo que la bolsa de respiración se infle.

Revise y registre el resultado.

**Si el by pass no funciona, el regulador deberá ser regresado al fabricante.**

### Revisión de la advertencia de presión residual



Manteniendo la válvula del cilindro abierta, por la prueba anterior, el acoplamiento insertable deberá seguir fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Revise que el cilindro tenga una presión mínima de 180 bar. Cierre la válvula del cilindro y observe la pantalla de la unidad bodyguard, prestando especial atención a la presión decreciente del cilindro.

Cuando la presión en la pantalla esté por debajo de 55 bar, la alarma de advertencia de presión baja se activará, y la última advertencia de presión baja se activa cuando la presión baja a 10 bar o menos.

Dos **LED rojos** deberán comenzar a parpadear y una alarma aguda deberá sonar en la unidad bodyguard.

Retire el acoplamiento insertable en el equipo de respiración del adaptador de la unidad de prueba para liberar la presión residual.

La unidad bodyguard ahora puede apagarse oprimiendo los botones de la derecha y la izquierda simultáneamente. La unidad bodyguard emitirá un pito para indicar que se está apagando, solo en ese momento libere los dos botones.

Revise y registre el resultado.

La prueba del equipo ha sido completada

- Acomode de nuevo la tapa de sellado al acoplamiento insertable del equipo de respiración.
- El equipo de respiración y las máscaras pueden ubicarse en la bolsa protectora y ser almacenados en un ambiente fresco, seco, libre de impurezas.
- En caso de dejarlo en una posición vertical, asegúrese que el equipo se encuentre posicionado de manera que no se caiga.

Revisión de la capacidad de batería:

(a)



Cuando la unidad bodyguard sea activada y desactivada, la unidad revisará y mostrará automáticamente la capacidad de la batería. Hay tres condiciones de batería posibles:

- a) Un ícono de batería negro, indica la carga completa y la batería no requiere ser reemplazada.

(b)



- b) Un pitido prolongado sonará y la pantalla mostrará el ícono de advertencia de la batería "1".

Cuando este ícono aparezca por primera vez, la batería tendrá carga suficiente para permitir que la unidad bodyguard opere en condiciones normales hasta por 4 horas.

Si el nivel de batería sigue bajando, el ícono de la batería brevemente indicará "2". En este caso, los dos **LED rojos** en la unidad bodyguard parpadearán continuamente. La unidad bodyguard pitará 5 veces y se apagará automáticamente.

**SE DEBERÁ CAMBIAR LA BATERÍA**

**Cambio de la batería:**

Asegúrese que la unidad bodyguard está apagada.

Utilizando una llave hexagonal de 2mm, retire los tres tornillos de la tapa de la batería ubicada en el respaldo de la unidad bodyguard. Retire la tapa con cuidado.

La batería usada podrá ser retirada y desechada de una manera aprobada.



Inserte la batería nueva en la cavidad de la tapa con la terminal (+) ubicada como se indica en la fotografía contigua.

Verifique que el empaque de cierre está ubicada de manera correcta y no se encuentra dañado.



Levante la unidad bodyguard hasta que esté en posición vertical.

Alinee la batería y la tapa y luego al presionar esto se insertará la batería en el compartimiento para la batería.

Mientras mantiene esta tapa en su lugar, reemplace los tres tornillos utilizando una llave hexagonal de 2mm.

Tenga cuidado de no apretar demasiado, utilizando un destornillador TORQ, configurado entre 0,4N/M y 0,5N/M.

**Al fijar la batería, la unidad bodyguard se encenderá e iniciará la secuencia de auto verificación.**

**Una vez haya fijado la batería apague la unidad bodyguard presionando los dos botones laterales de la unidad bodyguard.**

**Tipos de Batería de Fabricantes Aprobados:**

- Rayovac AL/9V
- Duracell MN 1604
- Rayovac MN 1604

**Mantenimiento cada 30 días - (Incluir)**

- Mantenimiento cada 30 días (Si el equipo de respiración no se ha utilizado)

**Mantenimiento cada 30 días (Si el equipo de respiración no se ha utilizado):**

1. Retire el equipo de respiración (incluyendo la máscara) de la mochila.
2. Revise todos los componentes externos, (tapa frontal y protectora, arnés, sondas de respiración, unidad bodyguard y máscara) para comprobar que no estén dañados.
3. Realice una “Prueba de Filtración con Presión Alta”. Durante esta prueba, revise la presión del cilindro para asegurarse que no está por debajo de 180 bar y que el ícono de la batería indica “carga completa”.
4. Registre los resultados de la “Prueba de Filtración con Presión Alta” y la presión del cilindro en la hoja de registro indicada.
5. Reubique el equipo de respiración y la máscara en la mochila de transporte y ubique en la zona de almacenamiento.

En caso de dejarlo en posición vertical, asegúrese que el equipo se encuentre posicionado de manera que no se caiga.

**Mantenimiento semestral - (Incluir)**

Mantenimiento cada 30 días - y además

- Si el equipo **no** ha sido utilizado en los últimos 6 meses:

- 1 Cambiar la carga absorbente (consultar el procedimiento de desmantelamiento) – P25
- 2 Cambiar la batería en la unidad Bodyguard (consultar el procedimiento de cambio de batería) – P56

**Mantenimiento anual - (Incluir)**

Si el equipo **no** ha sido utilizado en los últimos 12 meses, realizar una **“revisión de equipos después de su uso”**:

- 30 días/después del uso
- Mantenimiento semestral planeado – y además

- 1 Cambie el empaque de Presión Alta
- 2 Cambie el anillo circular en el conector del acoplamiento insertable
- 3 Realice la prueba de comparación de la unidad Bodyguard con el manómetro de prueba R34032 y el conector R32271 según las recomendaciones del fabricante – Apéndice 2 – registre los resultados en el formato indicado.

**Mantenimiento cada 3 años - (Incluir)**

- Mantenimiento cada 30 días, y además
- Mantenimiento semestral, y además
- Mantenimiento anual, y además
- Mantenimiento cada tres años.

**Mantenimiento cada tres años:**

1. Cambie los discos de la válvula de inhalación y exhalación.

**Mantenimiento cada cinco años – (Incluir)**

- Mantenimiento cada 30 días, y además
- Mantenimiento semestral, y además
- Mantenimiento anual programado, y además

**Mantenimiento cada cinco años:**

- 1 Envíe el cilindro a una prueba hidrostática.

**Mantenimiento cada seis años – (Incluir)**

- Mantenimiento cada 30 días, y además
- Mantenimiento semestral, y además
- Mantenimiento anual, y además
- Mantenimiento cada tres años, y además,
- Mantenimiento cada seis años.

**Mantenimiento cada seis años:**

1. Enviar el reductor de presión al fabricante para mantenimiento.

<b>Falla</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>
Pérdida de presión en las líneas de presión alta o media	Filtración en la conexión de la línea. Filtración en el reductor de presión o la válvula del cilindro.	Selle la conexión de la línea Reemplace el reductor de presión Repare la válvula del cilindro
Pérdida en la válvula de exhalación.	Asiento o disco de la válvula defectuoso.	Reemplace las partes defectuosas.
Pérdida en la válvula de inhalación	Asiento o disco de la válvula defectuoso.	Reemplace las partes defectuosas.
Filtración superior a (>) 1.0 mbar/min en prueba de filtración con presión positiva	Válvula de descarga que no haya sido bloqueada con tapón de prueba R22086	Retire el conector de la manguera a la válvula de descarga, selle el conector con el tapón de prueba R22086
La válvula de drenaje no se abre o se abre muy pronto o muy tarde	Los bloques de la válvula o el disco de la válvula se pegan o la presión de muelle es incorrecta.	Desarme la válvula de drenaje de la bolsa de respiración, retire la tapa de la cubierta. Revise el disco y la presión de la válvula.
Presión de apertura de la válvula de descarga incorrecta	El tapón R22086 no fue retirado después de la prueba de filtración con presión positiva. El pin removible del disco de la válvula la bloquea. La presión del muelle no está bien.	Retire el tapón de prueba y monte el conector de la manguera para la válvula de descarga. Revise el pin removible o agujero. Reemplace el muelle.
Valor de la prueba de válvula mínima incorrecto	La válvula del cilindro no abrió La presión del resorte (2 piezas) en la bolsa de respiración es incorrecta Cabeceo de la válvula	Abrir la válvula del cilindro. Reemplazar los resortes Reparar cabeceo de la válvula
La válvula de by pass no funciona	Reductor de presión defectuoso	Reparar el reductor de presión por medio del servicio de Dräger
Dosis incorrecta	Presión del cilindro incorrecta Reductor de presión defectuoso	Cargar cilindro de oxígeno Reparar el reductor de presión por medio del servicio Dräger
Aviso de presión residual 1	Indicador de presión defectuoso (pantalla)	Reprogramar el valor de alarma
Primera alarma de valor incorrecto	Sonido de aviso defectuoso (batería de almacenamiento descargada)	Reprogramar el valor de alarma. Cargar o reemplazar la batería de almacenamiento.
Aviso de presión residual 2	Indicador de presión defectuoso	Reprogramar el valor de alarma
Segundo valor de aviso incorrecto	Sonido de aviso defectuoso (batería de almacenamiento descargada)	Reprogramar el valor de alarma o cargar la batería de almacenamiento
Indicación de presión fuera de la tolerancia de indicación	Indicación de presión defectuosa (pantalla)	Reemplazar el indicador
Falla de la prueba de fuga	Anillo "O" dañado El filtro puede que no esté ajustado de forma apropiada en la parte superior de la cal sodada empacada. Cartucho agrietado o dañado	Reemplazar el anillo "O" Reajustar el filtro  Reemplazar el cartucho
La tapa no se puede ensamblar	Mucha cal sodada en el cartucho	Retirar una parte de la cal sodada

Cruje al agitar	No hay suficiente cal sodada	Agregar cal sodada
Daño a los visores	Deje el área, si está en uso	Reemplazar el visor

**DÍA 2**  
**TEORIA**

Medidas de control para minimizar los riesgos y mantenerlos a un nivel aceptable.

Principales Riesgos y efectos de:

Incendios (Se debe presentar la sección 3.1 de los Lineamientos)

Caída de Rocas (Se debe presentar la sección 3.2 de los Lineamientos)

**DÍA TRES**

DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar Auto-Evaluación de Delegados)

**Conferencias**

- Principales componentes de la atmosfera
- Fisiología de la respiración
- Deficiencias de Oxígeno
- Presión del aire y ventilación minera
- Emergencias causados por riesgos de Inundaciones (Se debe presentar la sección 3.3 de los Lineamientos)
- Emergencias causados por riesgos de Atmosferas Irrespirables (Se debe presentar la sección 3.4 de los Lineamientos)
- Emergencias causados por riesgos de Explosiones (Se debe presentar la sección 3.5 de los Lineamientos)

**PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE:**

Al final de esta sesión, los delegados deberán:

1. Comprender la importancia de la fluctuación en la presión y el uso de un barómetro
2. Conocer la composición y las propiedades del oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono
3. Comprender la fisiología de la respiración
4. Conocer los efectos de la deficiencia de oxígeno

**RESUMEN**

1. Introducción
2. Constituyentes principales de la atmósfera
3. Fisiología de la respiración
4. Deficiencia de oxígeno
5. Presión atmosférica y ventilación de la mina



6. Inundaciones
7. Atmosferas Irrespirables
8. Explosiones

## LA ATMÓSFERA Y LA FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN

### CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE LA ATMÓSFERA

Con el fin de comprender plenamente los principios que rigen el funcionamiento de un equipo de respiración, es necesario conocer algo acerca de la composición de la atmósfera y del proceso de la respiración.

La atmósfera puede definirse como 'la capa de gases que rodea la Tierra, cualquier otro planeta, o cualquier sustancia'. Esta capa de gases se conoce más comúnmente como 'aire'.

El aire consiste en una mezcla compleja de gases, siendo los tres principales el oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono. Generalmente se ha aceptado que su composición es la siguiente (en volumen):

Oxígeno	20,93%
Nitrógeno	79,04%
Dióxido de carbono	0,03%

El aire es incoloro, inodoro e insípido, favorece la combustión y es necesario para la respiración. Dado que el aire es una combinación de gases, es posible aislar gases individuales a través de procesos especiales. Esto permite entonces que el fabricante cargue cilindros separados con oxígeno, nitrógeno y otros gases, que luego tienen aplicaciones más amplias en una serie de industrias.

Las propiedades de los principales gases que componen el 'aire' están documentadas de la siguiente manera:

- **Oxígeno**

El oxígeno es incoloro, inodoro e insípido y, en su estado puro, es un poco más pesado que el aire (esto es importante cuando lleguemos a la sección de gases de minas.) El cuerpo humano requiere de un suministro constante de oxígeno para sobrevivir y este se obtiene normalmente de la atmósfera que nos rodea. Hay ocasiones en que el aire no es adecuado para su uso por parte de las personas y estas ocasiones son las siguientes:-

1. Cuando hay un menor contenido de oxígeno en el aire, lo que conlleva a la deficiencia de oxígeno, y
2. Si se introducen gases irritantes o tóxicos en el aire (por ejemplo, después de un incendio o una explosión).

En estas circunstancias, se requiere de equipos de protección respiratoria, como por ejemplo: equipos de respiración, auto-rescatadores, equipos de escape u otros equipos de protección.

Se debe observar que por decreto 1886 de 2015, la cantidad de oxígeno presente en el cuerpo general de aire de la mina no debe ser inferior al 19,5%.

- **Nitrógeno**

Es igualmente un gas incoloro, inodoro e insípido. No es compatible con la vida ni facilita la combustión y es un poco más ligero que el aire (esto es importante cuando lleguemos a la sección de gases de minas). El nitrógeno es el principal constituyente del aire y actúa como diluyente del oxígeno.

- **Dióxido de Carbono**

Es también un gas incoloro; sin embargo, tiene un olor ligeramente penetrante o acre y un sabor a 'agua con gas'. Es más pesado que el aire.

El dióxido de carbono desempeña un papel importante en la respiración y en la circulación cerebral. En altas concentraciones, actúa como un estimulante del sistema respiratorio y nervioso central (lo que provoca que su



cuerpo respire cuando Ud. retiene la respiración). En concentraciones excesivas, deprime el sistema nervioso central y produce pérdida del conocimiento, narcosis, paro respiratorio y la muerte.

## **1. FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN**

- **El Sistema Respiratorio**

El sistema respiratorio comprende la boca, la nariz, la tráquea, los pulmones y los vasos sanguíneos pulmonares. La respiración implica el proceso de respirar y el intercambio de gases (oxígeno y dióxido de carbono) en los pulmones y en las células de todo el cuerpo. Respiramos aire para llevar el oxígeno a los pulmones, y exhalamos para expulsar el dióxido de carbono gaseoso residual, el cual es un subproducto de la respiración. Cuando respiramos, el aire es aspirado por la nariz y la boca hasta las vías respiratorias y los pulmones. En los pulmones, el oxígeno es llevado de los sacos de aire (alvéolos) a los pequeños vasos sanguíneos (capilares pulmonares). Al mismo tiempo, se libera dióxido de carbono de los capilares en los alvéolos y este es expulsado a medida que exhalamos.

- **El Proceso de la Respiración**

La respiración es controlada por el cerebro, a través del sistema nervioso autónomo, un sistema que también ayuda a controlar los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre. Un adulto promedio respira normalmente alrededor de 16 veces por minuto. Esta tasa puede ser alterada de forma voluntaria (por lo general para aumentarla) o involuntariamente por el centro respiratorio en el cerebro como una respuesta a niveles especialmente anormales de dióxido de carbono y también bajos niveles de oxígeno, estrés, ejercicio físico, lesiones o enfermedades.

El proceso de respiración consiste de inhalar (inspiración), exhalar (espiración) y una pausa. Siempre queda algo de aire en los pulmones de forma que hay oxígeno constantemente disponible para la sangre (el cuerpo absorbe oxígeno y libera dióxido de carbono).

## **2. CAUSAS Y EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DE OXÍGENO**

- **Trastornos Respiratorios**

Cualquier perturbación del proceso respiratorio es potencialmente mortal, ya que puede generar asfixia, la cual es una condición causada no sólo por asfixia simple sino también por cualquier condición que evite que el

oxígeno sea capturado en los pulmones por la sangre. El agotamiento de oxígeno en el cuerpo se conoce como Hipoxia. En este estado los tejidos comienzan a deteriorarse rápidamente, las células cerebrales empiezan a morir si su suministro de oxígeno es interrumpido durante tan solo tres minutos aproximadamente.

### Síntomas de un bajo nivel de oxígeno en la sangre

- Respiración rápida y con dificultad y jadeo para respirar
- Confusión y agresión, llevándolo a la inconsciencia
- Normalmente piel azul-grisácea (cianosis)
- La respiración o el corazón puede detenerse si la hipoxia no se revierte rápidamente

CONDICIÓN	CAUSAS
<b>Oxígeno insuficiente en el aire inhalado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfixia por gas o humo</li> <li>• Cambios en la presión atmosférica, por ejemplo a gran altura o en un avión despresurizado</li> </ul>
<b>Obstrucción de vías respiratorias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfixia por obstrucción externa, como una almohada o agua (ahogamiento)</li> <li>• Obstrucción o inflamación de las vías respiratorias</li> <li>• Compresión de la tráquea, por ejemplo, causada por ahorcamiento o estrangulamiento</li> </ul>
<b>Condiciones que afectan la pared torácica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplastamiento, por ejemplo, por una caída de tierra o arena o presión de una multitud</li> <li>• Lesión de la pared torácica con múltiples fracturas de costillas o quemaduras de constricción</li> </ul>
<b>Deterioro de la función pulmonar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesiones pulmonares</li> <li>• Pulmón colapsado</li> <li>• Infecciones pulmonares, como por ejemplo neumonía</li> </ul>
<b>Daño al cerebro o nervios que controlan la respiración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesión en la cabeza o un derrame cerebral que daña el centro de la respiración en el cerebro</li> <li>• Algunas formas de intoxicación</li> <li>• Parálisis de los nervios que controlan los músculos de la respiración como en una lesión de la columna vertebral.</li> </ul>
<b>Deterioro de la absorción de oxígeno por tejidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfixia por monóxido de carbono o envenenamiento por cianuro</li> </ul>

Tabla 2.1 CONDICIONES QUE CAUSAN UN BAJO CONTENIDO DE OXÍGENO EN LA SANGRE (Hipoxia)

### 3. PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y SU EFECTO SOBRE LA VENTILACIÓN DE LA MINA

La tierra se encuentra rodeada por una capa de gases, conocida como la atmósfera, o aire. Como todos los materiales tienen un peso debido a la atracción gravitatoria de la tierra, entonces es razonable suponer que los gases en la atmósfera tienen un peso también. Se ha estimado que un metro cúbico de aire pesa 1,3 kg a nivel del mar.

Este peso se ejerce en todos los puntos a lo largo del planeta y puede fluctuar debido a puntos altos como el Monte Everest (donde el peso será menor) y puntos bajos como el fondo del pozo de una mina (donde el peso aumentará). El clima caliente y frío también puede afectar este peso de la misma forma que la humedad. El aire está empujando constantemente contra nuestros cuerpos, pero dado que es invisible, a menudo no nos damos cuenta de que está presente. Esta fuerza se conoce como 'presión atmosférica'.

- **Definición**

*Presión: ejercer fuerza continua sobre o contra un cuerpo por parte de otro cuerpo en contacto con él.*

La 'presión atmosférica' puede ser medida usando un instrumento llamado barómetro o altímetro. Se deben proporcionar barómetros en la superficie de cada mina ya que los cambios en la presión atmosférica pueden influir sobre las condiciones subterráneas en las explotaciones mineras. Este es el caso especialmente cuando hay grandes áreas de estériles o explotaciones abandonadas sin ventilación, ya que estas zonas tienden a estar llenas de gases nocivos y asfixiantes que pueden moverse de acuerdo con cambios en la presión atmosférica.

En una mina bien ventilada, estos gases representan un peligro bajo cuando la medición del barómetro es constante o creciente. Una condición de equilibrio se establece cuando los gases en el área de estériles y explotaciones anteriores se mantienen bajo control, y el sistema de ventilación de la mina solo tiene que encargarse del gas que se desprende del carbón y de los estratos.

Como todos los gases se expanden cuando la presión se reduce, de manera opuesta se contraerán cuando se aumenta la presión. Así, en un barómetro que muestra lecturas que disminuyen rápidamente, estos gases se expandirán y migrarán de la zona de estériles y explotaciones anteriores hacia el área de trabajo de la mina.

#### **Una situación muy peligrosa**

Si la caída en la lectura del barómetro es lenta, los gases pueden desprenderse de manera tan gradual que son diluidos por la ventilación normal de la mina. Si la caída es rápida, entonces el volumen de gas que se desprende

en un corto período de tiempo puede ser peligrosamente grande. En otras palabras, no es la magnitud de la disminución de la lectura del barómetro lo que puede plantear problemas con la ventilación de la mina sino la velocidad a la que disminuye.

Las presiones barométricas son de gran importancia para las operaciones de salvamento, en particular durante las operaciones de aislamiento y reapertura.

#### Definiciones y Abreviaturas:-

**Gases:** Término minero general para referirse a productos gaseosos que se forman en las minas (Principalmente de carbón) que se distinguen del aire puro. (Grisú - principalmente metano; monóxido de carbono; mezcla de dióxido de carbono y nitrógeno en proporción mayor a la del aire normal; sulfuro de hidrógeno; Gases no inflamables producto de una explosión - mezcla de gases presentes después de una explosión).

**Gravedad Específica:** La gravedad específica de un gas corresponde al peso de ese gas en comparación con el peso del mismo volumen de aire a la misma temperatura y presión.

**Inflamable:** El gas inflamable es aquel que se quema y, cuando se mezcla con el aire dentro de ciertos límites, propaga su propio fuego alejándose de la fuente de ignición. Estos límites son a menudo conocidos como los límites de explosión debido a que la presión se asocia generalmente con la propagación de la llama.

**PPM:** Partes por millón; es utilizado en la medición de pequeñas cantidades de sustancias, particularmente aquellas que puedan ser perjudiciales para la salud en cantidades muy pequeñas.

**Límite Máximo de Exposición (MEL):** Corresponde a la concentración máxima de una sustancia en el aire tomada como promedio durante un período de referencia (por ejemplo, 8 horas) a la que los empleados pueden estar expuestos por inhalación bajo cualquier circunstancia. Estas sustancias dan lugar a efectos agudos y por lo tanto estos límites no deben ser excedidos.

**Estándar de Exposición Ocupacional (OES):** Actualmente es conocido como **Límites de Exposición Profesional** (LEP). Es la concentración de un período de referencia en el que no hay evidencia actual de que una exposición por inhalación repetida (día a día) sea perjudicial para la salud de los empleados.



**Umbral de Valores Límite (TLV):** Es la concentración de una sustancia en el aire que representa condiciones a las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin efectos adversos para su salud (este es el predecesor del Estándar de Exposición Ocupacional - OES).

**Límite de Exposición a Largo Plazo - (Promedio ponderado del tiempo de 8 horas (TWA)):** Los límites para una exposición continua indefinida de 8 horas al día, 'en 1 o más turnos de trabajo'.

**Límite de Exposición a Corto Plazo - (15 minutos):** Las concentraciones máximas de contaminantes en el aire a las cuales el trabajador no debe estar expuestos durante más de un período de tiempo de exposición continuo de 15 minutos.

### **Qué es un Límite de Exposición Ocupacional (OEL)?**

Hay dos tipos de límites de OEL a sustancias peligrosas: Límites Máximos de Exposición (MEL) y Estándares de Exposición Ocupacional (OES). Los MEL y OES han sido establecidos para ayudar a proteger la salud de los trabajadores. Ambos tipos de límites corresponden a concentraciones de sustancias peligrosas en el aire, como un promedio durante un período de tiempo determinado, que se conoce como un promedio ponderado de tiempo (TWA). Se utilizan dos períodos de tiempo: a largo plazo (período de 8 horas) y a corto plazo (15 minutos). Los límites de exposición a corto plazo (STEL) se establecen para ayudar a prevenir los efectos, como irritación de los ojos, que pueden ocurrir después de la exposición a una sustancia peligrosa durante unos minutos.

### **Qué es un MEL?**

Un **MEL** se establece para sustancias que pueden causar efectos más graves sobre la salud, como cáncer y asma ocupacional, y para los cuales no se pueden determinar niveles "seguros" de exposición. También se establece un MEL para sustancias donde, aunque pueden existir en niveles seguros, no es razonable controlar estos niveles. La exposición a una sustancia que tenga asignado un MEL debe reducirse tan bajo como sea posible por debajo del MEL asignado como resulte razonablemente posible y no debe excederse el MEL cuando se promedia sobre el período de referencia especificado (8 horas). Para las sustancias con un MEL a corto plazo (período de referencia de 15 minutos) este nivel de exposición, como un promedio durante el período de referencia, **nunca** debe ser superado (afortunadamente se les asigna un MEL a muy pocas sustancias a las que las cuadrillas de salvamento puedan estar expuestas).

Se establece un **OES** a un nivel en el que (con base en el conocimiento científico actual) no hay ningún indicio de riesgo para la salud de los trabajadores expuestos por inhalación día tras día. Si la exposición a una sustancia que tiene un OES se reduce al menos a este nivel, entonces se ha logrado un control adecuado. Si se supera este nivel, la razón debe ser identificada y las medidas para reducir la exposición al OES deben ser implementadas tan pronto como sea razonablemente posible.

## GASES DE MINAS

### Introducción

Cuando las operaciones de minería de carbón están en progreso, se producen polvo y gases naturalmente como parte del proceso. Los ingenieros de minas reconocieron rápidamente que estas sustancias son perjudiciales para la salud.

Las sustancias nativas (aquellas presentes de forma natural) son controladas generalmente a través de equipos de supresión de polvo, ventilación adecuada y, como último recurso, con equipos de protección personal. En la mayoría de los casos, estas precauciones combinadas aseguran que la calidad del aire de la mina se mantenga en niveles aceptables. Otras sustancias o gases pueden entrar en la mina y deben ser controladas para asegurar la salud y la seguridad durante el uso normal y durante emergencias.

En condiciones adversas (incendio, explosión, combustión espontánea, etc.), los gases y las sustancias producidas pueden encontrarse en cantidades superiores a las aceptables, y en estas ocasiones pueden representar un riesgo significativo para la salud. Esta conferencia se centrará en algunos de los gases asociados con la extracción de carbón (que es la minería con mayores riesgos asociados) junto con su importancia para las operaciones de salvamento.

### METANO

Es el más común y el más peligroso de los gases inflamables que se encuentran en las minas de carbón. A lo largo de la historia de la minería, el metano ha sido la causa de numerosas explosiones en minas, junto con la pérdida de incontables vidas.

- Características y Propiedades del Metano (Símbolo químico  $\text{CH}_4$  - Grisú)

El metano tiene una gravedad específica de 0,55 (es considerablemente más ligero que el aire) y normalmente se encuentra hacia el techo. El metano es incoloro e insípido y en su forma pura inodoro.

El metano no es tóxico pero tiene el mismo efecto en la respiración que una deficiencia de oxígeno que causa asfixia. Es muy explosivo cuando se mezcla con el aire en ciertas proporciones (entre 5%-15% en volumen).

- Ocurrencia

En las primeras etapas de la sedimentación, la materia vegetal fue colocada en zonas pantanosas, donde se descompuso. El metano producido durante este tiempo escapaba a menudo como 'gas de pantano'. En caso de que este material sea cubierto con una capa de arena, y que luego sea a su vez cubierta con lodo de baja



permeabilidad, el gas podría quedar atrapado dentro de la arena porosa. De este modo el metano puede quedar atrapado en estratos distintos del carbón. En las etapas posteriores en que los sedimentos se profundizaron y descompusieron, la migración del gas a partir de la materia de origen vegetal a las rocas del yacimiento se vuelve menos probable.

A través de una combinación de tiempo y presión, la veta de carbón que se forma podría desarrollar una estructura de 'poros finos'. El metano producido durante este proceso acumulado bajo presión en los poros, se adhiere a las moléculas de carbón que ahora actúan como un depósito para el gas (particularmente si los estratos que rodean el carbón permanecen relativamente inalterados). Sin embargo, debido a la manera como se formó el carbón con su característica baja permeabilidad, el gas atrapado no escapará fácilmente (a menos de que hayan muchas fracturas o grietas presentes) incluso cuando hay una superficie libre (presión reducida) hecha por la minería (únicamente el gas inmediatamente adyacente a la superficie libre puede escapar).

Hay tres formas principales para que el metano ingrese a explotaciones mineras a través de carbón y estratos adyacentes:

- Exudación o migración gradual
- Difusión a través de grandes fracturas
- Estallidos

### **Exudación Gradual**

En circunstancias normales, la porción más grande de Grisú en la atmósfera de una mina se produce como resultado de este modo de entrada. El gas emana de los poros abiertos de la superficie de carbón recién expuesta y de los estratos adyacentes en corrientes muy pequeñas. Esta formación de gas es por lo general bastante estable, pero el movimiento de los estratos, los cambios en la presión barométrica y la intensidad de las operaciones mineras pueden influir en la velocidad de escape del gas.

La cantidad de gas liberado varía considerablemente entre las minas, debido a la naturaleza de los mantos de carbón explotadas. La composición gaseosa también puede variar dentro de un manto individual. La cantidad de gas contenido en el carbón depende de la profundidad a que se encuentre y de la naturaleza de los estratos inmediatamente superiores e inferiores; estratos relativamente impermeables retendrán más gas que los estratos abiertos o porosos.

### **Difusión a través de grandes fracturas**

En algunos mantos se han presentado emisiones repentinas de metano. Esto ocurre cuando el gas a presión ha sido liberado de depósitos en rocas porosas permeables o cuando el gas está atrapado en la veta por “venas de arcilla” (intrusiones verticales de arcilla impermeable que bloquea el flujo de gas perpendicular al plano de estratificación del manto). Si la roca superior no se rompe regularmente durante las operaciones mineras, entonces los estratos adyacentes o el carbón pueden convertirse en un depósito de gas a presión. Cuando se produce una fractura, se liberan cantidades adicionales de metano bajo presión en la explotación. En algunos casos extremos, la ventilación puede no ser suficiente para manejar el gas, lo que conlleva a la presencia de una atmósfera explosiva o asfixiante.

Esta forma de difusión suele estar acompañada de un ‘silbido’ que indica una presión alta. La tasa de emisión de metano en general alcanza un máximo en unos pocos minutos, liberando grandes cantidades de gas.

El riesgo de una difusión de esta naturaleza puede ser mayor bien poco después del inicio de un frente de producción, después de un período de receso o cuando la velocidad de avance ha cambiado. Pueden ocurrir con poca o ninguna advertencia y pueden continuar durante largos períodos de tiempo, en algunos casos varios años o incluso detenerse tan abruptamente como comenzó. La minería puede intersectar venas de arcilla y liberar metano durante el avance normal de la minería.

### **Estallidos**

El término ‘estallido’, en relación con la minería, indica la liberación de un volumen anormalmente grande de grisú en una parte de la mina que puede estar acompañado de un movimiento explosivo de carbón roto. En general, el gas emana de roturas en el suelo o en la pared cerca del frente de carbón, causado por una liberación repentina de la presión en los estratos que produce un movimiento.

El volumen de grisú liberado puede variar de unos pocos a varios millones de metros cúbicos, con tasas de flujo que varían de 100 a varios miles de metros cúbicos por segundo. El período de emisión puede variar desde unas pocas horas hasta varios meses, (este fenómeno se encuentra acompañado normalmente de grandes volúmenes de carbón pulverizado que son liberados simultáneamente).

### **Efectos fisiológicos de la respiración de metano**

La relación de desplazamiento del oxígeno no es directamente proporcional al aumento de metano, pero como regla general un aumento del 5% en el metano reduce el contenido de oxígeno en un 1%.

### **Medios de detección**



Detector automático de gases inflamables

Metanómetro

Lámpara de seguridad de llama

## MONÓXIDO DE CARBONO

Este es el más peligroso de todos los gases tóxicos que se encuentran comúnmente en la atmósfera de una mina. Es de particular relevancia para todos los trabajadores de salvamento minero, ya que casi siempre se encuentra cuando se utiliza un aparato de respiración durante una situación de emergencia causada por combustión espontánea, incendios o explosiones.

- **Características y propiedades del Monóxido de Carbono**  
(Símbolo químico CO)

El monóxido de carbono tiene una gravedad específica de 0,967 y tiende a ser encontrado en el cuerpo general del aire de la mina. El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es altamente venenoso.

Cuando se mezcla con el aire en ciertas proporciones es muy explosivo (entre 12,5% - 74% en volumen).

- **Ocurrencia**

El monóxido de carbono es el efecto de la combustión incompleta y por lo tanto se encuentra en las minas debido a la oxidación del carbón u otro material carbonoso, combustión espontánea, emisiones por voladuras o después de un incendio o una explosión. Dado que el gas se produce de manera natural a través de la oxidación, pueden encontrarse pequeñas cantidades en el cuerpo general del aire (típicamente entre 5 y 10 ppm). Esto se conoce como la “norma de CO” para el sector o de hecho para la mina. En circunstancias normales este nivel se mantendrá constante. Sin embargo, en caso de que esta ‘norma’ empiece a aumentar, entonces puede indicar el inicio de una combustión espontánea o un incendio potencial y debe iniciarse una investigación para determinar la causa de este aumento (incluso un pequeño aumento de 3 ppm es suficiente para realizar una investigación).

El monóxido de carbono se produce en cantidades considerables a partir de incendios y explosiones subterráneas de metano y polvo de carbón. En el caso de los incendios, la producción de CO inicialmente será relativamente pequeña, pero puede alcanzar proporciones letales si el fuego se afianza. Por el contrario, una explosión de metano y/o polvo de carbón puede producir instantáneamente niveles de monóxido de carbono de entre 6% y 7% (6.000 a 7.000 ppm).

- **Efectos fisiológicos del Monóxido de Carbono**

El monóxido de carbono es extremadamente tóxico y al ser inhalado resulta fatal, incluso en pequeñas cantidades durante un período de tiempo suficiente. La naturaleza tóxica de monóxido de carbono se debe a su facilidad para combinarse con la materia roja de la sangre (llamada hemoglobina) con la que entra en contacto cuando se inhala: La hemoglobina de la sangre tiene una mayor afinidad por el monóxido de carbono que por el oxígeno (250 veces mayor). En la respiración normal, el oxígeno se combina con la hemoglobina formando un compuesto inestable (oxi-hemoglobina), y esta sustancia se descompone a medida que la sangre circula alrededor del cuerpo, dándole a los tejidos el oxígeno que necesitan, con el resultado de que las impurezas de la sangre se oxidan como dióxido de carbono y humedad. El efecto de respirar monóxido de carbono es convertir la hemoglobina de la sangre en carboxi-hemoglobina (compuesto de color rosa brillante), que es incapaz de proporcionarle oxígeno a los tejidos del cuerpo, un efecto que produce discapacidad física o incluso la muerte, de acuerdo con la grado de saturación de este gas en la sangre. Los experimentos muestran que la intensidad de la intoxicación por monóxido de carbono depende de la cantidad de gas presente, el tiempo durante el cual la persona ha estado expuesta al gas, y la condición física de la persona (ver la Tabla 5.1 Efectos Fisiológicos del Monóxido de Carbono).

Concentración		Efectos
%	ppm	
0,003	30	OES (exposición a largo plazo)
0,02	200	Dolor de cabeza después de siete horas de descanso, o de dos horas de trabajo
0,02	200	OES (exposición a corto plazo)
0,04	400	Dolor de cabeza y malestar con posibilidad de colapso después de dos horas de descanso o 45 minutos de trabajo
0,12	1200	Palpitaciones después de 30 minutos de descanso o 10 minutos de trabajo
0,2	2000	Inconsciencia después de 30 minutos de descanso o 10 minutos de trabajo

Tabla 5.1 Efectos Fisiológicos del Monóxido de Carbono

- **Tratamiento de la intoxicación por Dióxido de Carbono**

El monóxido de carbono afecta la capacidad de absorción de oxígeno de la hemoglobina, lo cual es muy importante para administrar oxígeno inmediatamente si está disponible. La disociación de la carboxi-hemoglobina es un proceso largo y la hipoxia resultante es tratada más fácilmente con oxígeno. Si la respiración normal cesa, entonces debe utilizarse inmediatamente un aparato de resucitación capaz de generar ventilación



mecánica. Las personas que han sufrido de intoxicación por CO deben considerarse como casos que deben ser transportados en camilla hasta que haya ayuda médica disponible.

Las cuadrillas de salvamento pueden estar expuestas a CO durante las respuestas de emergencia a incendios o explosiones. Sus niveles de saturación sanguínea pueden ser controlados mediante un oxímetro de CO de pulso. Los oxímetros de CO de Pulse permiten estimar la carboxi-hemoglobina con tecnología no invasiva similar a un oxímetro de pulso. Sin embargo, el uso de un oxímetro de pulso no resulta efectivo en el diagnóstico de la intoxicación por CO ya que los pacientes que sufren de la intoxicación por monóxido de carbono pueden tener una lectura normal de saturación de oxígeno en un oxímetro de pulso.

- **Medios de Detección**

Tubo y bomba de detección.

Sensor electromecánico en un instrumento de detección de múltiples gases.

## SULFURO DE HIDRÓGENO

El Sulfuro de Hidrógeno es altamente tóxico y altamente inflamable; por lo tanto, dentro de ciertos parámetros, explotará.

- **Características y propiedades de Sulfuro de Hidrógeno**

El sulfuro de hidrógeno tiene una gravedad específica de 1,17 y tiende a ser encontrado más cerca del suelo (es un poco más pesado que el aire).

El sulfuro de hidrógeno es incoloro y tiene un sabor dulzón y un olor similar a huevos podridos.

Símbolo Químico     H<sub>2</sub>S

Es altamente tóxico y es altamente explosivo cuando se mezcla con el aire en ciertas proporciones (entre 4,3% y 43% en volumen).



Figura . Monitor de saturación de carboxi-hemoglobina para dedo. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Co\\_monitor.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Co_monitor.JPG)

- **Ocurrencia**

Puede ser producido en una mina por la acción de las aguas ácidas de la mina en ciertos sulfuros. En algunas ocasiones se produce cuando el carbón (que contiene azufre) se calienta en contacto con el aire - como una combustión espontánea o incendios en desechos. También se puede producir cuando se utilizan ciertos explosivos durante detonaciones. En algunas minas (Mina San Juan, Nuevo México, EE.UU.) el H<sub>2</sub>S es producido como resultado de la acción bacteriana en las piritas.

- **Efectos fisiológicos del Sulfuro de Hidrógeno**

En bajas concentraciones produce dolor de cabeza, atontamiento, mareo e irritación de los ojos y la garganta; sin embargo, es altamente tóxico y un volumen tan pequeño como 500 ppm puede resultar fatal (ver Tabla 5.2 Efectos Fisiológicos del Sulfuro de Hidrógeno).

En cantidades diminutas, el gas puede ser detectado por su olor (huevos podridos); sin embargo, en cantidades grandes atrofia el sentido del olfato y no es detectado por la nariz. Por lo tanto, es un gas traicionero.

Cuando la atmósfera contiene más de 1000 ppm, una víctima se verá afectada rápidamente, puede perder el conocimiento e incluso fallecer si no es llevada inmediatamente al aire fresco.

CONCENTRACIÓN PPM	EFEECTO
0,003	Olor a huevos podridos
0,3	Olor distintivo
10	Límite de exposición de largo plazo (8 horas TWA)
15	Límite de exposición de corto plazo (15 minutos TWA)
20	Irritación de los ojos
150	Pérdida del sentido del olfato
500	Efecto en el sistema nervioso central, si la exposición continúa por una hora la muerte será inminente

Tabla 5.2 Efectos fisiológicos del Sulfuro de Hidrógeno

## DIÓXIDO DE AZUFRE

Es un gas extremadamente tóxico que se puede encontrar en determinadas situaciones de emergencia subterránea.

- **Características y propiedades del Dióxido de Azufre**



El dióxido de azufre tiene una gravedad específica de 2,26 y por lo tanto se encuentra en el suelo (es más pesado que el aire).

El dióxido de azufre es incoloro, pero tiene un olor acre, asfixiante y sulfuroso y un sabor ácido casi intolerable.

Símbolo Químico  $\text{SO}_2$

Este gas es altamente tóxico.

- **Ocurrencia**

Se encuentra generalmente en las minas cuando se produce una combustión espontánea o un incendio en el carbón que contiene azufre, también ocasionalmente cuando se quema caucho y en los gases de escape de combustible diésel.

- **Efectos fisiológicos del Dióxido de Azufre**

El dióxido de azufre es extremadamente tóxico, pero debido a su efecto irritante en los ojos y en las vías respiratorias, respirarlo resulta intolerable durante cualquier periodo de tiempo en concentraciones peligrosas.

## **ÓXIDOS DE NITRÓGENO**

- **Origen**

Los óxidos de nitrógeno se producen en atmósferas de minas en una de dos maneras.

- (a) Explosiones (voladura)
- (b) Motores diésel

- **Ocurrencia**

Las cantidades de 'óxidos de nitrógeno' en los humos de las detonaciones varían de acuerdo a la 'eficiencia de detonación' del explosivo, el cual contiene compuestos de nitro-glicerina o nitro-celulosa. Una detonación imperfecta del explosivo producirá una cantidad de gas al igual que los vehículos con motores diésel que se utilizan bajo tierra en algunas minas. Se han diseñado filtros de seguridad adicionales en motores diésel para filtrar los óxidos de nitrógeno de los gases de escape.

El término 'Óxidos de Nitrógeno' ha sido adoptado para representar la suma de todos los óxidos tóxicos de nitrógeno.

- **Características y propiedades del Dióxido de Nitrógeno**

Símbolo Químico                      NO (Óxido Nítrico); NO<sub>2</sub> (Dióxido de Nitrógeno)

Riesgo para la vida                      Tóxico

Cuando está caliente, el gas tiene un color marrón rojizo característico que cambia a amarillo pálido cuando está frío. Si se enfría más, se condensa en un líquido de color amarillo pálido. El dióxido de nitrógeno tiene un olor acre muy característico a ácido nítrico.

- **Efectos fisiológicos**

Su presencia en el aire de la mina producirá inmediatamente una irritación extrema en el sistema respiratorio, afectará también los ojos y tendrá un olor acre. Incluso en pequeñas cantidades la irritación puede causar una tos violenta seguida de una sensación de bienestar para luego colapsar.

Es un gas extremadamente tóxico; niveles de 150 ppm son peligrosos para la vida y de 250 ppm pueden causar la muerte. Si se detecta cualquier efecto del gas, todas las personas en el área afectada deben ser evacuadas a una zona con aire fresco.

El efecto de la intoxicación con 'Óxidos de Nitrógeno' puede ser engañoso, después de la tos inicial, un segundo o tercer evento de tos puede ocurrir minutos u incluso horas más tarde, siendo mucho más violento con la posibilidad de colapso. La persona afectada puede no ser consciente de que algo está mal; sin embargo, después de unas horas es posible desarrollar bronquitis, cuya gravedad dependerá del nivel de exposición. En minas con bajos flujos de ventilación, los gases residuales de las detonaciones pueden permanecer en el área hasta que sean eliminados. Se han producido muertes debido a que los mineros ingresan a una galería antes de que el aire fuese seguro.

## HIDRÓGENO

- **Origen**

El hidrógeno libre no se encuentra normalmente en la atmósfera de las minas (excepto en una estación de carga de batería). Sin embargo, el hidrógeno se encuentra fácilmente en un estado combinado como un constituyente del agua 'H<sub>2</sub>O'.



Tiene que producirse una reacción química para que el hidrógeno sea liberado de su unión química con el oxígeno en el agua.

- **Ocurrencia**

En los incendios en minas, cuando se aplica agua a una masa incandescente, puede haber una ruptura de los elementos que lo componen, donde el hidrógeno es liberado como “gas de agua”.

El proceso de carga de las baterías de plomo-ácido también produce hidrógeno (como en la estación subterránea de carga de baterías).

El hidrógeno se quema en el aire con una llama no luminosa.

- **Características y propiedades del Hidrógeno**

Símbolo Químico	H <sub>2</sub>
Riesgo para la vida	Rango explosivo de 4% - 74% en volumen Es peligroso para la vida
Gravedad Específica	0,07

Este gas inodoro, incoloro e insípido es el elemento químico más ligero y más simple. Se difunde más rápido y tiene la mayor capacidad para la conductividad de calor que cualquier otro gas de minas. Su presencia en la atmósfera de la mina hará que los gases inflamables combinados posean un rango explosivo más amplio.

El único método fiable de detección de hidrógeno es el análisis de laboratorio.

**NITRÓGENO + DIÓXIDO DE CARBONO** en proporciones mayores las normales.

Se presenta una mezcla mecánica de gases que no explota, no permite la vida ni la combustión, constituida principalmente por Dióxido de Carbono y Nitrógeno superior al nivel encontrado en el aire normal (79% de N<sub>2</sub> y 0,03% de CO<sub>2</sub>). Sin embargo, puede haber trazas diminutas de Metano y Monóxido de Carbono. La composición de esta mezcla es variable dentro del rango de 85% a 88% para nitrógeno y de 15% a 12% para dióxido de carbono. Nota: las muestras tomadas de un sector durante un período de tiempo suelen ser bastante constantes; sin embargo, una variación podría indicar condiciones anormales tales como una combustión espontánea.

- **Origen**

Antes de que los mantos de carbón se formaran, a medida que la materia vegetal crecía, la luz solar fue utilizada para combinar agua y dióxido de carbono en hidrocarburos para formar las hojas y tallos de la planta. Cuando se depositó, la materia vegetal finalmente se convirtió en un material carbonoso sólido que contiene materias volátiles (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>). Algunos carbones contienen CO<sub>2</sub> que puede entrar en el aire de la mina con el metano. El CO<sub>2</sub> también se produce a partir de la oxidación gradual de carbón. De este modo los gases resultantes tienen un menor contenido de O<sub>2</sub> y un mayor contenido de N<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, los cuales pueden acumularse en zonas aisladas con poca ventilación.

- **Características y propiedades**

Esta mezcla no facilita la combustión o la vida, pero se puede respirar sin molestias si el contenido de oxígeno en el aire es superior al 18%. Es normalmente más pesada que el aire, pero tiene una gravedad específica variable debido a la mezcla de los gases presentes. Puede ser más ligera que el aire si el nivel de dióxido de carbono se encuentra por debajo del 5,5%. Sin embargo, las minas normalmente contienen más de esta cantidad. Dado que tiende a acumularse cerca del suelo, las corrientes normales de ventilación tienden a fluir sobre ella, causando una dispersión mínima. Siempre se debe sospechar su presencia en explotaciones con una baja altura, sumideros y agujeros de bombeo.

- **Ocurrencia en minas**

Ya que es una mezcla mecánica de gases, no tiene ningún símbolo químico o gravedad específica, pero se puede mostrar de la siguiente forma:

Símbolo Químico:	N <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub>
Gravedad Específica:	De 0,97 a 1,5
Riesgo para la vida:	Asfixia, efecto narcótico

Las principales fuentes de dióxido de carbono y nitrógeno en niveles superiores al aire normal son las siguientes:

### **Dióxido de Carbono**

- la respiración de personas y animales
- la quema de lámparas de seguridad de llama
- como componente de los gases desprendidos durante operaciones mineras
- oxidación de carbón y otros materiales carbonosos
- por acción química como agua ácida en carbonatos



## Nitrógeno

La proporción de nitrógeno aumenta debido a

- la disminución del oxígeno del aire mediante:
  - la oxidación de la pirita, carbón, madera y otros materiales carbonosos
  - la respiración de personas y animales
- como componente de los gases liberados del carbón y los estratos

La mezcla puede ser producida o almacenada en zonas de la mina con ventilación insuficiente o nula donde, en tiempos de baja presión barométrica, fluirá desde estos 'depósitos' hacia las explotaciones de la mina. También puede ser transportado a otras partes de la mina disuelto en el agua de la mina.

- **Efectos fisiológicos de la respiración de aire que contiene esta mezcla**

Los efectos de respirar aire que contiene esta mezcla se rigen en gran medida por la composición de la mezcla.

Los efectos son los mismos que para la deficiencia de oxígeno. A medida que aumenta el porcentaje de CO<sub>2</sub>, la respiración se vuelve más rápida y más profunda, la cual se convertirá en jadeos que puede ser violentos y angustiantes. Es común el dolor de cabeza con la cara inicialmente enrojecida; más tarde se torna de un color azulado pálido en las extremidades, es más evidente en los lóbulos de las orejas y los labios. La aparición de este síntoma de cianosis es una buena indicación de una pérdida de potencia muscular, confusión mental y el posible colapso es inminente. Si la atmósfera contiene de 10 a 15% de CO<sub>2</sub>, puede tener un efecto narcótico. Cuando se respira aire normal se logra una recuperación completa rápidamente. La administración de oxígeno acelera en gran medida la velocidad de recuperación.

### Los Gases no inflamables producto de la explosión

Los gases no inflamables producto de la explosión corresponden a la atmósfera residual después de una explosión subterránea y hace referencia a una combinación de gases, muchos de los cuales han sido discutidos anteriormente.

- **Ocurrencia**

Los gases no inflamables producto de la explosión contendrán monóxido de carbono como producto de la combustión incompleta y dióxido de carbono como producto de la combustión completa. Habrá nitrógeno presente en o cerca de los niveles normales con algo de oxígeno residual que puede no ser suficiente para

mantener la vida o permitir la combustión, junto con trazas de otros gases. Algo de metano puede estar presente, dependiendo del nivel normal de la mina, acompañado de grandes cantidades de vapor de agua que crea una atmósfera húmeda y brumosa. Los gases no inflamables producto de la explosión generalmente son una combinación fatalmente tóxica de gases.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los GASES DE MINAS en forma concentrada y puede ser utilizada como una 'ayuda nemotécnica'.

Gas	Gravedad Específica	LTEL	STEL	Limites. Explosividad	Riesgos
Metano	0,55			5 – 15	Asfixia Explosivo
Monóxido de Carbono	0,97	30 ppm	200 ppm	12 - 74	Tóxico Explosivo
Sulfuro de Hidrógeno	1,17	5 ppm	10 ppm	4,3 - 43	Tóxico Explosivo
Dióxido de Azufre	2,26	2 ppm	5 ppm		Tóxico
Dióxido de Nitrógeno	1,16	3 ppm	5 ppm		Tóxico
Óxido Nítrico		25 ppm	35 ppm		Tóxico
Dióxido de Carbono	1,53	5000 ppm	15000 ppm		Asfixia
Nitrógeno	0,97				
Hidrógeno	0,07			4 - 74	Explosivo

**Tabla 5.4** Gases de minas que comúnmente son detectados

## DÍA 3

### TEORIA

Principales Riesgos y efectos de:

- Inundaciones (Se debe presentar la sección 3.3 de los Lineamientos)
- Atmosferas Irrespirables (Se debe presentar la sección 3.4 de los Lineamientos)
- Explosiones (Se debe presentar la sección 3.5 de los Lineamientos)

## DÍA CUATRO

<b>DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar Autoevaluación de Delegado)</b>
--

### CONFERENCIA:

- Equipos de para resucitación con Oxígeno
- Emergencias causadas por riesgos Eléctricos (Se debe presentar la sección 3.6 de los Lineamientos)
- Emergencias causadas por riesgos Mecánicos (Se debe presentar la sección 3.7 de los Lineamientos)
- Emergencias causadas por riesgos de Trabajos en Alturas (Se debe presentar la sección 3.8 de los Lineamientos)

## APARATO PARA RESUCITACIÓN CON OXÍGENO

PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE: Al final de esta sesión, el delegado debe:

- 1) Comprender la estructura y función básica del aparato de resucitación con oxígeno
- 2) Saber cómo llevar a cabo los exámenes y pruebas previas al uso y aplicar resucitadores específicos correctamente
- 3) Ser consciente de fallos menores y rectificar dichos fallos durante el funcionamiento de los resucitadores con oxígeno
- 4) Ser consciente de otros equipos médicos que puede llevar el Servicio de Salvamento Minero.

## RESUMEN

1. Introducción	
-----------------	--

2. Aparato de Resucitación – Tipo Mars	
3. Otros equipos médicos	

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista del salvamento minero, resulta importante que, si una víctima no está respirando, el aparato de resucitación con oxígeno empleado debe poder ventilar de forma automática a la víctima y ajustar su flujo para satisfacer sus demandas. Con el fin de cumplir con ese criterio, el Servicio de Salvamento Minero utiliza varios tipos de aparatos de resucitación con oxígeno, uno de los cuales (el Sabre Mars) se discute y describe a continuación.

## 2. APARATO DE RESUCITACIÓN

### El Resucitador Tipo Mars

El resucitador Mars cuenta con un sistema de ciclos de tiempo, activación por parte del paciente y anulación manual.

La unidad detecta la condición del paciente y opera en el modo correcto de acuerdo con esa condición.

### La unidad Tipo Mars se compone de:

1. Un cilindro o cilindros de oxígeno con capacidad de 600 litros
2. Un regulador de suministro de oxígeno a un nivel predeterminado, el cual está equipado con un manómetro. El regulador también tiene una toma de oxígeno para terapia con oxígeno graduado mediante una perilla\*.
3. Un módulo de control con selector de modo
4. Una válvula de paciente con activación manual
5. Una mascarilla para suministrar oxígeno al portador
6. Todos los elementos están contenidos en una bolsa o caja

\* No corresponde a una característica del modelo estándar

### Exámenes y pruebas previas al uso (A cargo del Mecánico de Equipos)



1. Comprobar que el cilindro de O<sub>2</sub> se encuentra dentro del plazo de la fecha de vencimiento de la última prueba
2. Comprobar el anillo "O" (*O-ring*) y conectar la abrazadera al cilindro
3. \* Asegurarse de que la perilla del oxígeno de terapia se encuentre en la posición 'O' y que el interruptor de la válvula del paciente esté en la posición 'RCP', (no en 'Modo Automático')
4. Abra la válvula del cilindro (dos vueltas) y asegurarse de que haya oxígeno suficiente. Para comprobar que no hayan fugas: cierre la válvula del cilindro y vigile la lectura del medidor durante 5 segundos. Vuelva a abrir la válvula del cilindro, apriete el gatillo, escuche si se produce un escape de oxígeno
5. Gire la palanca selectora a 'Modo Automático' y escuche para verificar que el resucitador se encuentre funcionando automáticamente. Vuelva a colocar la palanca en 'RCP'
6. \* Gire la perilla de oxígeno para terapia a una posición de flujo y escuche para verificar el flujo de oxígeno. Vuelva a colocar la perilla en la posición 'O'
7. Cierre la válvula del cilindro, apriete el gatillo y observe que la aguja vuelve a cero.

\* No es aplicable cuando se usa el modelo estándar

## Uso

La unidad puede ser almacenada 'lista para su uso', pero la válvula del cilindro debe estar en la posición cerrada.

## Cómo colocarlo y operarlo

(El Auxiliar debe conocer el uso y operación del equipo que usara el Socorredor)

Determinar el estado de la víctima:

- **Si la víctima no está respirando:**
  1. Abra las vías respiratorias de la víctima
  2. Abra la válvula del cilindro completamente
  3. Utilizando el disparador manual, dar 2 insuflaciones para llenar los pulmones de la víctima. Coloque la palanca selectora para adaptarse a las dimensiones de la víctima, por ejemplo, un adulto grande, y colocar la mascarilla firmemente a la víctima
  4. Asegurarse de que el resucitador opere automáticamente cuando la víctima respira espontáneamente; la unidad funcionará en el modo de flujo bajo demanda
- **Si la víctima está respirando**

Seguir los mismos pasos anteriores.

• **Si la víctima requiere de RCP**

1. Abra las vías respiratorias de la víctima
2. Asegúrese de que la palanca selectora se encuentra en 'RCP'
3. Abra la válvula del cilindro totalmente
4. Coloque la mascarilla firmemente sobre la nariz y la boca y sostenga la válvula del paciente
5. Utilizando el disparador manual, dar 2 insuflaciones, el resucitador inflará automáticamente los pulmones de la víctima. Realizar compresiones de pecho a un ritmo de 30 por cada 2 insuflaciones
6. Continuar hasta que se observen signos evidentes de vida

***Debido a su diseño, se aconseja que el Personal de Salvamento no utilice la 'terapia de oxígeno' en un ambiente irrespirable***

**Se debe asegurar lo siguiente**

1. Que no haya ninguna fuga de oxígeno alrededor de la máscara facial escuchar y sentir esto
2. Asegurarse de que las vías respiratorias de la víctima se encuentran abiertas
3. Asegurarse de que el cilindro no está vacío, tomando lecturas regulares de los indicadores. Cambiar el cilindro a una presión de 20 bar
4. Asegurarse de que la máscara se encuentre en su lugar, incluso si la víctima está respirando espontáneamente, dado que recibirá oxígeno bajo demanda

## DÍA 4

### TEORIA

- Emergencias causadas por riesgos Eléctricos (Se debe presentar la sección 3.6 de los Lineamientos)
- Emergencias causadas por riesgos Mecánicos (Se debe presentar la sección 3.7 de los Lineamientos)
- Emergencias causadas por riesgos de Trabajos en Alturas (Se debe presentar la sección 3.8 de los Lineamientos)

**DÍA CINCO**

**PREVIO DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar las Autoevaluaciones de los Delegados)**

**Conferencia**

- Efectos del calor y la humedad en una persona

**Practica:**

- Organización de una cuadrilla de Salvamento Minero

**CALOR Y HUMEDAD**

CONOCIMIENTOS Al final de la sesión, los delegados podrán:

1. Entender los problemas que se pueden encontrar en condiciones de Calor y Humedad
2. Cómo usar un Higrómetro

**DESCRIPCIÓN GENERAL**

1. Calor y Humedad	
2. Instrumentos para medir el Calor y la Humedad	
3. Precauciones a tener en cuenta al operar	
4. Sistema de previsión	

## 1. CALOR Y HUMEDAD

### CÓMO SE PRODUCEN Y SUS EFECTOS

El ambiente de la mina expone a los trabajadores a una amplia gama de peligros obvios, como por ejemplo los deslizamientos de tierra, el contacto con las partes móviles de la maquinaria, la inhalación de polvo, etc. Existe un posible peligro de muerte mucho menos evidente que consiste en los efectos de la exposición a condiciones de calor y humedad. El acceso a futuras reservas requiere que los pozos de las minas y las explotaciones sean cada vez más profundos y extensos. Estos factores, combinados con el uso de equipos pesados, han dado lugar a trabajos a cada vez mayor temperatura. El uso de agua, y en ocasiones la presencia natural de agua en la mina, también da lugar a atmósferas húmedas durante las operaciones mineras normales. En el caso de un incendio o combustión espontánea, estas condiciones pueden ser más peligrosas para las personas que estén trabajando, sobre todo cuando los trabajadores tienen que utilizar equipos de respiración o equipo de protección contra incendios (ropa resistente al fuego para proteger toda la piel expuesta).

- ¿Qué son el calor y la humedad?

*Calor –*

*Una de las sensaciones principales producidas por contacto o proximidad al fuego o a algún objeto a alta temperatura. En las minas esto se produce a partir de la profundidad de las explotaciones, la oxidación del carbón, la maquinaria, las personas que trabajan y la fricción cuando la ventilación entra en contacto con el techo, los lados y el suelo de las vías.*

*Humedad -*

*“Humedad. El porcentaje de humedad que se encuentra en la atmósfera”. El aire que nos rodea puede absorber el agua. Un ejemplo simple de este principio es el "secado" de un suelo que ha sido trapeado. El agua en el suelo finalmente se evapora y se contiene dentro del aire. Cuando el aire contiene humedad, se dice que es húmedo. La cantidad de humedad que puede ser absorbida por el aire circundante es limitada (hay que pensar en el aire como una esponja capaz de absorber agua) y cuando se alcanza este punto, la atmósfera estará totalmente saturada. El aire caliente puede absorber más humedad que el aire frío.*

La combinación de calor y humedad por lo tanto se podría definir como un ‘entorno cálido en el que el aire contiene una cierta cantidad de humedad’. El contenido de humedad puede variar hasta que se alcanza el punto de saturación.

El calor y la humedad pueden tener un impacto importante en las operaciones de salvamento y con el fin de apreciar su importancia, es necesario analizar el cuerpo humano y cómo el aumento de la temperatura puede afectar su funcionamiento.

## 2. REGULACIÓN DE CALOR DENTRO DEL CUERPO HUMANO

La temperatura óptima a la cual el cuerpo humano funciona, oscila entre los 36 y los 38°C. Para preservar esta temperatura, el cuerpo debe mantener un equilibrio entre la ganancia de calor y la pérdida de calor, para lo que existe un "termostato" dentro del cerebro que lo regula. El sistema metabólico del cuerpo produce calor a través de la conversión de los alimentos en energía y también por la actividad muscular. Ciertas enfermedades pueden afectar la temperatura del cuerpo, al igual que el entorno al que están expuestas las personas. Si el calor del cuerpo no se disipa, pueden existir riesgos potenciales para la salud provocados por agotamiento por calor y por un golpe de calor.

El cuerpo humano puede perder calor de las siguientes formas:

- **Se puede perder calor:**

Gracias al aire fresco circundante - por radiación y por evaporación a través de la piel y en la respiración.

A través de objetos fríos en contacto con la piel, que ofrecen una "vía" para que el calor escape.

- **En condiciones de calor, el cuerpo trata de perder calor de las siguientes maneras:**

Los vasos sanguíneos que se encuentran en o cerca de la piel se dilatan para perder el calor de la sangre. Las glándulas sudoríparas se activan y secretan sudor; en ese momento, se pierde calor a medida que el sudor se evapora de la piel hacia el aire más frío.

Aumento de la frecuencia y profundidad de la respiración; se expulsa el aire caliente y se aspira aire fresco para reemplazarlo, enfriando la sangre a medida que pasa a través de los pulmones.

- **Efectos del calor extremo**

Cuando la temperatura atmosférica es la misma que la temperatura del cuerpo, el cuerpo no puede perder calor por radiación o por evaporación. Si además también se presenta una atmósfera húmeda, esta puede afectar la evaporación del sudor, ya que el aire circundante puede no ser capaz de absorberlo y en



consecuencia se impide el proceso de enfriamiento del cuerpo. Estas circunstancias, junto con el ejercicio vigoroso (el uso de un equipo de respiración) en el que el cuerpo genera más calor, pueden provocar agotamiento por calor y un golpe de calor.

- **Agotamiento por calor**

**Esta condición se desarrolla gradualmente y es provocada por la pérdida de agua y sal del cuerpo a través de la sudoración excesiva. A medida que la condición se desarrolla, se pueden presentar los siguientes síntomas:**

- Dolor de cabeza, mareo y confusión.
- Pérdida de apetito y náuseas.
- Sudoración con piel pálida, fría y húmeda.
- Calambres en los brazos, las piernas o la pared abdominal.
- Pulso y respiración acelerados y débiles.

**COMO INTEGRANTE OPERATIVO DE LA CUADRILLA DE SALVAMENTO, SI USTED EXPERIMENTA ESTOS SÍNTOMAS, NOTIFIQUE INMEDIATAMENTE A SU CUADRILLERO.**

- **Golpe de calor**

**Esta condición es el resultado de una falla en el "termostato" del cerebro. El cuerpo se sobrecalienta debido a una fiebre alta o la exposición prolongada al calor. En algunos casos, ocurre después del agotamiento por calor cuando cesa la sudoración y el cuerpo no se puede enfriar por evaporación. El golpe de calor puede ocurrir repentinamente, causando una pérdida del conocimiento en cuestión de minutos. Esto se puede manifestar en malestar o incomodidad por parte de la víctima. A medida que la condición se desarrolla, se pueden presentar los siguientes síntomas:**

- Dolor de cabeza, mareos y malestar
- Inquietud y confusión.
- Piel caliente, enrojecida y seca.
- Un rápido deterioro en el nivel de respuesta.
- Pulso saltón.
- Temperatura corporal por encima de 40°C.

**COMO INTEGRANTE OPERATIVO DE LA CUADRILLA DE SALVAMENTO, SI USTED EXPERIMENTA ESTOS SÍNTOMAS, NOTIFIQUE INMEDIATAMENTE A SU CUADRILLERO.**

**Tenga en cuenta que otros integrantes de la cuadrilla pueden no darse cuenta que están teniendo estos problemas y pueden necesitar de sus observaciones atentas para ayudarlos.**

### 3. INSTRUMENTOS PARA MONITOREAR LAS CONDICIONES 'DE CALOR Y HUMEDAD'

- Interpretación de las Condiciones

Debido a que las atmósferas en las minas contienen cantidades variables de humedad que puede estar presente a distintas temperaturas a causa de las condiciones predominantes encontradas, entonces se deduce que su presencia puede tener efectos importantes sobre la capacidad de una persona para realizar un trabajo arduo. Como integrantes de una cuadrilla de salvamento, ustedes pueden estar expuestos a un alto riesgo a causa de las condiciones que puedan presentarse después de una explosión, incendio o combustión espontánea, y por el uso de equipos de respiración y la realización de tareas físicas dentro de estos entornos.

A lo largo de los años, se han llevado a cabo numerosos ensayos para determinar los efectos de trabajar en condiciones de calor y humedad. A partir de los resultados obtenidos, se han ideado 'períodos de trabajo seguro' para los socorredores con equipos de respiración bajo estas condiciones. Para determinar el período de trabajo seguro para una cuadrilla de salvamento, es necesario medir el calor y la humedad real presentes en las zonas en las que las cuadrillas están trabajando en ese momento (como una evaluación del riesgo del ambiente de trabajo). El instrumento utilizado para medir el calor y la humedad presentes en la atmósfera de la mina se llama 'higrómetro' o 'psicrómetro'. Los resultados obtenidos en el higrómetro tienen que ser interpretados y esto se logra mediante un conjunto de tablas higrométricas que se les conoce en ocasiones como el "gráfico de Linds" (el nombre de la persona que las diseñó).

- Higrómetro

La humedad relativa del aire se puede determinar fácilmente a partir de las tablas higrométricas cuando se conocen las lecturas de un higrómetro de bulbo húmedo y de bulbo seco. Este instrumento consiste simplemente en dos termómetros. Un termómetro tiene su bulbo expuesto al aire y se conoce como el bulbo seco. El 'bulbo seco' medirá la temperatura de la atmósfera circundante. En el segundo termómetro se ha envuelto su bulbo en un trozo de tela, que se sumerge en un depósito de agua destilada. La evaporación del agua de la tela húmeda a la atmósfera circundante, reduce la temperatura del termómetro del 'bulbo húmedo' en proporción directa a la sequedad circundante. Las dos lecturas obtenidas se representan en una tabla higrométrica para el equipo de respiración que se está usando y así se determina el tiempo de trabajo seguro.



El higrómetro es un instrumento manual de aproximadamente 23 cm de largo y 5 cm de ancho (excluyendo el mango). La estructura principal está hecha de madera o de un material plástico. El mango pasa a través de la estructura en la parte superior, con el apoyo de rodamientos que, al girar, permiten que la estructura gire libremente. Ambos termómetros están amortiguados y firmemente fijados a la estructura. El bulbo seco está abierto a la atmósfera y el bulbo húmedo está cubierto por una tela que se mantiene húmeda con agua destilada. Una tapa roscada se monta en un extremo del depósito para evitar la pérdida de agua cuando se hace girar el higrómetro

### **Pruebas previas al uso:**

1. Verificar que los termómetros: -
  - (a) sean de mercurio,
  - (b) estén fijados a la estructura
  - (c) no estén rotos y estén intactos
  - (d) sean fáciles de leer, y
  - (e) estén calibrados en grados Celsius y sean del mismo tipo (que incluyan un rango de -5 a 50°C; hay que tener en cuenta que antes de mojar el termómetro de bulbo húmedo, ambos termómetros deben mostrar la misma temperatura).
2. Verificar que el mango esté asegurado y que la estructura gire libremente.
3. Examinar el trozo de tela y verificar que cubre el bulbo por completo, que esté en buenas condiciones y esté limpia.
4. Verificar que el recipiente de agua haya sido llenado con agua destilada y que la tapa está en posición y asegurada.

### **Uso del higrómetro**

Las verificaciones anteriores se deberán efectuar en la superficie para que cualquier defecto o daño pueda ser reparado. También es bueno en este punto verificar que se está llevando la tabla higrométrica.

Cuando se requiere una lectura, el integrante de la cuadrilla a cargo de realizarla deberá separarse, preferiblemente en dirección ascendente de la ventilación, para asegurar que el equipo y los dispositivos no influyan en los resultados.

Los dos termómetros deben ser evaluados para verificar que estén en una posición legible. El operador debe entonces comenzar a girar su higrómetro con el brazo extendido, tomando nota de la hora y asegurando, además, que el instrumento se encuentre libre de obstrucciones al girar y que al mismo tiempo atraviese la sección transversal de la vía. El higrómetro se debe hacer girar con el brazo extendido a una velocidad de alrededor de 200 revoluciones por minuto durante un minuto completo. Esto produce una velocidad de aire simulada de 3,5 metros / segundo. Este rápido flujo de aire es fundamental para el funcionamiento del

instrumento y la velocidad a la que se afecta el bulbo húmedo. Tan pronto como el higrómetro quede en reposo, el aire que rodea el bulbo húmedo va a recoger humedad de la muselina húmeda y la humedad de dicha pequeña bolsa de aire se habrá aumentado artificialmente, que a su vez alterará ligeramente la lectura indicada en el bulbo húmedo. Por esta razón, se debe leer el bulbo húmedo antes que el bulbo seco, apenas cese el giro.

Es importante evitar el contacto con los termómetros al leer las temperaturas obtenidas, ya que todas las fuentes de calor, tales como las manos del operador o la lámpara del casco, pueden influir en las lecturas del termómetro. (El valor de la lectura del bulbo húmedo nunca será superior al valor de la lectura de bulbo seco).

### Tablas higrométricas

ATMÓSFERAS PARCIALMENTE SATURADAS (completamente saturadas aparecen en amarillo)

		BULBO SECO - °C													
		24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
BULBO HÚMEDO - °C	23	*	*	*	118	113	108	103	98	93	89	85	81	77	73
	24	119	114	108	103	99	94	90	85	81	78	74	71	67	64
	25		99	95	90	86	82	78	75	71	68	65	62	59	56
	26		87	83	79	75	72	68	65	62	59	56	54	51	49
	27			72	69	66	63	60	57	54	52	49	47	45	43
	28			63	60	57	55	52	50	47	45	43	41	39	37
	29				53	50	48	45	43	41	39	38	36	34	32
	30				46	44	42	40	38	36	34	33	32	30	30
	31					38	36	35	33	32	31	30	29	28	27
	32					33	32	31	30	29	28	27	26	26	25
	33						29	28	27	27	26	25	24	23	23
	34						27	26	25	24	23	23	22	22	22
	35							24	23	22	22	22	21	20	20
	36							22	22	21	20	20	19	19	19
37								20	19	19	19	19	19	-	
38								19	19	19	19	-	-	-	

\* 120 minutos o más



A pesar de que las lecturas higrométricas se proporcionan para garantizar la seguridad y el bienestar de los usuarios de los equipos de respiración, hay que subrayar que los efectos de trabajar en condiciones de calor y humedad pueden ser estar influenciados por la dieta, el consumo de alcohol y otros factores. Es importante que los miembros de la cuadrilla seas conscientes de los síntomas asociados con enfermedades relacionadas con el calor y si presentan cualquiera de ellos, notifiquen inmediatamente al cuadrillero de la cuadrilla.

#### 4. PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TOMAR ANTES DE ENTRAR/DURANTE LA OPERACIÓN

- Siempre que sea posible, se debe utilizar personal que esté acostumbrado a trabajar en condiciones de calor y humedad.
- Siempre que sea posible, se debe garantizar que el personal se someta a un examen médico antes de desplazarse bajo tierra.
- Se debe utilizar el sistema de transporte, tanto para las personas como para los equipos; se debe tratar de mantener a los integrantes de la cuadrilla lo más frescos posible
- Si los integrantes de la cuadrilla están a la espera en condiciones de calor y humedad en la base de aire fresco, es conveniente proporcionarles bebidas y comida apropiada para asegurar que el personal se mantenga en buen estado de salud antes de empezar a trabajar.
- Se debe utilizar ropa adecuada y ligera que además proporcione una cierta protección contra las condiciones físicas que se puedan encontrar.

Los integrantes de la cuadrilla deben informar al cuadrillero acerca de los primeros signos de síntomas asociados con enfermedades relacionadas con el calor

- Al entrar en una atmósfera cálida y húmeda, el cuadrillero de la cuadrilla debe garantizar que se tomen lecturas del higrómetro para determinar el tiempo de trabajo seguro. También debe supervisar el entorno periódicamente.
- El trabajo debe llevarse a cabo a un ritmo estable con un mínimo de esfuerzo físico.
- Pueden ser necesarios períodos de descanso frecuentes.
- El cuadrillero debe monitorear la condición de los integrantes de la cuadrilla y con base en esa información, regular el trabajo que se realiza.
- Si hay comunicación entre la base del aire fresco y la cuadrilla operativa, la información debe ser transmitida al funcionario de salvamento para permitir que las otras cuadrillas estén plenamente informadas y puedan hacer los preparativos adecuados para las condiciones que puedan darse.

#### 5. EL BIENESTAR DE LOS INTEGRANTES DE LA CUADRILLA AL VOLVER AL FAB / SUPERFICIE



- Los integrantes de la cuadrilla deben descasar al regresar al FAB (sentarse).
- Se les debe proporcionar ropa y mantas secas (si están disponibles) para evitar enfriarse con demasiada rapidez.
- Se les pueden ofrecer bebidas, pero se debe esperar 20 minutos antes de consumir bebidas calientes.
- Las mezclas preparadas de rehidratación / sal (especialmente cuando contienen potasio, es decir, jugo de tomate o de cítricos), pueden ayudar en la sustitución de sudor y otros minerales del cuerpo.
- Deben descansar lo máximo posible, no hacer trabajos pesados ni conducir vehículos o motocicletas durante distancias largas.
- El alcohol en exceso causa deshidratación. Si el trabajo en condiciones de calor y humedad es constante, deben dejar de beber alcohol durante la operación.

*Después de un período de descanso de 2 horas, los integrantes de la cuadrilla pueden volver a trabajar por un segundo período. En tales circunstancias pueden permanecer en las condiciones de calor y humedad por la mitad del período de tiempo permisible determinado para esa fase. Al término de este segundo período, el personal afectado deberá descansar durante un periodo de 24 horas.*

**DÍA 5  
PRÁCTICA**

## Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación y verificación de los Equipos de Protección Respiratoria de forma segura</li> <li>• Conocimiento de sus responsabilidades y limitaciones</li> <li>• Preparación de herramientas y suministros necesarios</li> </ul>			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Se debe desarrollar una sesión práctica donde los auxiliares tomen acciones concretas en sus áreas de responsabilidad según lo aprendido durante la duración del curso. Si bien los auxiliares no ingresan a mina la práctica busca ver a los auxiliares en acción desarrollando su rol.			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	315			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b>	<b>Mecanico</b>	<b>Socorrdor</b>	<b>Auxiliar</b>
	SI			
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor debe crear un escenario teórico basado en que una cuadrilla de salvamento viajara por una ruta minera utilizando equipos básicos de la cuadrilla y operando como tal. El objetivo es asegurarse que el candidato sea capaz de prever, listar y preparar los equipos necesarios para esta emergencia incluyendo aparatos de respiración. Los propósitos de la sesión práctica se enumeran a continuación.			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitor de gas que probablemente será utilizado por los socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Kit de primeros auxilios</li> <li>• Sistema de comunicación portátil</li> <li>• Plan minero</li> <li>• EPP's</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	SI			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	SI			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			

## **ANEXO 7**

### **CURSO DE SOCORREDORES MINEROS**

#### **DÍA UNO**

##### **INTRODUCCIÓN DEL PROGRAMA:**

- Bienvenida e Introducción
- Registro del Candidato
- Política de Seguridad (Planos de la Estacion, Salidas de emergencia, etc.)
- Contenido del curso, objetivos del programa y evaluaciones
- Recorrido por la estación

##### **INTRODUCCIÓN AL SALVAMENTO MINERO**

- Historia del Salvamento Minero
- Objeto y Alcance del Salvamento Minero
- Estructura del Servicio del Salvamento Minero
- Organización Operativa
- Varios

##### **PRÁCTICA**

- Comprender las políticas de organización, procedimientos y prácticas relativas a las actividades de salvamento minero
- Utilizar los Equipos de Protección Respiratoria de forma segura
- Demostrar las pruebas que hace el usuario del BG4, el procedimiento de dichas pruebas y las inspecciones del Cuadrillero, uso del BG4 durante 30 minutos, desplazamiento continuo a un ritmo razonable (bajo observación)
- Observar / ayudar a la revisión del Dräger BG4

**PUNTOS CLAVE  
DE APRENDIZAJE**

Al final de la sesión, los candidatos:

1. habrán sido presentados al conferenciante
2. habrán diligenciado el formulario de registro
3. estarán familiarizados con las disposiciones de seguridad y bienestar de la Estación de Salvamento
4. entenderán el contenido del programa de entrenamiento y los métodos de evaluación
5. habrán recorrido la estación de salvamento

Normatividad            La    normatividad    vigente    de    la    Autoridad    Minera  
Colombiana

Competencia            La competencia de los miembros de la cuadrilla de salvamento  
y el conocimiento de respaldo

**DESCRIPCIÓN GENERAL**

1. Introducción	
2. Registro	
3. Disposiciones de seguridad y bienestar	
4. Introducción al programa	
5. Recorrido por la estación	

**INTRODUCCIÓN**

De la bienvenida a los aspirantes al curso y luego preséntese. Explique por qué está presentando este programa de capacitación, estableciendo sus credenciales.



Describa los puntos clave de aprendizaje de esta sesión y las reglas de comportamiento de los participantes del curso.

### **REGISTRO**

Ayude a los aspirantes a diligenciar los formularios de registro personal de Autoridad Minera Colombiana

### **PLANOS DE LA ESTACION**

Explique los planos de la estación y las disposiciones de seguridad/bienestar empleadas en ese sitio, es decir, salidas de emergencia, horas de inicio y de fin, pausas de comida, baños, duchas, etc.

### **INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA**

El objetivo de este programa de capacitación es impartir las habilidades y los conocimientos necesarios para llegar a ser un miembro efectivo de una cuadrilla de salvamento. Esto incluye el uso del equipo de respiración mientras se lleva a cabo la labor en condiciones que probablemente se presentarán en un incidente subterráneo.

### **CONTENIDO**

El programa inicial tiene una duración de 11 días. Su contenido incluye sesiones prácticas, (el uso del equipo de respiración y el uso de otros equipos de salvamento), y las conferencias de apoyo que permiten que los candidatos cumplan con sus obligaciones de una manera segura y efectiva. Debe conocer los diferentes componentes de los lineamientos, estándares y los pasos para adquirir las competencias que le corresponden.

Enfatice que es importante que los aspirantes alcancen una asistencia del 100%.

### **EVALUACIÓN**

Los aspirantes realizan pruebas cortas escritas para garantizar que se haya alcanzado una comprensión adecuada del tema en cuestión.

En el Día 10, se realiza un examen ‘final del curso’, que consta de tres elementos:

- a) examen escrito
- c) sesión oral de preguntas, y
- d) un ejercicio práctico en la torre de entrenamiento

Una vez concluido satisfactoriamente el programa del curso y la prueba de evaluación, el ingeniero certificará al delegado como ‘apto para llevar a cabo la labor con equipo de respiración’ y capaz de actuar en calidad de Miembro de la Cuadrilla de Salvamento. Se le entregará un “Carnet de Salvamento” que documente sus competencias de entrenamiento.

*Concluya preguntando si tienen alguna duda*

### **RECORRIDO DE LA ESTACIÓN**

Lleve a los aspirantes a un recorrido guiado de ese sitio



## INTRODUCCIÓN AL SALVAMENTO MINERO

### PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE

Al final de la sesión, los aspirantes conocerán:

1. Cómo se desarrollaron el Salvamento Minero y el equipo de respiración.
2. Los objetivos y el alcance del Salvamento Minero
3. La estructura del Salvamento Minero
4. Cómo se organiza operativamente el Salvamento Minero
5. Varios

### DESCRIPCIÓN GENERAL

Historia del Salvamento Minero	
El Objeto y el Alcance del Salvamento Minero	
Estructura interna del Salvamento Minero	
Organización operativa	
Varios	

## HISTORIA DEL SERVICIO DE SALVAMENTO MINERO

- **Desarrollo Histórico**

La actividad de la minería ha tenido lugar durante muchos siglos. De hecho, se registra que 'la minería era realizada por los monjes' ya a principios del siglo XV, donde el carbón era cortado a mano y recuperado a la superficie.

El aumento sustancial en la producción de carbón (durante la última parte del siglo XIX) y el consecuente aumento del número de minas de carbón operativas, trajo consigo un lamentable aspecto negativo– 'el aumento de las tasas de mortalidad'. Una gran proporción de las

990 fatalidades se atribuyeron directamente a incendios y explosiones bajo tierra con presencia



de gas metano (grisú) que, en varios casos, se propagó por medio del polvo de carbón. Además, se estableció que estas muertes no eran, en general, debido a la explosión inicial o a un incendio, sino a los productos resultantes de la combustión, principalmente monóxido de carbono, que viajan de forma invisible por la mina con la corriente de ventilación y que envenenaron a esas almas desafortunadas.

Para agravar este problema, los colegas de los mineros atrapados o desaparecidos intentaron rescatarlos en un ambiente contaminado sin la ayuda de equipos de respiración y ellos mismos fueron víctimas de la catástrofe, una situación totalmente inaceptable.

Las mejoras que se requerían eran:

- El abastecimiento de un equipo de respiración adecuado y 'apto para el propósito'.
- La selección y la capacitación de personal para usar este equipo de respiración.
- Establecer centros para el servicio de las minas con instalaciones apropiadas para almacenar estos equipos y capacitar a las personas en su uso. Estos establecimientos debían situarse en un punto central en las áreas mineras.

### **OBJETO Y ALCANCE DE LA LABOR DE SALVAMENTO**

El salvamento incluye todo el trabajo operativo en las minas, en donde la atmósfera se ha tornado irrespirable por alguna fuente de contaminación, tal como la mezcla irrespirable de gases de una explosión, los productos de combustión de incendio, combustión espontánea, emisión de grisú, la insuficiencia de oxígeno y las irrupciones de agua o de gas, entre otros. Los miembros del salvamento minero apoyan a las empresas mineras y personas del sector que se encuentren en riesgo durante la operación. Se busca tomar acciones preventivas para evitar los riesgos y disminuir la accidentalidad.

Los objetivos de la labor de salvamento minero son:

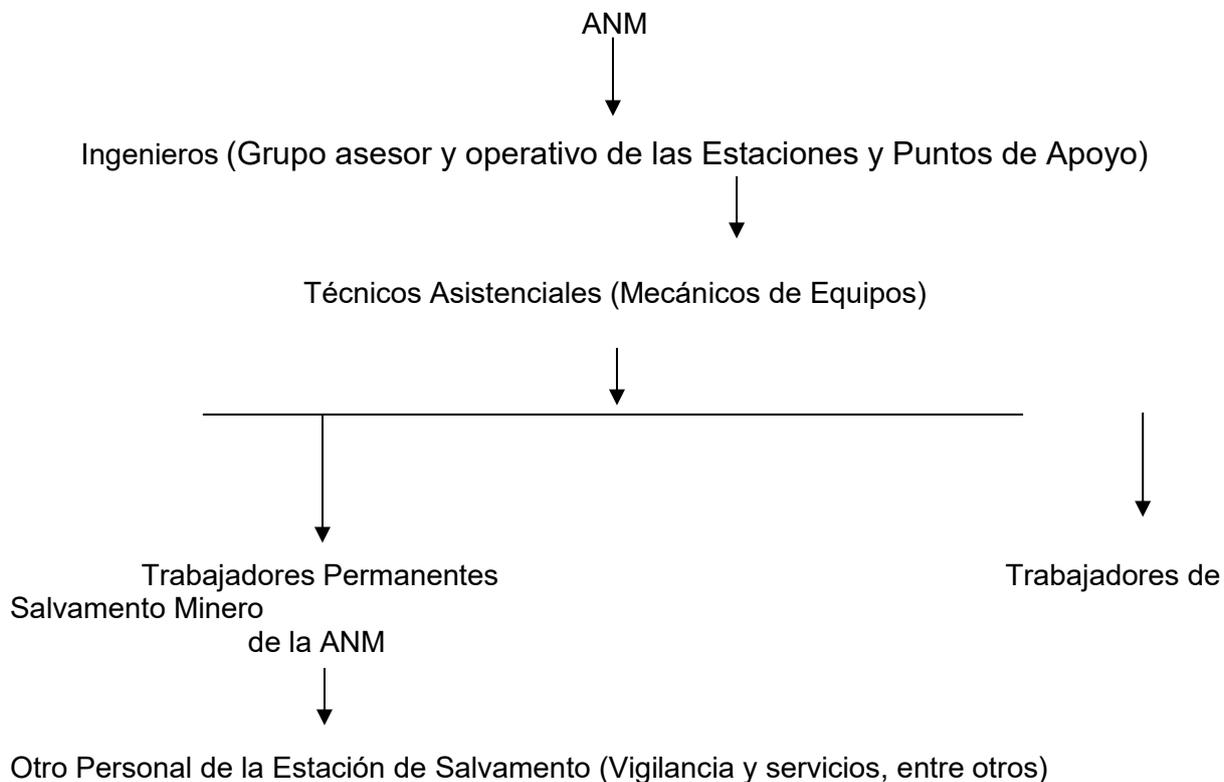
1. Salvar vidas
2. Prevenir una mayor pérdida de vidas
3. Recuperar los cuerpos
4. Salvar la propiedad



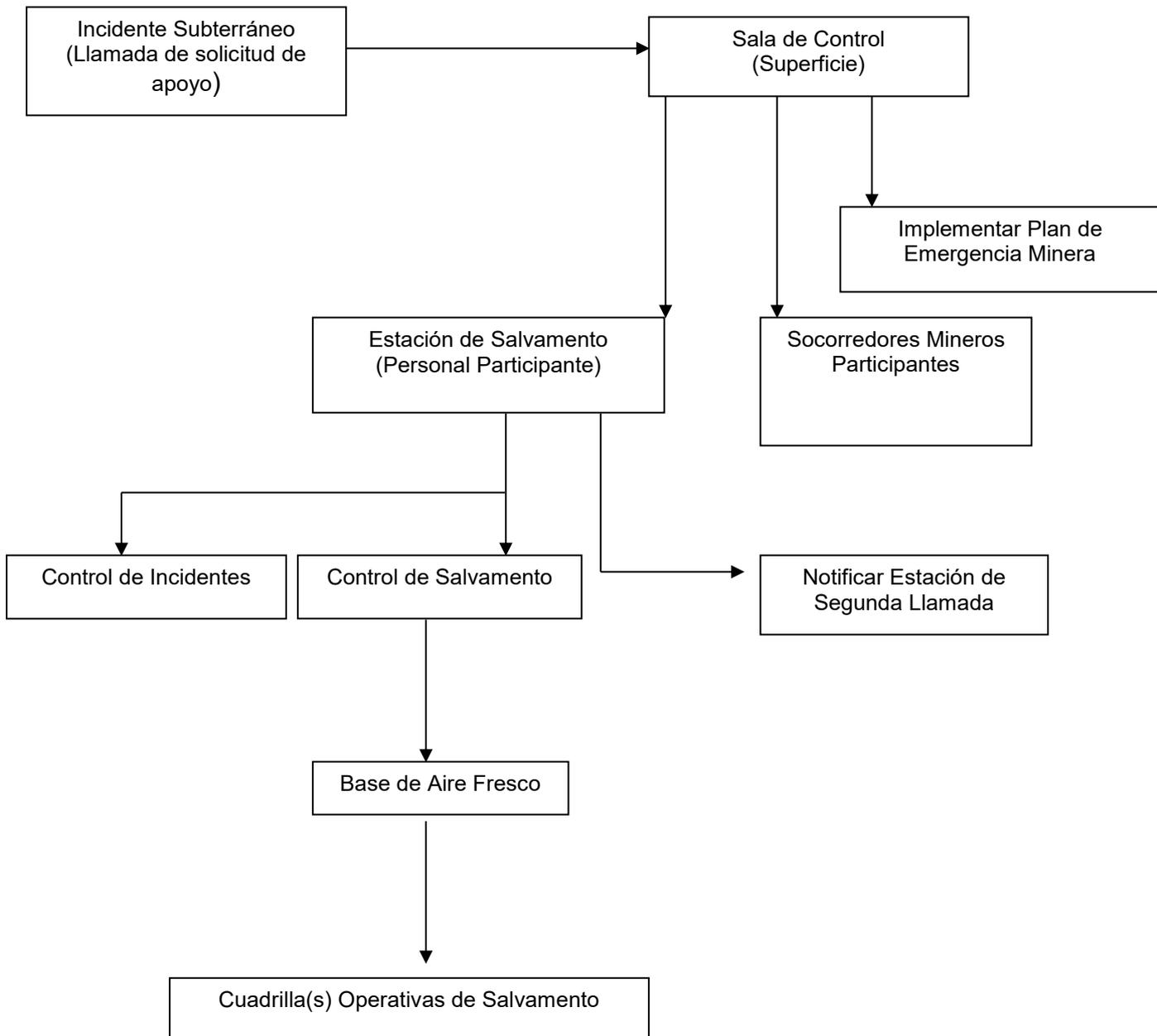
5. Llevar a cabo cualquier trabajo de recuperación en atmósferas que sean o puedan llegar a ser irrespirables para prevenir una mayor pérdida de propiedad

**ORGANIZACIÓN DE LA AUTORIDAD MINERA**

Estructura de la Gerencia de Salvamento Minero



**CUADRO DE CALAMIDADES" DE SALVAMENTO MINERO**



Con el fin de dar una mejor orientación a los Socorredores potenciales, se ha recopilado una serie de Tarjetas que resumen las obligaciones de los participantes del Salvamento Minero’.

Estas ‘Memo fichas’ deben utilizarse como una ‘herramienta de orientación’ durante la etapa inicial y las etapas posteriores de una emergencia. Aunque no todas son aplicables a los socorredores individuales, podrán utilizarse con fines pedagógicos para que el candidato tenga una mayor comprensión de cómo el salvamento minero se integra a todo el esquema de emergencias. La ANM podrá ajustar las memo- fichas según estime necesario y las que se presentan a continuación son ejemplos.



Las ‘Memo fichas’ se disponen de la siguiente manera:

- Memo ficha 5 - Obligaciones del Socorredor
- Memo ficha 4 - Obligaciones del Cuadrillero

Las siguientes ‘Tarjetas de Obligación M R’ se mantienen como un Apéndice al Día 1

- Memo ficha 3 - Persona Responsable de la ‘Base de Aire Fresco’
- Memo ficha 2 - Persona Responsable del ‘Control de Salvamento’
- Memo ficha 1 - Persona Responsable de la ‘Estación de Salvamento’

## **MEMO FICHA No 5 DEL SALVAMENTO MINERO OBLIGACIONES DEL SOCORREDOR**

### **Responsabilidades del socorredor en la superficie.**

1. Si se le solicita, enséñele su identificación a seguridad (Carnet de Salvamento) a su llegada al sitio de la mina.
2. Vaya al control de salvamento y asegúrese de que se registre su llegada a la mina de carbón.
3. Repórtese al centro médico para un examen (a menos que una vida esté en juego).
4. Regrese al control de salvamento con una hoja de examen médico diligenciada.
5. Asegúrese de saber a qué cuadrilla está asignado y quédese con esa cuadrilla.
6. Asegúrese de saber cuáles serán sus obligaciones dentro de la cuadrilla. Cualquier equipo del cual usted sea responsable debería ser revisado tan pronto como sea asignado.
7. Asegúrese de que todos los exámenes y procedimientos de prueba se lleven a cabo satisfactoriamente en su equipo de respiración.

8. Asegúrese de que usted está vestido adecuadamente tanto para ir hasta la base de aire fresco como para las condiciones anticipadas cuando inicie la operación.
9. Las revisiones de emergencia de su lámpara y de su auto-rescatador deben efectuarse antes de ir bajo tierra.

### **Las responsabilidades del socorredor a su llegada a la base de aire fresco, durante la espera y antes de iniciar la operación**

1. Después de que el cuadrillero se haya reportado a la persona a cargo de la base de aire fresco, asegúrese de que el equipo de respiración y otros equipos que usted haya llevado bajo tierra estén funcionando apropiadamente.
2. Es importante descansar, en la medida que sea razonablemente posible, hasta que su equipo sea llamado a entrar en acción.
3. Coopere totalmente con la persona a cargo de la base de aire fresco para asegurarse de que la base de aire fresco se mantenga en un estado operativo.
4. Asegúrese de que el equipo que usted estará llevando fuera de la base de aire fresco esté funcionando apropiadamente.
5. Cuando se le indique, realice los exámenes y los procedimientos de prueba del usuario del equipo de respiración antes de acoplar las mangueras y estar listo para las operaciones.

### **Responsabilidades del socorredor durante la acción**

1. Permanezca bajo la dirección del cuadrillero y obedezca todas las instrucciones tal como se las indiquen.
2. Utilice el equipo bajo su responsabilidad, de la forma y en el momento en que sea necesario.



3. Llame la atención del cuadrillero para mostrarle cualquier evidencia que crea que puede ser relevante para la acción.

**Responsabilidades del socorredor a su regreso a la base de aire fresco**

1. Desacople y apague el suministro de oxígeno cuando se lo indique el cuadrillero.
2. Asegúrese de que las víctimas sean entregadas al personal debidamente capacitado en la base de aire fresco.
3. Espere más instrucciones.

**Responsabilidades del socorredor a su regreso a la superficie**

1. Repórtese con el control de socorredores que se haya establecido e informe de su regreso a superficie; diligencie los registros que hayan sido previstos..
2. Devuelva la lámpara y el auto-rescatador al control de lámparas.
3. Deposite el equipo de respiración y otros equipos en las áreas correspondientes como lo indique la persona a cargo del control del equipo de salvamento
4. Solamente cuando se le indique, salga del control de salvamento para ir por refrigerios/duchas.
5. Repórtese al control de salvamento antes de salir de las instalaciones de la mina de carbón para recibir la hora de su siguiente obligación turno y hacer que se registre la hora (fuera de servicio) en la bitácora correspondiente.

**MEMO FICHA No 4 DEL SALVAMENTO MINERO OBLIGACIONES DEL CUADRILLERO**

**Responsabilidades del cuadrillero en la superficie**

1. Asegúrese de que todos los miembros de la cuadrilla, incluido Ud mismo, se hayan reportado a la persona a cargo del control de salvamento para hacer que su hora de llegada sea registrada en la bitácora correspondiente. (Lleve su “Carnet de Salvamento” que fue emitido cuando logró la competencia necesaria para utilizar el equipo de manera segura en atmósferas irrespirables).
2. La cuadrilla debe reportarse al control médico para ser examinados por el personal médico. Al finalizar, deben regresar al control de salvamento y darle los certificados médicos firmados a la persona correspondiente en el control de salvamento.
3. El cuadrillero debe hablar con la persona a cargo del control de salvamento para confirmar que él es el cuadrillero, determinar quién es el subcuadrillero y la constitución de la cuadrilla de salvamento. (En este momento, la cuadrilla está bajo las órdenes operativas).
4. Cuando la persona a cargo del control de salvamento lo solicite, el cuadrillero debe llevar a su equipo a revisar los equipos de respiración y cualquier otro equipo asociado que sea necesario que lleve la cuadrilla.
5. El cuadrillero debe asegurarse de que los miembros de la cuadrilla tengan la vestimenta correcta para las condiciones que probablemente se encuentren bajo tierra.
6. El cuadrillero (y otras personas involucradas) deben ser interrogadas acerca de la situación actual y las tareas que probablemente serán realizados por su cuadrilla antes de proceder bajo tierra. Esto incluirá una ruta a la base de aire fresco, disposiciones de transporte y el posible uso de una guía. Podrá tomar notas, dependiendo de la información suministrada.



7. El cuadrillero debe asegurarse de que tiene los planos necesarios y demás información correspondiente a las obligaciones previstas antes de dejar la superficie, así como los elementos personales del equipo tales como un reloj, un cuaderno, una tiza, un cuadro higrométrico, etc.
8. El cuadrillero deberá asegurarse de que se hayan tomado las lecturas de presión de los cilindros de oxígeno de los equipos de respiración y se hayan registrado los resultados antes de dejar la superficie (esto podrá haberse realizado cuando el equipo de respiración haya sido asignado y revisado).

**Responsabilidades del Cuadrillero tras la llegada a la base de aire fresco y durante la espera**

1. Inicialmente, informar a la persona a cargo de la base de aire fresco acerca de la llegada de la cuadrilla, con el fin de recibir instrucciones con respecto a si su cuadrilla va a estar en una posición operativa o en espera. También para garantizar que el equipo de respiración y otros equipos no se hayan dañado durante el desplazamiento desde superficie.
2. Llevar a cabo los exámenes apropiados del equipo de respiración y los procedimientos de prueba para garantizar que el equipo de respiración se encuentra en completo y normal funcionamiento.
3. Confirmar que todos los socorredores están en una condición física satisfactoria y se sienten confiados de poder asumir la labor en cuestión.
4. Si se encuentra en una posición en espera, la cuadrilla deberá descansar tanto como sea posible, pero también deberán ayudar a la persona a cargo de la base de aire fresco en

el cumplimiento de sus deberes. Esto puede incluir tomar muestras regulares en la base de aire fresco, manteniendo un registro, conservando el área ordenada, etc.

### **Responsabilidades del Cuadrillero en la base de aire fresco antes de la entrada en operación**

1. El cuadrillero y la cuadrilla reciben información del comandante de incidente con relación a las labores que deberán realizar mientras se encuentren en acción.
2. Tomar notas y marcar la ruta en el plano de manera apropiada.
3. Es importante que los relojes estén sincronizados y que se tenga en cuenta la hora en que la cuadrilla debe volver a la base de aire fresco.
4. Garantizar que los socorredores estén vestidos de manera apropiada para las labores a ser desarrolladas y las condiciones que se puedan encontrar.
5. Revisar todo el equipo relacionado garantizando que los elementos personales como cuadernos, tizas, etc. están disponibles. Probar el equipo de comunicaciones mientras se encuentren en la base de aire fresco.
6. Garantizar que se lleven a cabo las pruebas del usuario y el procedimiento de pruebas de todos los equipos de respiración, incluyendo el procedimiento de acople y la inspección del cuadrillero.
7. Tras recibir instrucciones del comandante de incidente, el cuadrillero deberá desde la base de aire fresco con su cuadrilla.

### **Responsabilidades del Cuadrillero de la Cuadrilla mientras está en acción**

1. Después de dejar la base de aire fresco, el cuadrillero deberá dedicarse a garantizar la seguridad de la cuadrilla y no deberá participar en ninguna actividad que pueda restarle importancia a este papel.



Revisar y registrar las lecturas de presión con intervalos que no superen 15 minutos, y asegurarse que todos los socorredores estén aptos para continuar. Si un socorredor

resulta no apto o si se desarrolla una falla en cualquiera de los equipos de respiración, la cuadrilla deberá regresar de inmediato a la base de aire fresco.

3. Controlar todas las actividades de la cuadrilla que les permitirán volver a la base de aire fresco dentro del tiempo acordado. Se deberán tomar lecturas regulares del higrómetro, y se deberán determinar las acciones apropiadas con respecto a los resultados.
4. La ruta recorrida deberá estar marcada de manera clara (usualmente con tiza). Esto le ayudará a la cuadrilla en el tramo de regreso de la operación. Los caminos que se desvíen de la ruta principal de viaje deberán ser cercados, de ser posible (con una cerca o con cinta de marcación). Si la visibilidad está limitada por humo entonces se deberá utilizar una línea de vida que conduzca a la base de aire fresco. Se podrán utilizar faroles como barras de neón de distintos colores para marcar la ruta, el equipo importante, los hidrantes de incendio, cuerpos, el alcance máximo de la exploración, etc.
5. En tanto sea razonablemente posible, todos los socorredores deberán actuar como una cuadrilla y mantenerse juntos. Si hay humo o polvo que obstruya la visibilidad, deberá utilizarse una línea de conexión de cuadrilla para evitar que los socorredores se separen de la cuadrilla.
6. La cuadrilla no intentará entrar o pasar por ningún lugar que parezca tener un tamaño insuficiente para una persona que esté utilizando un equipo de respiración a menos que sea para salvar una vida.
7. Garantizar que los heridos reciban el tratamiento apropiado y sean regresados de inmediato a la base de aire fresco.
8. Observar y registrar cualquier asunto que pueda ser relevante para el incidente, incluyendo, la condición de las vías, el ambiente, la ubicación de los heridos o cualquier otra anomalía. Estos puntos deberán estar debidamente registrados y marcados de manera precisa en el plano de la mina.
9. Las cuadrillas llevarán a cabo la exploración de manera sistemática para evitar dejar áreas inexploradas y para no avanzar más de dos secciones transversales antes de vincularse a exploraciones con entradas múltiples.

10. El cuadrillero en cola se comunicará regularmente con el funcionario de información en la base de aire fresco quién también mantendrá un mapa del área de la mina en exploración.

### **Responsabilidades del Cuadrillero tras el regreso a la base de aire fresco**

1. El cuadrillero se reportará ante el comandante de incidente a cargo de la base de aire fresco.
2. Los heridos deberán ser entregados al personal apropiado en la base de aire fresco.
3. Desacoplar las mangueras de todos los equipos de respiración de la cuadrilla. Garantizar que los cilindros de oxígeno estén cerrados.
4. De ser prudente, se proporcionarán refrigerios, cambios de ropa, etc. para los socorredores y las cuadrillas en descanso.
5. Proporcionar un informe verbal completo al comandante de salvamento acerca de las labores desarrolladas, y cualquier otro asunto relacionado con el desempeño de la cuadrilla y el equipo.
6. Tras ser notificado, el cuadrillero deberá retirar a su cuadrilla de la base de aire fresco, y regresar de manera ordenada a la superficie.

### **Responsabilidades del Cuadrillero tras el regreso a la superficie**

1. Deberá regresar todos los equipos al control de salvamento o a la lampistería según se haya convenido.
2. Notificar a la persona a cargo del control de salvamento acerca de su regreso a la superficie.



3. Deberá advertir a la cuadrilla que no haga comentarios con relación a la operación a ninguna persona que no esté relacionada directamente con la operación.
4. Deberá completar el informe del cuadrillero.
5. El cuadrillero podrá estar en necesidad de informar al ingeniero de la estación de salvamento /control de incidentes, las labores realizadas.
6. Garantizar que los socorredores de su cuadrilla están bien (que pueden o han tomado una ducha y se han refrescado).
7. Antes de dejar la mina, garantizar que la persona a cargo del control de salvamento registre la salida de los socorredores y, de ser necesario para un periodo de trabajo posterior, reciban la fecha y hora exactas de la siguiente asistencia. (Hoja completa y apropiada en el Carnet de Salvamento que esté firmada por el comandante de salvamento.)

### **Asuntos Administrativos Relacionados**

El papeleo relacionado con cualquier emergencia de salvamento es amplio y variado. Ciertos aspectos de la administración son un requisito para la revisión e identificación de mejoras, mientras otros son útiles en caso de una investigación posterior.

El propósito de esta sección es familiarizar a los socorredores potenciales con los documentos administrativos que deberán diligenciar.

- **Libro de Informes del Cuadrillero** (ejemplo a ser proporcionado)

Tras el regreso de una operación de salvamento, el Cuadrillero deberá hacer un informe verbal inmediato al Comandante de Incidente a cargo de la base de aire fresco, también deberá hacer un informe escrito completo y preciso (a tinta) en el Libro de Informes del Cuadrillero. Dicho informe deberá ser claro, conciso y objetivo y deberá abordar los eventos desde cuando la cuadrilla fue bajo tierra hasta su regreso a la superficie. Los eventos deberán ser registrados en el orden en que se dieron y organizados temporalmente utilizando un sistema de reloj de 24 horas. El informe deberá incluir:

1002

- a. Nombres de los socorredores junto con los números de sus equipos.



- b. Lecturas de los indicadores de presión de los equipos de respiración y los resultados del monitoreo de gases (adjuntar la tarjeta del calibrador).
- c. Los nombres y designación de las personas que emiten las órdenes a la cuadrilla, así como los nombres de personas que estén acompañando a la cuadrilla, ya sea bajo tierra o haciendo una inspección.
- d. La identificación de cualquier víctima y cualquier disposición para volver a la base de aire fresco.

El cuadrillero deberá firmar el informe y deberá estar refrendado por el Comandante de Incidente de mayor rango y mantenido en el Control de Salvamento mientras la operación continúe.

- **Tarjeta de Calibrador BG4** (ejemplo a ser proporcionado)

Uno de los “Deberes del Cuadrillero” será revisar y registrar la presión del oxígeno contenido en el equipo de respiración de cada socorredor antes de avanzar más allá de la Base de Aire Fresco y, mientras esté en operación, con intervalos que no superen los 15 minutos.

*El ejemplo será discutido con los candidatos.*

- **Bitácoras Relevantes** (Base de aire fresco, etc.) (ejemplo a ser proporcionado)

Con el fin de mantener un registro real y preciso, que sea relevante para la operación, cada Control tiene una Bitácora, que es completada meticulosamente. Estas se mantienen y pueden ser utilizadas para una investigación posterior.

*Los ejemplos serán discutidos con los candidatos.*

### **MEMO FICHA No. 3 DEL SALVAMENTO MINERO PERSONA RESPONSABLE DE LA BASE DE AIRE FRESCO**

1. Establecer la base de aire fresco y garantizar (junto con el comandante) que está ubicada de manera apropiada (y, cuando sea necesario, se deberá reubicar cuando su seguridad se vea amenazada) y que la comunicación telefónica o demás comunicaciones apropiadas han sido establecidas y mantenidas con la superficie.

---

Iniciar un registro de la base de aire fresco. Este deberá incluir:



- Fecha, hora y detalles de todas las llamadas hechas y recibidas.
  - Nombres de personal de salvamento que lleguen a cumplir con sus labores y se vayan al final del turno.
  - Registrar el equipo entregado y/o levantado de la base de aire fresco.
  - Cualquier instrucción verbal impartida con relación a la operación de salvamento.
  - Resultados de las mediciones de gases tomadas en la base de aire fresco.
3. Mantener contacto cercano con la persona a cargo de las operaciones subterráneas.
  4. Garantizar que el equipo de salvamento relacionado, incluyendo el equipo de respiración, el equipo de reanimación, una camilla y un kit de primeros auxilios están disponibles en la base de aire fresco, según sea necesario, que hayan sido probados antes de ser utilizados.
  5. Confirmar que el procedimiento de prueba y revisión del equipo de respiración se ha llevado a cabo antes que la cuadrilla proceda al ingreso desde la base de aire fresco.
  6. Informar a la cuadrilla, especialmente asegurando que el cuadrillero sabe a qué hora debería regresar la cuadrilla a la base de aire fresco, y entrevistando a la cuadrilla cuando esta regrese. Los cuadrilleros y cuadrillas de salvamento bajo órdenes operativas no aceptarán instrucciones ni recibirán cambios de instrucciones de otras personas.
  7. Garantizar que el cuadrillero no proceda desde la base de aire fresco sin un plano de salvamento actualizado. (al menos un miembro de la cuadrilla también deberá tener reloj)
  8. La cuadrilla estará vestida apropiadamente para las condiciones de operación previstas.
  9. Garantizar que una cuadrilla en espera apropiadamente constituida esté lista en la base de aire fresco, que sea capaz en todos los aspectos de entrar en operación en el menor tiempo posible. Excepto cuando haya vidas en juego, las cuadrillas de salvamento no deberán comprometerse en ninguna actividad que pudiera poner en riesgo esta labor.
  10. Garantizar, según convenga, que los heridos reciban un tratamiento de primeros auxilios y sean transportados fuera de la mina.
  11. Cooperar con el “controlador bajo tierra” el transporte de las cuadrillas y el equipo fuera de la mina.
  12. El responsable de ayudar a la persona a cargo de las operaciones bajo tierra deberá garantizar la seguridad del personal diferente a los socorredores cuando, en circunstancias excepcionales, ambas cuadrillas estén utilizando equipos de respiración y el personal diferente a los socorredores esté trabajando al interior o más allá de la base de aire fresco.

**El alcance de las operaciones a realizar por aquellos con y sin equipos de respiración deberá estar claramente definido y mantenido por separado.**

**MEMO FICHA No. 2 DEL SALVAMENTO MINERO PERSONA RESPONSABLE DEL CONTROL DE SALVAMENTO**

1. Iniciar el registro del control de salvamento. Esto deberá incluir:
  - Fecha, hora y detalles de todas las llamadas hechas y recibidas.
  - Nombres del personal de socorredores que lleguen a cumplir con sus labores y se vayan al final del turno.
  - Registrar el equipo entregado y/o levantado del control de salvamento
  - Cualquier instrucción verbal dada con relación a la operación de salvamento.
  - Registro de los que hayan sido examinados por un médico.
2. Garantizar que los socorredores que llegan, hayan sido examinados por un médico y tengan evidencia de ello a su regreso al control de salvamento.
3. Los socorredores que hayan sido considerados aptos a nivel médico serán incluidos en cuadrillas de salvamento operativas con un cuadrillero y sub-cuadrillero.
4. Asignar equipos de respiración y demás equipos a cada cuadrilla y supervisar personalmente una inspección visual del equipo.
5. Garantizar que los equipos de respiración y demás equipos fueron sometidos a los procedimientos apropiados de revisión y prueba antes que alguna de las cuadrillas abandone el control de salvamento.
6. Informar a la cuadrilla en operación y proporcionar al cuadrillero un plano actualizado de la parte relevante de la mina.
7. Notificar al personal correspondiente sobre los tiempos de viaje/transporte y, cuando sea posible, proporcionar una guía.
8. Garantizar que la siguiente cuadrilla en espera en la superficie esté en el control de salvamento y esté disponible para prestar un respaldo inmediato.



9. Cuando sea apropiado, fijar y mantener una planificación de turnos permanente, para ayudar y mantener el monitoreo de las cuadrillas en el sitio y sus ubicaciones. También se puede incluir información adicional.

A continuación se incluye un ejemplo:

Números de teléfono:	PLANIFICACIÓN DE TURNOS DE LAS CUADRILLAS						
	Área de Espera	Control de Salvamento	Desplaz.al Interior	Base de aire fresco	En Operación	Desplaz. al Exterior	Siguiente Turno/Hora de la Cuadrilla
Inc. Control	Cuadrilla 8	Cuadrilla 7	Cuadrilla 6	Cuadrilla 5	Cuadrilla 4	Cuadrilla 3	Cuadrilla 1 18/08/02 1600
Base de aire fresco							Cuadrilla 2 18/08/02 1800
Of. Labores Control B/T Estación de Salvamento							
	Comandante Cont. Incidentes R. Adair	Comandante Control Salvamento K. Russell	Comandante Base de aire fresco R. Crowe				

La planificación deberá ser actualizada constantemente para garantizar que se tenga conocimiento sobre las ubicaciones de las cuadrillas/comandantes y los controles importantes.

10. Tomar las medidas para recargar, probar y almacenar todo el equipo de salvamento.
11. Mantener la vigilancia continua con relación a la idoneidad y condición de todos los materiales y equipos utilizados en el sitio previsto para su almacenamiento, y organizar el reemplazo y reaprovisionamiento necesario.
12. Garantizar que todos los trabajos de mantenimiento realizados en la mina, con relación a los equipos de respiración se lleven a cabo en condiciones de aire fresco. Cualquier equipo que esté listo para ser utilizado se mantendrá completamente limpio y será almacenado apropiadamente.

13. Garantizar que no se permita ninguna actividad, diferente a las directamente relacionadas con la operación de salvamento y que las personas que no están relacionadas directamente con la operación de salvamento no tienen permitido permanecer en los sitios de control de la emergencia (control de salvamento).
14. Se deberá publicar un plano de la mina en el control de salvamento, identificando todas las áreas en operación y bases de aire fresco.
15. Mientras las cuadrillas regresan al sitio de control, los equipos utilizados deben ser llevados a un área aparte y se tomarán las medidas para que sean llevados para ser recargados/revisados.
16. El cuadrillero debe diligenciar el 'informe del cuadrillero' y adjuntar una tarjeta de calibrador del BG4. La persona a cargo del control de salvamento deberá contrafirmar este informe. El recibo adjunto debe ser diligenciado y entregado al cuadrillero, estableciendo la siguiente hora de servicio.
17. Si es necesario, el cuadrillero debe ser instruido para que vaya al control de incidentes para ofrecer una actualización sobre la situación actual.
18. DEBE realizarse una entrevista completa en las rotaciones de cambio de turno.

**MEMO FICHA No 1 DEL SALVAMENTO MINERO PERSONA RESPONSABLE DE LA ESTACIÓN DE SALVAMENTO**

Inicie un registro de estación. Esto debería incluir:-

- Nombres del personal de tiempo completo implicados en emergencias, y sus horas de estar en servicio y de irse a casa.
- Registro de las instrucciones impartidas a los individuos, por ejemplo, la hora de regreso al servicio y en qué ubicación.
- Registro de solicitudes para cuadrillas y personal adicionales.
- Fecha, hora y detalles de todas las llamadas recibidas y realizadas.
- Ubicación del personal de salvamento, por ejemplo, en la mina, en tránsito y en el vehículo.



- Números de teléfono útiles de puntos de control en una mina afectada mientras se establecen por ejemplo Base de aire fresco, Control de Salvamento, Control de Incidentes, etc.
  - Equipos que se sacan de la estación y se devuelven.
  - Entregas de materiales y equipos auxiliares.
1. Inicie y mantenga una Hoja de Asistencia a Incidentes para todo el personal de la estación implicado en el incidente. (También podrán necesitar mantener un registro de asistencias del personal de otras estaciones de salvamento y/o de otras minas que podrán ser utilizadas en la estación.)
  2. Asegúrese de que el vehículo en la estación esté equipado con equipos de reserva en preparación para una solicitud adicional de equipos y especialmente equipos de respiración.
  3. Verifique que todos los demás vehículos estén llenos de combustible y estén listos para su uso inmediato.
  4. Verifique las reservas de oxígeno y de otros gases y, si es necesario, solicite más reservas.
  5. Prepare la sala de equipos para la prestación de servicios a equipos utilizados.
  6. Solicite el plano de la mina correspondiente del archivo de almacenamiento y actualícelo regularmente (ubicación de la base de aire fresco, referencia de coordenadas de caídas de techo, etc.).
  7. Si se requiere cualquier equipo especializado, es decir, equipo de corte, verifique que estén completos, que el PPE correspondiente sea suministrado y que el equipo sea almacenado en cajas de madera y ubicado en un área de almacenamiento disponible hasta que sea solicitado.
  8. Inicie y mantenga un Plan de Turnos para todas las estaciones asignadas y para el personal de tales estaciones y otro personal. Esto garantizará que los puntos clave de control sean reforzados durante toda la operación.

9. Establezca enlaces con otras minas y estaciones de salvamento para garantizar que los socorredores, cuadrillas y comandantes se pongan a disposición a la fecha, ubicación y horas solicitadas.
10. Establezca enlaces con otras estaciones de salvamento y otras entidades de socorro para el suministro de hombres, equipos y servicios especializados.
11. NO HABLEN CON LOS MEDIOS O LA PRENSA – DIRÍJALOS A LA OFICINA CENTRAL
12. Podrá ser necesario adelantar los procesos necesarios para cancelar compromisos de entrenamiento u de otra naturaleza.
13. Asegúrese de que el teléfono esté funcionando continuamente. Permanezca en donde pueda tener fácil acceso a la sala de control.
14. No abandone la estación de salvamento hasta que sea relevado.

El instructor debe discutir

Principales Peligros/ Efectos de:

- Incendios
- Caídas de tierra
- Inundaciones
- Atmósferas irrespirables
- Explosiones
- Eléctricos
- Mecánicos
- Trabajos en alturas

El instructor debe discutir

Medidas de control para minimizar el riesgo a un nivel aceptable:

- Incendios
- Caídas de tierra
- Inundaciones
- Atmósferas irrespirables



- Explosiones
- Eléctricos
- Mecánicos
- Trabajos en alturas

**DÍA 1  
PRÁCTICO**

## CURSO SOCORREDORES - ANM

### Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprender las políticas de organización, procedimientos y prácticas relativas a las actividades de salvamento minero</li> <li>2. Demostrar los exámenes que debe realizar el usuario del equipo de respiración BG4, el procedimiento de pruebas y las inspecciones del cuadrillero.</li> <li>3. Uso durante 30 minutos de BG4 (15 minutos) con tubos de respiración desconectados de la máscara y (15 minutos) acoplados bajo oxígeno.</li> </ol>								
<b>Alcance de la Practica:</b>	Principios del uso del Equipo de Protección Respiratorio de forma segura								
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	100								
<b>Personal Responsable:</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;"><b>Instructor</b></td> <td style="width: 25%;"><b>Mecanico</b></td> <td style="width: 25%;"><b>Socorredor</b></td> <td style="width: 25%;"><b>Auxiliar</b></td> </tr> <tr> <td><b>SI</b></td> <td><b>Opcional</b></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<b>Instructor</b>	<b>Mecanico</b>	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>	<b>SI</b>	<b>Opcional</b>		
<b>Instructor</b>	<b>Mecanico</b>	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>						
<b>SI</b>	<b>Opcional</b>								
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor no debe crear un escenario para esta sesión de entrenamiento. El objetivo deseado es que el candidato inicie y se acostumbre a usar el aparato de respiración (Peso, materiales, sonidos, volumen, amarre, mangueras, mascara, etc)								
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número suficiente de equipos de respiración por alumno en el curso</li> <li>• Sistema anti-empañante para visores de las máscaras</li> <li>• Número suficiente de compresas de hielo para el "refrigerador"</li> <li>• Cuaderno de cuadrilleros</li> <li>• Tarjeta indicadora del cuadrillero</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• EPP</li> </ul>								
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	<b>SI</b>								
<b>Requiere Evaluacion:</b>	<b>SI</b>								
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>								

### DÍA DOS



**DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR**

**(Revisar Autoevaluación del Candidato)**

1011

**CONFERENCIA: FAMILIARIZACIÓN Dräger ‘BG4’**

- Desarmar un equipo BG4
- Explicación de componentes
- Reconstruir y evaluar

**PRÁCTICA**

- Demostrar las pruebas que hace el usuario del BG4, el procedimiento de las mismas y las inspecciones del Cuadrillero.
- Uso de BG4 durante 45 minutos mientras que recorre las galerías de la torres de entrenamiento.
- Observar/ayudar a darle mantenimiento nuevamente al BG4

PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE Al final de esta sección, los candidatos estarán en capacidad de:

1. entenderán los principios del equipo de regeneración de oxígeno

RESUMEN

9. Introducción	
10. Principios de equipos de regeneración	

Se asume que el candidato tiene claros los principios de anatomía y ha sido capacitado en primeros auxilios.

**1. PRINCIPIOS DE EQUIPOS DE REGENERACIÓN**

Los equipos que el Servicio de Salvamento Minero utiliza actualmente son los Dräger BG4. Esos son equipos de respiración autónomos de circuito cerrado que protegen las vías respiratorias y aíslan al socorredor de atmosferas viciadas, se definen como:

*‘Equipos de respiración autónomos de circuito cerrado, de oxígeno comprimido u oxígeno-nitrógeno comprimido, diseñados y contruidos para que el gas respirable que se exhala sea conducido desde la máscara a un circuito que contiene un cartucho de absorción de dióxido de carbono y una bolsa de respiración en donde queda disponible para respirarse nuevamente. El cartucho de absorción de dióxido de carbono contiene químicos que*



*absorben el dióxido de carbono exhalado. El oxígeno u oxígeno-nitrógeno son alimentados al equipo por medio de un flujo constante o por medio de un flujo controlado por el pulmón o por medio de una combinación apropiada de ambos. El flujo del aire respirable se hace por medio de un circuito de ida y vuelta y el exceso de gas es expulsado por medio de una válvula de descarga’.*

El equipo de respiración de circuito cerrado a base de oxígeno presurizado de marca Dräger PSS-BG4-Plus, es del tipo de oxígeno comprimido. El cilindro está cargado con oxígeno con una pureza no inferior al 98%. El flujo de gas a través del equipo se realiza en dos sentidos (dos tubos: inhalación y exhalación). El gas exhalado que contiene dióxido de carbono pasa por medio de un absorbente de dióxido de carbono (cartucho absorbente) en donde se reduce efectivamente el dióxido de carbono. La mayoría del gas regenerado circulará entonces a través del equipo luego de ser refrigerado y enriquecido con oxígeno fresco que es suministrado en un flujo constante desde el cilindro de reserva. El exceso de gas es expulsado del equipo y a la atmósfera por medio de una válvula de descarga.

Dicho en pocas palabras, el gas suministrado en un equipo de respiración de regeneración es reciclado y de esa forma se extiende su tiempo de uso.

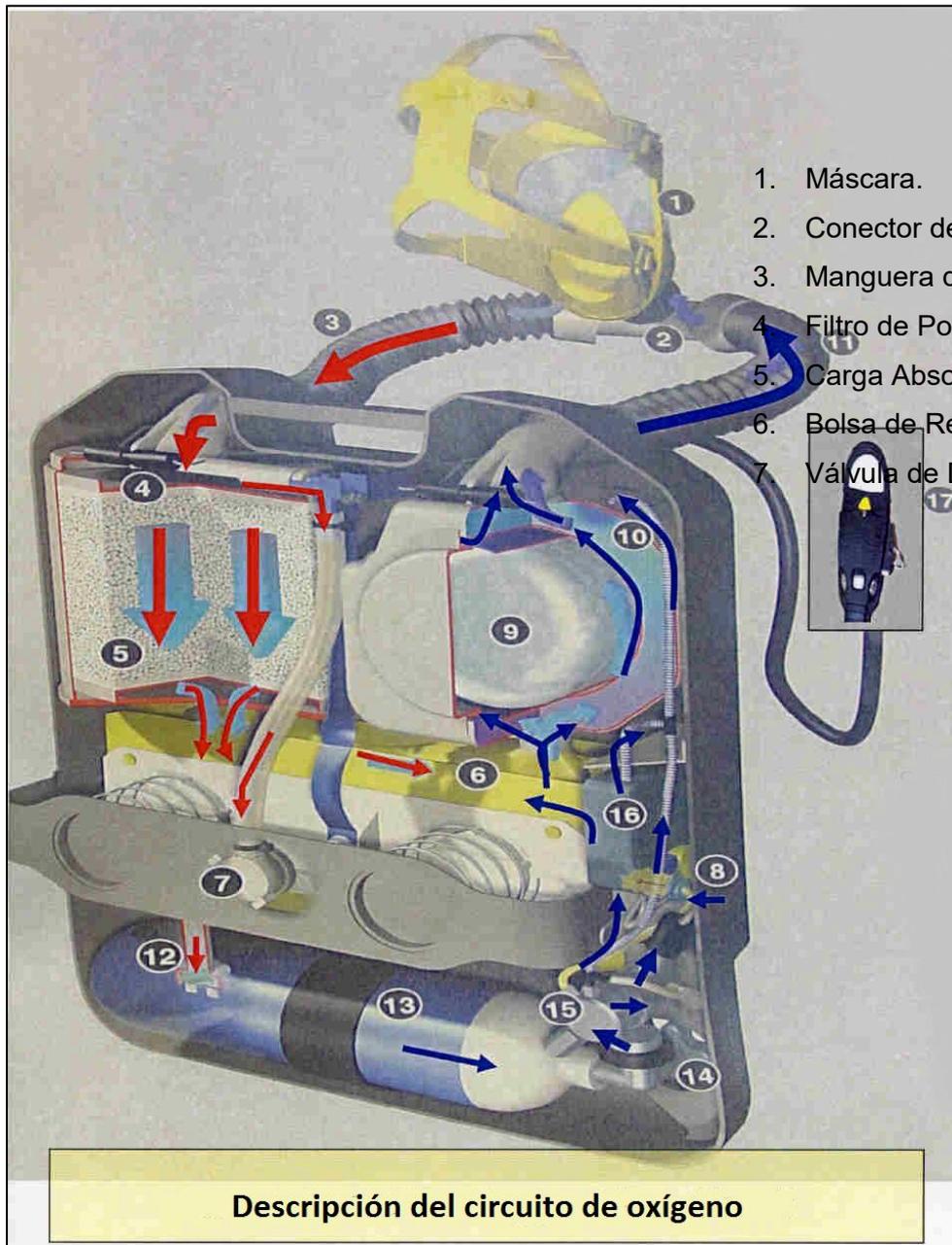
### **INTRODUCCIÓN A EQUIPOS DE RESPIRACION**

Aunque hay muchos tipos de equipos regenerativos disponibles, el modelo usado actualmente por el Salvamento Minero Colombiano es el Dräger BG4 de fabricación Alemana. El BG4 es un equipo de respiración autónomo de circuito cerrado, de oxígeno comprimido en el que el aire exhalado es parcialmente respirado de nuevo por el usuario luego de que la concentración de dióxido de carbono ha sido efectivamente reducida y la concentración de oxígeno ha sido enriquecida.

**Datos Técnicos (Dräger PSS-BG4-Plus)**

Peso cuando está completamente cargado	14.8kg
Dimensiones:	
Longitud	595 mm
Ancho	450 mm
Profundidad	185 mm
Absorbente de Dióxido de Carbono: Carga	Drägersorb 400 Cartucho de un solo uso o Cartucho recargable
Cilindro:	
Presión de carga	200 bar
Capacidad	400 litros
Presión de trabajo	180 bar
Capacidad	360 litros
Capacidad de la bolsa de respiración	5.5 litros
Parámetros de prueba real:	
Presión negativa	-10 mb
Presión positiva	10 mb
Válvula de descarga	4 mb – 7 mb
Duración del Equipo:	
Temperatura hasta 40°C	4 horas
Temperatura hasta 60°C	1 hora
Temperatura hasta 90°C	15 minutos
Nota:	
Primera alarma de baja presión	Reserva del 25% (75% consumo)
Segunda alarma de baja presión	Reserva del 5% (95% consumo).
Medición (tasas de flujo) en 200bar	
Medición constante	1.5 L / min a 1.9 L / min
Válvula de paso	> 50 L / min
Válvula mínima	> 80 L / min
Batería (Bodyguard)	Rayovac AL/9.0 volt o Duracell MN 1604
Agente Anti-empañante	Klar-Pilot gel/fluido
Lubricante	Molykote 111
Desinfección	Multidor F o Incidur Steriwipe

Esquema del Circuito de Respiración  
DIAGRAMA DE CIRCUITOS DE FLUJO



1. Máscara.
2. Conector de Respiración
3. Manguera de exhalación
4. Filtro de Polvo
5. Carga Absorbente de CO<sub>2</sub>
6. Bolsa de Respiración
7. Válvula de Descarga
8. Válvula Mínima
9. Refrigerador de aire
10. Dosis constante (flujo)
11. Manguera de Inhalación
12. Válvula de Drenaje
13. Cilindro de Oxígeno
14. Válvula de Cilindro
15. Reductor de Presión
16. Interruptor - Caja
17. Unidad Body Guard

El oxígeno es introducido en el aparato de respiración desde el cilindro de oxígeno (13) al abrir la válvula de cilindro (14), que permite que el oxígeno fluya hacia el reductor de presión (15).

Desde el reductor de presión, el oxígeno, a la presión del cilindro, es dirigido a:

- a) **La unidad Bodyguard**, la cual se enciende inmediatamente (17).
- b) **La caja del interruptor (16).**
- c) **La válvula mínima**, la cual descarga el oxígeno en la bolsa de respiración a un caudal > 80 litros por minuto (8), y,
- d) **El refrigerador de aire**, con una administración constante de oxígeno (flujo) de entre 1,5 y 1,9 litros por minuto (9).

El Circuito:

La dosis constante de oxígeno entra al refrigerador de aire (9) y pasa a la manguera de inhalación (11); posteriormente viaja por medio de la válvula de inhalación y entra a la máscara (1) en donde es inhalado por el usuario.

En la exhalación, la válvula de inhalación se cierra y la válvula de exhalación se abre; en la inhalación ocurre lo contrario, controlando así el flujo de oxígeno por el circuito de respiración.

En la exhalación, el aire exhalado pasa por medio de la válvula de exhalación y entra a la manguera de exhalación (3); entonces pasa al cartucho absorbente (4) en donde la sustancia absorbente (5) remueve efectivamente tanto el dióxido de carbono como la humedad del aire exhalado.

Al abandonar el cartucho absorbente (4), el aire regenerado entra a la bolsa de respiración (6), en donde es enriquecido con oxígeno suministrado por la válvula mínima (8) "en inicio". De la bolsa de respiración (6), el aire pasa al refrigerador de aire (9) en donde se encuentra con el oxígeno fresco de administración constante suministrado desde el cilindro y el ciclo comienza de nuevo.

Notas: El exceso de presión en el circuito de respiración es descargado a la atmósfera por medio de una válvula de descarga automática (7), la válvula de descarga es establecida para descargar entre 4 y 7 mb.

La refrigeración del aire inspirado es lograda por un cubo de hielo preformado insertado en el compartimento central del refrigerador de aire. El calor es absorbido por el hielo dando así el efecto de refrigeración necesario al aire inspirado.

Una válvula de descarga de agua es conectada a la bolsa de respiración con el fin de descargar la humedad del circuito de respiración a la atmósfera.

### Valoración del equipo

#### CILINDRO



El cilindro de 2 litros está construido en acero, llenado a una presión de 200 bar y proporciona 400 litros de oxígeno médico (con 99,5% de pureza).

Cuenta con una válvula instalada en el cuello del cilindro, permitiendo que el usuario abra y cierre el cilindro cuando lo necesite. Al abrir la válvula, el oxígeno fluirá desde el cilindro hasta el reductor de presión.

Una vez que el cilindro esté conectado (apretado a mano) al reductor de presión, se fija un dispositivo anti-vibración a las ranuras en la manija de la perilla de ajuste. Esto impedirá que el cilindro y el reductor de presión se desajusten durante la operación.

**REDUCTOR DE PRESIÓN**



El reductor de presión es fijado al cilindro y reduce efectivamente la presión del cilindro a niveles aceptables antes de entrar al circuito de respiración. El reductor también suministra oxígeno a varios componentes claves, a saber:

- Válvula mínima.
- Refrigerador (medición constante)
- Caja de interruptor
- Bodyguard
- Sensor
- Descarga

**BY PASS**



El botón de by pass es conectado al reductor de presión y es operado manualmente por el usuario. Oprimir el botón rojo le proporcionará al usuario un flujo de oxígeno adicional >50 L/min, si se requiere.

**CAJA DE INTERRUPTOR**



La caja del interruptor monitorea el flujo de oxígeno desde el reductor de presión, enviando información al Bodyguard.

### BODYGUARD



La unidad Bodyguard, es el componente electrónico principal del BG4. Esta le proporciona al usuario información relativa al estado de la unidad. La pantalla digital le permite al usuario ver y registrar información según como se requiera:

- Presión del Cilindro
- Tiempo restante hasta la alarma de 55bar
- Ícono para minutos
- Botón de pánico amarillo
- Botón derecho
- LED verde
- Unidad de Señal de Socorro Automática (Conteo)
- LED rojo
- Botón izquierdo
- Visualización análoga de oxígeno
- Secuencia de auto-verificación
- Condición de la batería

La carcasa de caucho exterior brinda protección frente al uso fuerte y la unidad es alimentada por una batería de 9 voltios que está ubicada en la parte posterior.

### REFRIGERADOR DE AIRE



El refrigerador de aire está construido en Plástico Reforzado con Vidrio (GRP) y está compuesto por dos secciones.

- La parte interior tiene el “bloque de hielo” preformado que proporciona un medio de refrigeración para el aire inspirado durante la respiración. Tiene una cubierta sellada para contener el “bloque de hielo”, pequeño hueco superior.
- La sección exterior proporciona una carcasa exterior robusta construida de GRP con el anillo entre las dos secciones que proporcionan un camino para el paso de aire inspirado.

La conexión inferior (entrada) se fija a la bolsa de respiración y la conexión superior (salida) se fija al acoplamiento de la manguera de inhalación.

Un conector insertable (azul) contempla el suministro de entre 1,5L/min a 1,9 L/min de oxígeno desde el reductor de presión al circuito de respiración.

**CARTUCHO ABSORBENTE  
DE CO<sub>2</sub>**



El cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> está construido de plástico translúcido reforzado con vidrio (GRP) cuyo propósito es contener una carga de absorbente de CO<sub>2</sub> que remueva efectivamente el dióxido de carbono y la humedad del aire expirado del Usuario.

La conexión en la parte superior (entrada) se conecta al acoplamiento de la manguera de exhalación. Entonces, el aire expirado pasa por medio de una serie de filtros y el absorbente de CO<sub>2</sub>, sale entonces por medio de la conexión externa, la cual se conecta a la bolsa de respiración.

La salida derecha superior forma parte del circuito de la válvula de descarga, a medida que la presión en el circuito de respiración aumenta, la válvula de descarga se abrirá 4 mbar y 7 mbar, permitiendo así que el aire expirado pase por medio del tubo de plástico transparente y salga a la atmósfera por medio de la válvula de descarga.

Una banda de acero y cuatro abrazaderas fijan la placa inferior al cartucho y un gran anillo en forma de "o" constituye el sello.

**BOLSA DE RESPIRACIÓN**



La parte flexible y principal de la bolsa de respiración está hecha de látex (de color amarillo), tiene una capacidad de 5,5 litros y le da al usuario una reserva de oxígeno.

Cuatro cuellos de látex están moldeados a la bolsa y fijados a:

- El refrigerador de aire
- El cartucho absorbente de CO<sub>2</sub>
- La válvula de descarga
- La válvula mínima

La placa de presión (de color negro) está hecha de plástico rígido y le da un marco a los resortes y a la palanca de alineación para fijarlo.

N.B. La válvula mínima (mostrada en sitio) se conecta a un collar de látex en la parte derecha de la bolsa de respiración.

N.B. La válvula mínima (mostrada en sitio) se conecta a un collar de látex en la parte derecha de la bolsa de respiración.

### VÁLVULA MÍNIMA



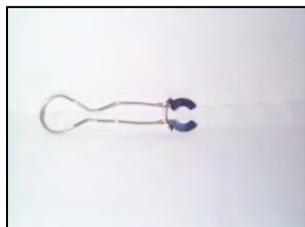
La válvula mínima está hecha de aleación de aluminio. Su función es garantizar que el oxígeno va a fluir en la bolsa de respiración en la puesta en marcha y si la bolsa de respiración colapsa.

La pequeña ranura, moldeada en el cuerpo de la válvula permite que el clip de seguridad ubique la válvula mínima en su posición. La ranura grande permite que el collar de látex de la bolsa de respiración se fije en la válvula mínima.

Una boquilla pequeña identifica la posición correcta de la válvula en la caja trasera y la alineación correcta en la bolsa de respiración.

El conector insertable (amarillo) permite que la manguera de presión media sea fijada desde el reductor de presión.

### CLIP DE LA VÁLVULA MÍNIMA



El objetivo del clip de acero con forma de herradura, es ubicar la válvula mínima en posición por medio de la caja trasera. Al estar cargado el resorte, esto mantendrá la presión en el cuerpo de la válvula previniendo que se desajuste.

### VÁLVULA DE DESCARGA



La válvula de descarga está hecha de Plástico Reforzado con Vidrio (GRP).

La parte inferior está fijada a la caja trasera e incorpora una carcasa de válvula escalonada, resorte y disco, mientras que la parte superior de la válvula está fijada al cartucho absorbente por medio de dos clips. Las dos partes están conectadas por medio de un tubo de plástico transparente.

Durante la respiración, la bolsa de respiración se podrá inflar completamente, causando una acumulación de presión en el circuito de respiración, la válvula de descarga operará entre 4 mbar y 7 mbar causando un exceso de presión que deben ser expulsado a la atmósfera.

**PALANCA DE  
ALINEACIÓN  
Y RESORTES**



La palanca de alineación está fijada a la caja trasera y a la bolsa de respiración por medio de dos resortes cargados en una perilla de seguridad. El objetivo de la palanca es mantener el equilibrio, según como se infle y desinfe la bolsa de respiración durante la respiración.

Dos resortes enrollados están posicionados entre la placa de presión de la bolsa de respiración y la caja trasera, y su propósito es mantener una presión positiva dentro del circuito de respiración.

**VÁLVULA DE DRENAJE**



La válvula de drenaje está hecha de GRP y está fijada a la parte más baja de la bolsa de respiración por medio de un collar de látex. La parte más baja incorpora un disco de válvula y un resorte que permite que la humedad sea drenada desde la bolsa de respiración cuando sea operada.

En el evento que la válvula de descarga falle en su operación, la válvula de drenaje operará con el fin de proteger la sobre presurización del circuito de respiración.

**MÁSCARA Y  
MANGUERAS DE  
RESPIRACIÓN**



La máscara y arnés de cabeza ajustables de 5 puntos están hechos de goma suave permitiendo así que el usuario obtenga un sello efectivo en la cara. El visor incluye un limpiador del visor para permitir que el gel antiempañante "klar-pilot" sea untado en la máscara, previniendo que el visor se empañe durante el uso.

En el fondo de la máscara, se fija un diafragma de voz para permitir la comunicación verbal y se proporciona una correa para cuello para prevenir el daño durante el transporte.

Dos mangueras de respiración (inhalación y exhalación) están hechas de goma suave, dándole al usuario flexibilidad y un movimiento de cabeza sin restricciones.

Los acoplamientos de bayoneta en la manguera de respiración se fijan al:

- Cartucho absorbente de CO<sub>2</sub>
- Refrigerador de aire
- Acoplamiento insertable.

El acoplamiento insertable está hecho de GRP y se fija a la máscara cuando se necesite. Dos discos de válvula de goma (inhalación y exhalación) se fijan en cajas de válvula para controlar el flujo de aire por medio del circuito de respiración durante la respiración.

Una tapa sellante se ajusta al acoplamiento insertable para hacer pruebas y evita que cualquier producto o partícula ingrese al circuito respiratorio.

### CAJA TRASERA



La caja trasera está hecha de Plástico Reforzado con Vidrio (GRP) y da forma al equipo de respiración.

Varios accesorios están fijados a la caja; estos son:

- correas
- Bodyguard
- reductor de presión
- caja de interruptor
- soportes de fijación y barras de tensión para el Refrigerador de Aire y el Cartucho Absorbente
- contenedor de cilindro y correa de retención

Correas largas y acolchadas para los hombros y la cintura dan comodidad al usuario durante la operación con el calor latente absorbido por una almohadilla Kevlar, fijada al interior de la caja trasera.

### ARNÉS



El arnés está hecho de un material tejido y cosido de nylon, el cual le da fortaleza y durabilidad. Las correas de hombros y cintura incorporan almohadillas para proporcionarle al usuario una comodidad ergonómica durante la operación.

Varios accesorios conforman al arnés:-

- Correa de pecho ajustable con una hebilla de acero inoxidable de rápida liberación.
- Una correa de cintura ajustable con una hebilla de acero inoxidable de fácil liberación.
- Cierre de bucle en las correas de los hombros que permiten que se fijen el Bodyguard y los tubos de respiración.
- Un dispositivo de señalización que permita comunicaciones adicionales y el cumplimiento con la legislación.

### TAPA PROTECTORA



La tapa protectora está hecha de Plástico Reforzado de Vidrio (GRP) la cual protege los componentes internos de daño durante la operación.

Dos huecos en el fondo de la carcasa se conectan con dos tapones de ubicación en la caja trasera. La tapa es sostenida en su sitio por medio de dos cerrojos deslizantes de resorte, ubicados en la parte superior de la carcasa y conectados con la caja trasera.

Las cintas reflectoras de alta visibilidad amarillas fluorescentes ayudan en la identificación del usuario cuando hay baja visibilidad.

### Instrucciones Operacionales

#### EXAMEN DEL USUARIO (Socorredor)

1. Remueva el equipo de respiración de la mochila de transporte.
2. Párese derecho y verifique que no haya ningún daño externo a la caja trasera o en la tapa protectora. Anote el número del equipo.
3. Examine todo el ensamblaje del tubo de respiración desde la conexión del refrigerador de aire hasta la conexión del cartucho absorbente de CO<sub>2</sub>, asegurando que los anillos de bayoneta estén seguros, remueva el tapón blanco, verifique el anillo en forma de "O" y reemplace el tapón blanco.
4. Desabroche los retenedores del tubo de respiración y ubíquelos sobre la tapa protectora; examine todo el ensamblaje y extienda completamente todas las correas; verifique la operación del dispositivo de señalización.
5. Examine que la unidad Bodyguard esté asegurada a la correa del hombro, que no esté dañada y que los lentes no estén rayados
6. Voltee el equipo y retire la tapa protectora
7. Con la tapa protectora retirada, realice las siguientes verificaciones:
  - Que el cartucho absorbente tenga una carga completa de absorbente de CO<sub>2</sub>.
  - La seguridad de la conexión de la válvula de descarga al cartucho absorbente de CO<sub>2</sub>
  - La seguridad de la palanca de alineación
  - La seguridad del refrigerador de aire
  - Que la manguera de presión media esté fijada de forma segura tanto al refrigerador de aire como a la unidad eléctrica.

- Que la manguera de presión media y la manguera de válvula mínima estén fijadas de forma segura al regulador
- La seguridad de los acoplamientos y resortes de la bolsa de seguridad
- Que la válvula de descarga esté en posición
- Que la válvula de alivio esté en posición
- La seguridad del cilindro y la fijación del cilindro
- La conexión entre el cilindro y el regulador, asegúrese de que la correa anti-vibración esté en posición
- Asegúrese de que todas las conexiones de alta presión estén aseguradas al regulador

8. Realice la prueba de fugas de alta presión de la siguiente manera: -

- Active el cilindro (Paso de oxígeno) y observe la unidad Bodyguard, la unidad realizará una prueba de autodiagnóstico. Monitoree todas las entradas, verifique la capacidad de la batería (por favor tome nota) y realice una prueba de fuga de alta presión si la presión del cilindro es mayor a 165 bar.
- Luego de que el cilindro haya sido activado, se escucharán **dos** pitidos acústicos y el ícono de “cerrar cilindro” aparecerá en la pantalla.
- Cierre la válvula del cilindro.
- Luego de aproximadamente 15 segundos, usted escuchará **un** pitido acústico, el LED **verde** parpadeará y el ícono de “abrir cilindro” aparecerá en la pantalla.
- Abra la válvula del cilindro.
- Opere la válvula de by pass y verifique la operación.
- Opere manualmente la válvula de descarga y verifique la operación.

**Verifique y tome nota de la lectura de presión del cilindro**

- Verifique el Aviso de Baja Presión:

Cerrando completamente la válvula del cilindro y observe la pantalla de Bodyguard. Como la presión se acerque 55 bar (+ o - 5 bar), el aviso de baja presión dará una indicación auditiva y visual y los LED rojos parpadearán.

- Libere la presión del BG4 removiendo el tapón blanco de la conexión de la máscara, y colóquelo de nuevo.
- Apague la unidad Bodyguard presionando ambos botones durante 5 segundos.

**La Prueba de Fuga de Alta Presión ahora está terminada.**

**El ícono "X" indicará cuando haya condiciones de falla, la unidad Bodyguard sonará cuatro veces y el indicador rojo parpadeará. Si eso ocurre el equipo de respiración NO DEBE usarse hasta que se rectifique la falla.**

9. Coloque la tapa protectora

10. Examine la máscara y el visor para detectar rayones o daños, examine el arnés de la cabeza y extienda completamente las correas, asegúrese de que la correa del cuello esté en su sitio y en buenas condiciones.

**Entonces, el siguiente procedimiento se debería realizar:**

11. Remueva el tapón blanco del conector insertable y conecte la máscara; asegúrese que la máscara esté correctamente en posición.

### 12. Prueba de la Válvula de Inhalación

Con la máscara colocada en la cara:

- Tome el tubo de **exhalación** y dóblelo para bloquearlo.
- aspire y expire **SUAVEMENTE** y escuche el movimiento de la válvula en la caja de válvulas. La acción de la válvula abriéndose y cerrándose se puede sentir en la máscara.
- Intente exhalar en el equipo. **Esto no debería ser posible y la máscara debería separarse de la cara.**
- Libere el tubo de exhalación.

### 13. Prueba de la Válvula de Exhalación

Con la máscara en posición en la cara:

- Tome el tubo de **inhalación** y dóblelo para bloquearlo.
- aspire y expire **SUAVEMENTE** y escuche el movimiento de la válvula en la caja de válvulas. La acción de la válvula abriéndose y cerrándose se puede sentir en la máscara.
- Intente inhalar en el equipo. **Esto no debería ser posible y la máscara debería ajustarse contra la cara.**
- Libere el tubo de inhalación.

**NB: Si se indica una falla, se debe realizar un examen físico de las válvulas de inhalación y/o exhalación y se debe rectificar cualquier falla antes de repetir las pruebas.**

Al finalizar exitosamente este proceso, remueva la máscara del conector insertable y reemplace el tapón blanco.

## PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DEL USUARIO



***Este procedimiento consistirá de:***

- ***Prueba de Fuga de Alta Presión***
- ***Prueba de Válvula de Inhalación***
- ***Prueba de Válvula de Exhalación***

Se debe realizar:

- a) Antes de abandonar la superficie
- b) En la llegada a una Base de Aire Fresco, y
- c) En el despliegue desde una Base de Aire Fresco

## **PROCESO DE COLOCACIÓN**

***los equipos se deben colocar de forma similar a una chaqueta:***

1. Ubique los tubos de respiración sobre la tapa protectora
2. El BG4 se debe colocar como si el usuario se estuviera poniendo una chaqueta (el brazo izquierdo se debe poner primero en las correas del hombro).
3. Cuando ambas correas de los hombros estén sobre los hombros, hale hacia abajo y tense uniformemente las correas asegurándose de que la correa de la cintura repose sobre las caderas.
4. Cierre y ajuste la correa de la cintura para que esta se fije de forma segura halando los extremos de las correas hasta que el BG4 repose firmemente en las caderas.
5. Cierre y ajuste la correa del pecho para que se ajuste de forma cómoda.
6. Los tubos de respiración ahora deben ubicarse sobre los hombros y los retenedores se deben abrochar.

El usuario del equipo de respiración debe asegurar un ajuste cómodo y que todas las correas sueltas estén guardadas antes de abandonar o acoplar.

## **CONEXIÓN DE LA MÁSCARA**

1. Remueva la máscara de la mochila.(Revision visual inicial)
2. Prepare el visor aplicando el agente antiempañante correcto, (Gel/Fluido Klar-Pilot) al limpiador desempañante del visor, opere el limpiador en todo el visor.
3. Ajuste la máscara a la cara y fije las correas para asegurar un ajuste cómodo.
4. Conecte el acoplamiento insertable al conector de la máscara hasta que se engrane y se bloquee en su posición.

(Todos los usuarios deben familiarizarse con la ubicación de la conexión de la boquilla).

5. Agarre ambos tubos de respiración para formar un sello e inhale, la máscara debe atraerse a la cara. Esto demuestra la hermeticidad del sello de la máscara y la junta de acoplamiento insertable.
6. Abra completamente la válvula del cilindro, opere la válvula de desviación suavemente para inflar la bolsa de respiración y aspire el BG4. La unidad Bodyguard se prenderá inmediatamente y realizará las siguientes pruebas de funcionamiento:
  - Secuencia interna de auto-prueba
  - Prueba de batería
  - Prueba de fuga de alta presión

Si la prueba de fuga de alta presión no es requerida, la unidad Bodyguard seguirá a la operación normal.

### **INSPECCIONES DEL CUADRILLERO**

1. Verifique la condición de los tubos de respiración, la máscara y la comodidad del arnés de la cabeza; asegúrese de que la junta de acoplamiento entre la máscara y los tubos esté asegurada y bloqueada.
2. Verifique el ensamblaje del arnés, el dispositivo de señalización y de la unidad Bodyguard. Lea y registre la presión.
3. Retire la tapa protectora.
4. Verifique que el cartucho absorbente esté asegurado y cargado con absorbente de CO<sub>2</sub>.
5. Verifique la conexión de la válvula de descarga al cartucho absorbente.
6. Verifique que el refrigerador de aire esté asegurado, remueva la carcasa, coloque el bloque de hielo y reemplace la carcasa, asegurando que el hueco respirador mire hacia arriba.
7. Opere la válvula de descarga de forma manual y escuche la operación.
8. Asegúrese que el cilindro esté seguro y que la correa anti-vibración esté en su sitio. Opere suavemente la desviación.
9. Coloque la carcasa protectora.

### **MANTENIMIENTO PROGRAMADO**

- a) Mantenimiento posterior al uso (o practica)
  - Desmantelamiento de la unidad luego del uso
  - Limpieza, desinfección y secado
  - Rellenado del cartucho absorbente
  - Recarga del cilindro de oxígeno



- Reconstrucción del equipo
  - Prueba de la máscara
  - Prueba del equipo de respiración
  - Verificación de la capacidad de la batería
- b) Mantenimiento de 30 días  
c) Mantenimiento de seis meses  
d) Mantenimiento anual
- e) Mantenimiento de tres años  
f) Mantenimiento de cinco años  
g) Mantenimiento de seis años

a) **Mantenimiento posterior al uso**

**Desmantelamiento de la unidad luego del uso:**



Remueva la máscara del acoplamiento insertable presionando el botón negro ubicado en la base del ensamblaje del diafragma de voz. Una vez removida, la máscara se puede limpiar y desinfectar.



Asegúrese que los tubos de respiración no estén asegurados al ensamblaje del arnés por medio de lazos de seguridad.

Remueva los tubos de respiración del ensamblaje del equipo. (Si es necesario deslice los mangos protectores en los tubos de respiración libres de los conectores de bayoneta gris). Esto se hace volteando los conectores de bayoneta de color gris en el sentido contrario a las manecillas del reloj aproximadamente 45° y halando el equipo.



Los tubos de respiración ahora se pueden remover del acoplamiento insertable girando los dos conectores de bayoneta de color gris en sentido contrario a las manecillas del reloj, aproximadamente 45° y halando los tubos de respiración del acoplamiento insertable.

Luego, los tubos de respiración se pueden



Ahora extraiga las cajas de válvulas de inhalación y exhalación del acoplamiento insertable. Remueva las válvulas de inhalación y exhalación de sus respectivas cajas de válvulas.

Luego, el acoplamiento insertable, las válvulas de inhalación y exhalación se pueden limpiar.



Remueva la tapa protectora del equipo liberando los mosquetones cargados en la parte superior, hale y desenganche los cierres hasta la parte inferior.

Luego, el equipo de respiración se puede ubicar en la mesa de trabajo (ensamblaje del arnés en contacto directo con la mesa de trabajo).



Libere el dispositivo anti-vibración de la conexión de la válvula del cilindro principal. Este dispositivo es elástico y debe ser desenganchado de la válvula de cilindro principal.



Desabroche la correa de velcro que retiene el cilindro en su sitio.



Asegúrese de que la válvula del cilindro esté cerrada y el equipo de respiración esté despresurizado.

Para retirar el cilindro, desatornille la manija de ajuste manual “negra” en el sentido de las manecillas del reloj, esta conexión solamente se ajusta a mano.

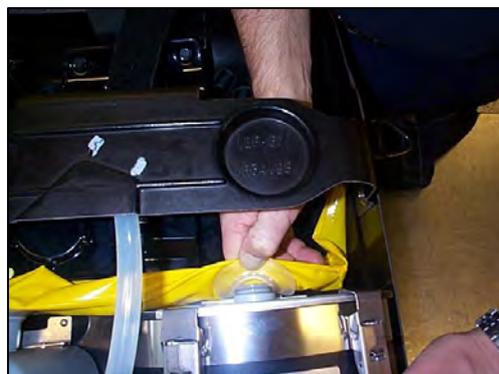


El cilindro puede ser entonces retirado del equipo de respiración elevando el fondo del cilindro y retirando el ensamblaje de la válvula del cilindro de la pared divisoria. El cilindro de oxígeno ya puede limpiarse y recargarse.



Retire los dos resortes de la bolsa de respiración comprimiendo cada resorte, dirigiéndolos hacia arriba con el fin de despejar el travesaño del ensamblaje del tabique de ensamblaje divisorio y levántelo limpiamente.

Si es necesario, limpie los resortes y póngalos a un lado.



Desconecte la bolsa de respiración del depósito de absorbente de CO<sub>2</sub> colocando la mano debajo del travesaño del ensamblaje y apriete la “pestaña” transparente utilizando el índice y el pulgar. Despegue con cuidado, y la bolsa de respiración debe separarse del cartucho.



Retire la bolsa de respiración del refrigerador de aire colocando la mano debajo del travesaño del ensamblaje y apretando la "pestaña" transparente utilizando el índice y el pulgar. Despegue con cuidado, y la bolsa de respiración debe separarse del refrigerador de aire.



Desabroche el cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> del ensamblaje, apretando la barra de tensión por ambos extremos y levantándola con cuidado hacia arriba hasta que se libere del cartucho.



Desconecte el conector de manguera de la válvula de descarga del cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> apretando las dos manijas de agarre de seguridad retirando al mismo tiempo con cuidado la manguera de la válvula de descarga.



Retire el cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> del ensamblaje agarrando el cuerpo del cartucho absorbente de CO<sub>2</sub> con ambas manos e incline el cartucho como se muestra. Esto permitirá que la lengua plástica en la base del cartucho se separe del soporte metálico en el ensamblaje.



Desmonte el depósito absorbente de CO<sub>2</sub> desabrochando los cuatro “trinquetes” metálicos, luego retire el disco estabilizador de metal, la tapa plástica, el filtro superior plástico y la rejilla del filtro superior.

El absorbente utilizado de CO<sub>2</sub> luego puede ser desechado.

Retire la rejilla del filtro inferior y el filtro inferior y deseche ambos filtros.

El disco estabilizador de metal puede limpiarse y los otros componentes se pueden limpiar y desinfectar.



Desabroche el refrigerador de aire del ensamblaje, apretando la barra de tensión en ambos extremos, y levantándola con cuidado hacia arriba hasta que la barra sea liberada del refrigerador de aire.



Separe la manguera de presión media del refrigerador de aire sosteniendo y presionando con cuidado el conector en el anillo de conexión (de color azul) con el índice y el pulgar, al mismo tiempo, tire con cuidado (para separar) la manguera de presión media (de color azul) con su otra mano.

La manguera de presión luego debe liberarse del refrigerador de aire.



Retire el refrigerador de aire del ensamblaje agarrando el cuerpo del refrigerador de aire con ambas manos e inclínelo como se muestra. Esto permite que el refrigerador de aire se separe de las dos uñas de sujeción adaptados al ensamblaje del mamparo.

Retire la tapa del refrigerador de aire, escurra el hielo y el agua.

El refrigerador de aire y la tapa luego se pueden limpiar y desinfectar.



Retire el ensamblaje de la válvula de descarga y el ensamblaje del conector de la manguera manteniendo el ensamblaje del conector de la manguera con la mano derecha, y agarre con cuidado el ensamblaje de la válvula de descarga con su mano izquierda. Utilizando su mano derecha, rote el ensamblaje del conector de manguera aproximadamente 45° en el sentido de las manecillas del reloj. En este punto, el ensamblaje de la válvula de descargue puede retirarse del travesaño del ensamblaje apretando las dos pinzas (de color gris).

El ensamblaje de la válvula de descarga y el ensamblaje del conector de la manguera luego pueden limpiarse y desinfectarse.



Separe la palanca de alineación de la parte superior del ensamblaje agarrando el retenedor accionado por resorte con el índice y el pulgar y hale horizontalmente.



Separe el brazo de la palanca del ensamblaje de la bolsa de respiración agarrando el retenedor accionado por resorte con el índice y el pulgar y hale verticalmente.

El brazo de alineación luego se puede limpiar si es necesario y se puede colocar a un lado.



Retire la válvula de drenaje del ensamblaje separando la válvula de drenaje del clip de sujeción.



Retire la válvula de drenaje de la bolsa de respiración manteniendo la válvula de manera segura con una mano, y utilizando su otra mano, agarre la abrazadera transparente de plástico en la bolsa de respiración y despéguela.

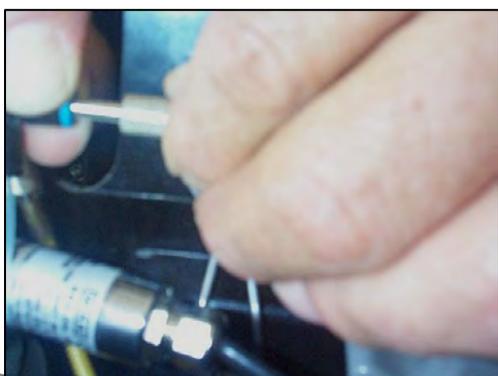
La válvula de drenaje se puede limpiar y se puede desinfectar.



Retire la bolsa de respiración de la válvula mínima agarrando la abrazadera transparente de plástico en la bolsa de respiración y despéguela para retirarla del cuerpo de la válvula mínima.

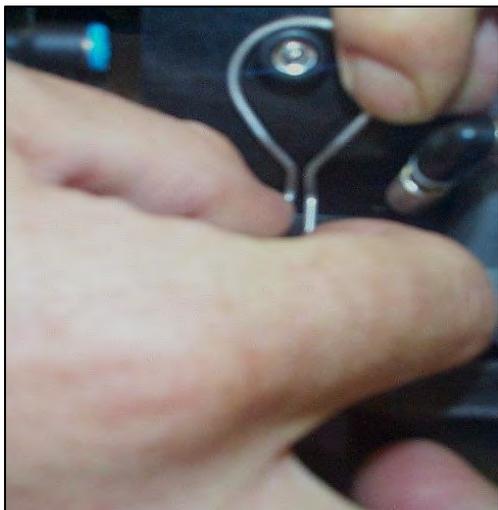
La bolsa de respiración tiene que ser guiada con cuidado para permitir que sea totalmente retirada desde el ensamblaje de la válvula mínima sin dañar la bolsa de respiración o la válvula mínima.

La bolsa de respiración luego se puede retirar, limpiar y desinfectar.



Con el fin de retirar el cuerpo de la válvula mínima, la manguera de presión media debe ser desconectada.

Esto se puede lograr sosteniendo y presionando con cuidado el anillo de conector insertable (de color azul) con el índice y el pulgar, halando con cuidado la manguera de presión media (de color azul) con su otra mano.



Separe el anillo de seguridad de retención de la válvula mínima y del ensamblaje.

Apriete con cuidado en el anillo de seguridad, como se muestra en la fotografía. Esto debería facilitar la presión en el anillo de seguridad para permitir que se separe y se libere del ensamblaje.

El anillo de seguridad luego puede ser halado verticalmente liberado del cuerpo de la válvula mínima.



Agarre la válvula mínima por el cuerpo principal y retire con cuidado aproximadamente 1 cm para soltar el manguito que lo une al ensamblaje.

El cuerpo de la válvula mínima luego debe ser manejado con cuidado para permitir que la manguera de presión media (de color amarillo) y el ensamblaje del conector pasen a través del ensamblaje

***(Tenga en cuenta que un extremo de la manguera de presión media aún está conectado a la unidad reguladora)***

Desconecte la manguera de presión media sosteniendo y presionando con cuidado el anillo de conexión (de color amarillo) con el índice y el pulgar al mismo tiempo, halando con cuidado la manguera de presión media (de color amarillo) con su otra mano.

La válvula mínima luego puede limpiarse y desinfectarse.



Retire el cinturón **(si está sucio)** levantando los cuatro clips de seguridad ubicados dentro de la pared del equipo, y presiónenlos a través de las aberturas en el ensamblaje.



Rote el cinturón 90°, para liberarlo del mecanismo de bloqueo.

Luego debería poder retirar el cinturón de sujeción del ensamblaje.



Retire las correas de los hombros **(si están sucias)** desconectando la unidad bodyguard de los anillos de seguridad del arnés.

Hale los extremos de las correas de los hombros fuera de los dos clips de seguridad ajustados al ensamblaje del arnés.

Los extremos de las correas de sujeción luego pueden pasarse a través de las aberturas en el ensamblaje y enrollarse en los clips de seguridad ajustados al interior de la pared del equipo. Las correas de sujeción luego pueden pasarse una vez más a través de las aberturas de la pared del equipo para liberar el ensamblaje del arnés completo.

Luego se puede limpiar el arnés.

### Limpeza y desinfección:

Todas las partes del equipo de respiración que hayan entrado en contacto con el aliento exhalado del usuario siempre deben ser limpiadas completamente y desinfectadas después de cada uso.

(Limpiar otras partes únicamente cuando sea necesario)

Las partes deberían limpiarse en agua tibia a la que se le debe haber añadido el detergente líquido universal EW80.

Enjuague con agua limpia, asegurándose de que se hayan eliminado **todos** los residuos de detergente.

Una vez las partes del componente se hayan limpiado y enjuagado, luego pueden ser desinfectadas, en el baño de desinfección, utilizando Mulidor F; Incidur u otra solución aprobada.

Enjuague en agua limpia, asegurándose de que se haya eliminado todo el desinfectante.

**Secado:**

Drene agua de todas las partes y luego colóquela en un gabinete de secado apropiado en el que la temperatura no supere los 60°C.

Los tubos de respiración deberían colgarse a un conjunto adecuado de ‘secado de manguera’. Tenga en cuenta que la válvula mínima debería posicionarse en el gabinete de secado de tal manera que permita que se drene el agua de la válvula y el ensamblaje del conector.

**ASEGÚRESE DE QUE TODOS LOS COMPONENTES SE SEQUEN COMPLETAMENTE ANTES DE VOLVER A ENSAMBLAR EL EQUIPO.**

**Relleno del Cartucho Absorbente:**

Asegúrese que el cartucho absorbente esté completamente seco antes de continuar con este procedimiento.

**Tenga en cuenta que debe usarse el PPE adecuado, pues el absorbente de CO<sub>2</sub> puede ser irritante para los ojos y para las vías respiratorias. (Dräger produce una hoja de datos de seguridad– 90 30 034)**



Coloque la base del cartucho absorbente en la “estación de relleno”.

Acondicionar el filtro inferior en el cartucho absorbente, con el lado “liso” hacia arriba.



Inserte una rejilla del filtro nueva en el filtro inferior en el cartucho absorbente.



El absorbente debería colocarse en un tamiz y el tamiz debe agitarse con cuidado para retirar las partículas finas.



Utilizando un recipiente adecuado, vierta el absorbente de CO<sub>2</sub> en el cartucho absorbente hasta que el cartucho esté aproximadamente 30% lleno.



Golpee con cuidado el lado del cartucho absorbente con su mano para garantizar un llenado compacto del material absorbente.

Continúe vertiendo el absorbente de CO<sub>2</sub> en el cartucho hasta que esté lleno a aproximadamente 60%, luego repita el proceso de compactación.



El cartucho está lleno cuando el absorbente de CO<sub>2</sub> ha alcanzado la línea marcada en el perímetro interior del cartucho absorbente.

Coloque una nueva rejilla del filtro en la parte superior de la capa de CO<sub>2</sub>, el filtro superior luego se puede colocar, con el lado “suave” hacia la rejilla del filtro.



Reajuste la tapa plástica al cartucho absorbente (como se muestra), asegurando que el agujero en la tapa esté al lado opuesto de las etiquetas.



Reajuste el disco estabilizador de metal al cartucho absorbente y asegúrelo en su lugar por medio de los cuatro “trinquetes” de metal.

El cartucho absorbente ahora está cargado, listo para su uso.

Si los ‘cartuchos cargados’ se almacenan (es decir, no son reajustados inmediatamente al equipo de respiración), deben hacerse pruebas de filtración de la manera descrita en el Apéndice 1 y deben ser sellados de manera apropiada, utilizando el método aprobado.

### **Recarga del cilindro de oxígeno:**

El oxígeno debe ser suministrado por una fuente confiable, debe ser sin sabor e inodoro y tendrá una pureza de >99.5 %.

Una evaluación de riesgos adecuada debería ser llevada a cabo antes de recargar los cilindros para asegurarse de que todos los peligros sean identificados y controlados, y que el proceso será llevado a cabo de conformidad con la legislación pertinente relativa al relleno y al transporte de contenedores presurizados.

El proceso de recarga será llevado a cabo de una manera controlada, en condiciones de aire limpio, asegurándose de que el EPP adecuado sea utilizado y de conformidad con la respectiva INSTRUCCIÓN DE TRABAJO.

La limpieza es de suma importancia con el fin de asegurar que los componentes de alta presión no están contaminados con aceites o grasas por el riesgo de inflamación.

### **Ensamble del equipo de respiración:**

Antes de ensamblar el equipo, revise exhaustivamente todas las partes para identificar deterioro, desgaste y daños.

#### Instalación de las correas de sujeción al ensamblaje.

Pase los extremos de las correas de sujeción a través de las aberturas en la pared del equipo y enróllelos en los clips de seguridad ajustados en él. Las correas de sujeción luego pueden pasarse una vez más a través de las aberturas.

Pase los extremos de las correas de sujeción a través de los dos clips de seguridad ajustados al ensamblaje de arneses.

La unidad bodyguard será asegurada al ensamblaje de arneses por medio de los dos anillos de seguridad.

#### Asegurar el cinturón al equipo.

Alinee el enganche en el cinturón con el mecanismo de bloqueo simple en el equipo.

Rote el cinturón 90° para enganchar el mecanismo de bloqueo, asegurando así el cinturón al equipo.

Los cuatro clips de seguridad fijados al cinturón luego pueden presionarse a través de las aberturas correspondientes en el equipo.

### Instalación de la válvula mínima a la bolsa de respiración y al equipo.

Ubique el orificio de la bolsa de respiración con la línea negra marcada en la abrazadera transparente de plástico, asegúrese de que el manguito de ajuste esté alineado con esta línea y ajuste la válvula mínima a la bolsa de respiración.

La manguera de presión media (de color amarillo) luego puede conectarse a la válvula mínima presionándola con cuidado al conector.

*(NB el otro extremo de la manguera de presión media aún está conectado a la unidad reguladora)*

Pase la manguera de presión media a través del orificio en la pared del equipo. Tenga cuidado de no dañar el conector de plástico negro al llevar a cabo esta maniobra.

La válvula mínima luego puede asegurarse al tabique de ensamblaje del equipo alineando la boquilla de localización al orificio en el equipo y presionándola con cuidado en su lugar.

El anillo de seguridad luego puede reajustarse presionándolo en el ensamblaje de la válvula mínima hasta que se fije en su lugar, luego presionando la parte superior del anillo de seguridad sobre la ranura circular en el tabique de ensamblaje del equipo.

La manguera de presión media (de color azul) luego puede reconectarse a la unidad reguladora, presionando el anillo de conexión (de color azul).

### Instalación de la válvula de drenaje a la bolsa de respiración y al tabique de ensamblaje del equipo

Reconecte la válvula de drenaje a la bolsa de respiración, luego presione el clip de retención ajustado al ensamblaje del tabique de ensamblaje.

### Instalación del brazo de alineación

(conexión inferior)

El brazo de alineación está conectado al ensamblaje de la bolsa de respiración apretando el retenedor accionado por resorte con el índice y el pulgar y presionando verticalmente sobre el manguito de retención instalado en la bolsa de respiración.



(conexión superior)

El brazo de alineación puede ajustarse al ensamblaje del tabique de ensamblaje apretando el retenedor accionado por resorte con el índice y el pulgar y presionando horizontalmente sobre manguito de retención instalado en el ensamblaje del tabique de ensamblaje.

#### Instalación de la válvula de descarga al tabique de ensamblaje

Sostenga el ensamblaje de la válvula de descarga con la mano izquierda y ubíquelo en el travesaño del tabique de ensamblaje.

Asegúrese de que las dos pinzas de color gris se hayan ubicado debidamente sobre el travesaño del tabique de ensamblaje y rote el ensamblaje del conector de la manguera aproximadamente 45° en sentido contrario a las manecillas del reloj para asegurar las pinzas al tabique de ensamblaje.

#### Instalación del refrigerador de aire al tabique de ensamblaje

Instale el refrigerador de aire (con la tapa ajustada) sobre el tabique de ensamblaje, asegurándose de que las dos agarraderas de retención se ajusten bien a las cavidades en la base del refrigerador de aire.

***Asegúrese de que la barra de tensión no esté obstruyendo el orificio del tubo de inhalación en el tabique de ensamblaje.***

Asegure el refrigerador de aire al tabique de ensamblaje por medio de la barra de tensión. La manguera de presión media (de color azul) ahora puede conectarse al refrigerador de aire.

#### Instalación del cartucho absorbente

Instale el cartucho absorbente (recargado) sobre el tabique de ensamblaje, asegurándose de que la lengua plástica sobre la base del cartucho absorbente se ajuste bien a la abertura adecuada en el soporte de metal fijado al tabique de ensamblaje.

***Asegúrese de que la barra de tensión no esté obstruyendo el orificio del tubo de exhalación en el tabique de ensamblaje.***

Asegure el cartucho absorbente al tabique de ensamblaje por medio de la barra de tensión. El conector de la manguera de la válvula de descarga luego puede reajustarse al cartucho Drägersorb.

#### Conexión de la bolsa de respiración al refrigerador de aire y al cartucho absorbente

1042 La bolsa de respiración puede conectarse al refrigerador de aire y al cartucho absorbente.



### Reajuste de resortes

Los dos resortes pueden ser sustituidos cuidadosamente en el equipo entre la placa de retención de la bolsa y el travesaño del tabique de ensamblaje.

### Reajuste del cilindro al equipo

El cilindro recargado puede ajustarse al equipo de respiración.

Asegure la salida del cilindro al regulador atornillando la conexión roscada “apretada a mano”. Ajuste el dispositivo anti-vibración, luego asegure el cilindro al tabique de ensamblaje por medio de la correa de Velcro.

### Instalación del ensamblaje del tubo de respiración al equipo

La válvula de inhalación y la válvula de exhalación pueden ser instaladas en sus respectivas cajas de válvulas, luego en el acoplamiento insertable. Reajuste los tubos de respiración al acoplamiento insertable.

***Con el fin de evitar que los tubos de respiración se tuerzan, asegúrese de que la línea de costura en cada tubo de respiración esté alineada con las flechas direccionales grabadas en el acoplamiento insertable.***

El ‘extremo de manga corta’ de un tubo de respiración debe ajustarse al lado de la válvula de **inhalación** del acoplamiento insertable, mientras que el ‘extremo de manga larga’ del otro tubo de respiración debe ajustarse al lado de **exhalación** del acoplamiento insertable. Los conectores de bayoneta de color gris deben rotarse en el sentido de las manecillas del reloj aproximadamente 45° para asegurar los tubos de respiración al acoplamiento insertable.

Los tubos de respiración ahora se pueden ajustar al refrigerador de aire y el cartucho absorbente en el equipo. El tubo de respiración de ‘manga larga’ (lado de inhalación) se ajusta al refrigerador de aire.

***Con el fin de evitar el giro del tubo de respiración, asegúrese de que la costura del tubo de respiración esté alineada con la costura moldeada en el refrigerador de aire.***

El tubo de respiración de ‘manga corta’ (lado de exhalación) se ajusta al cartucho absorbente.



***Con el fin de evitar el giro del tubo de respiración, asegúrese de que la costura del tubo de respiración esté alineada con la costura moldeada en el cartucho absorbente.***

Los conectores de bayoneta de color gris deben rotarse en el sentido de las manecillas del reloj, aproximadamente 45°, para asegurar los tubos de respiración al refrigerador de aire y el cartucho absorbente.

Verifique el anillo 'O' y ajuste la tapa de sellado al acoplamiento insertable.

### Prueba de la máscara:

Asegúrese de que la unidad de máscara 'Testor' esté conectada a un suministro de aire comprimido y funcione según la Instrucción de Drager titulada "Manual de Entrenamiento de Testor" Edición 1 (marzo de 2006).

### Prueba de presión negativa



Humedezca la unidad 'Testor' alrededor del área del sello de la máscara.

Asegure la máscara a la unidad 'Testor'.

Inserte el tapón ciego al conector de la máscara.



Infle la unidad 'Testor' operando el interruptor de conmutación de la mitad a la posición positiva (+) como se muestra.

La cabeza inflable de la unidad 'Testor' se inflará para formar un sello con la máscara.

**Suelte el interruptor de conmutación cuando esté satisfecho de que ha formado un sello entre la máscara y la cabeza inflable de la unidad 'Testor'.**



Opere el interruptor de conmutación más cercano al casco en la unidad 'Testor' a la posición negativa (-), y observe la aguja en el indicador grande de presión que debería comenzar a moverse en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Deje de presionar el interruptor de conmutación cuando la aguja en el indicador de presión alcance los -10 mbar.

Ajuste el temporizador en la unidad Testor a 1 minuto y comience. Observe que después del período de 1 minuto, la aguja en el indicador de presión no disminuye en más de 1 mbar.

Si la presión negativa disminuye por más de 1 mbar durante el período cronometrado, entonces la unidad debe inflarse a +10 mbar utilizando el botón de conmutación más alejado de la cabeza.

Desinfe la cabeza de la unidad TESTOR oprimiendo el botón ubicado en la “garganta” cerca a la base de la cabeza.

La cabeza ahora se puede separar de la unidad TESTOR.

La cabeza debería probarse para fugas bajo el agua para buscar la fuente de la fuga.

Rectifique el problema y repita la prueba de presión negativa.

**Prueba del equipo de respiración:**

Para llevar a cabo las pruebas posteriores al uso del Drager, usted requerirá los siguientes elementos de equipo y accesorios:

- Unidad de prueba RZ25                      Código – E08 200
- Adaptador de prueba                      Código – R5 0028
- Tapa de sellado                              Código – R22 086
- Destornillador de estrella Phillips
- Destornillador relojero

**Preparación para la prueba**



Asegúrese que el selector de la unidad de prueba se encuentra en la posición de “bombeo de presión positiva”.

Asegúrese que la tapa de sellado está atornillada en su sitio.

Ubique su pulgar en el orificio de la tapa de sellado para formar un sello.  
Saque la palanca del fuelle (al lado de la unidad de prueba).



Baje la palanca del fuelle una vez. La aguja en el indicador de prueba deberá moverse en el sentido de las manecillas del reloj. Observe que la aguja permanezca en la posición +10 indicada en la escala interna del indicador. (Puede ser que deba oprimir el botón rojo de “fuga” para lograrlo).

Fije el selector en prueba de filtración.

Oprima el botón del cronómetro para activarlo. Si la aguja permanece en +10 en el indicador después de 15 segundos, entonces habrá completado la prueba. Reinicie el cronómetro.

La unidad de prueba está funcionando con normalidad y se puede utilizar para la prueba del equipo de respiración.



Revise que la aguja se encuentra en el cero, en la escala -10 a +10 del indicador.

De ser necesario, la aguja se puede ajustar utilizando un destornillador relojero. (La cubierta plástica blanca deberá ser desatornillada para tener acceso al ajustador de la aguja. Reajuste este plástico blanco para evitar que tierra y humedad entren a la unidad del indicador).



Retire la tapa de sellado de su posición y replácela por el adaptador.



El adaptador del acoplamiento insertable ahora puede ser puesto en el adaptador.



Retire el tapón de sellado del acoplamiento insertable en el equipo de respiración y presione el acoplamiento insertable en su adaptador en la unidad de prueba.

**Revisión de la presión a la cual las alarmas de advertencia de presión baja activan la unidad bodyguard.**



Asegúrese que el selector en la unidad de prueba está en la posición de bombeo de “presión positiva”:

Hunda lentamente la palanca del fuelle.

La aguja del indicador deberá moverse en el sentido de las manecillas del reloj e indicar menos de 1,4 mbar en la escala interna (-10 a +10).



La unidad bodyguard deberá:

- **emitir un pito** en intervalos de 1 segundo aprox.
- iluminarse
- el **LED rojo** deberá encenderse y deberá aparecer el ícono de “válvula de cilindro abierta”.

Retire el acoplamiento insertable del adaptador para resetear la unidad bodyguard.

Ahora la prueba está completa.

**Revisión válvula de inhalación**



Coloque el acoplamiento insertable en el adaptador de la unidad de prueba.

Asegúrese que el selector en la unidad de prueba está en la posición de bombeo de “presión positiva”.

Presione firmemente el tubo de exhalación de la respiración con su mano para bloquearlo.

Opere la palanca del fuelle (1 bombeo aproximadamente) hasta que la aguja de la unidad del indicador indique +10 mbar en la escala interna.

Si la aguja se mantiene, la prueba estará completa.

Revise y tome nota del resultado.

**Si la aguja no alcanza +10 mbar, esto indicará que el disco de la válvula de inhalación está dañado o perdido.**

### Revisión válvula de exhalación



Con el acoplamiento insertable fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Asegúrese que el selector está en la posición de bombeo de “presión negativa”.

Presione firmemente el tubo de inhalación de respiración con su mano para bloquearlo.

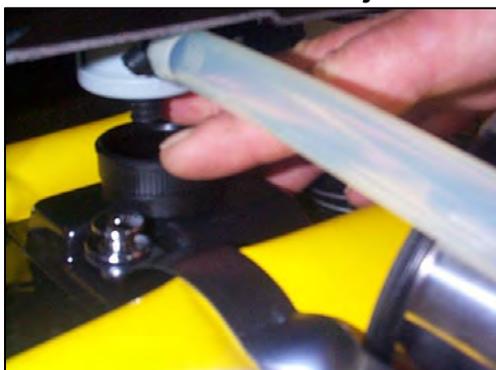
Opere la palanca del fuelle (1 bombeo aproximadamente) hasta que la aguja de la unidad del indicador indique -10 mbar en la escala interna.

Si la aguja se mantiene, la prueba estará completa.

Revise y tome nota del resultado

**Si la aguja no alcanza -10 mbar, esto indicará que el disco de la válvula de exhalación está dañado o perdido.**

### Revisión válvula de drenaje



Con el acoplamiento insertable fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Asegúrese que el selector esté en la posición de bombeo de “presión positiva” y opere la palanca del fuelle para inflar la bolsa de respiración mientras al mismo tiempo inserta un tapón de sellado (destape con el extremo hacia arriba) en la bolsa de respiración de manera que cubra la caja de la válvula de descarga a medida que la bolsa de respiración se infla (evitando de este modo la operación de la válvula de descarga).

A medida que la bolsa se infla, la aguja en la unidad del indicador se moverá en sentido de las manecillas del reloj hacia +10 mbar en la escala interna.

Una vez la aguja llegue a +10 mbar, cese la operación de la palanca del fuelle.

La aguja deberá permanecer en +10 mbar.

Revise y registre el resultado.

**Si la aguja no llega o no se detiene en +10 mbar, entonces se deberá revisar que la válvula de drenaje no tenga daños. Si no se encuentra ninguna avería en la válvula de drenaje, revise si hay daños en los demás componentes de PRESIÓN BAJA.**

Al momento de realizar pruebas, el equipo de respiración se presurizará y la alarma de “advertencia de presión baja” de la unidad bodyguard se encenderá, es decir, emitirá pitos en intervalos de 1 segundo aproximadamente.

### Pruebas de filtración con presión positiva



Mientras la unidad continúa presurizada por la prueba de la válvula de drenaje, el indicador deberá estar en +10 mbar. Gire el selector a la “posición de prueba de filtración”.

Presione el botón rojo de “fuga” en la unidad de prueba hasta que la aguja se mueva en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta la posición +7 mbar. Libere en ese momento el botón de fuga. Active el cronómetro y observe la aguja por un periodo de un minuto. La aguja deberá permanecer por encima de 1 mbar.

Revise y registre el resultado.

**Si la aguja cae por debajo de 1 mbar durante esta prueba, revise que el equipo de respiración haya sido ensamblado correctamente y no haya señales evidentes de daños.**

Antes de iniciar la siguiente prueba, desinfe la bolsa de respiración fijando la unidad de prueba en “bombeo de presión negativa”, y retire el tapón de sellado de la válvula de descarga.

### Revisión de la válvula de descarga



Fije el selector en la posición de bombeo de “presión positiva”.

Opere la palanca del fuelle para presurizar el equipo de respiración hasta que la válvula de descarga funcione.

La aguja en la unidad de indicador deberá moverse en el sentido de las manecillas del reloj y fijarse entre los rangos de +4 a +7 mbar en la escala interna.

Revise y registre la lectura.

**Si la aguja no llega o no se fija entre +4 a +7 mbar, entonces se deberá revisar que la válvula de descarga no tenga daños. Si no se encuentra ninguna avería en la válvula de descarga, revise si hay daños en los demás componentes de PRESIÓN BAJA.**

Al momento de realizar esta prueba, el equipo de respiración se presurizará y la alarma de “advertencia de presión baja” de la unidad bodyguard se encenderá, es decir, emitirá pitos en intervalos de 1 segundo aproximadamente.

Ignore esta alarma ya que no es relevante para esta prueba.

### Prueba de filtración con presión alta

Antes de iniciar esta prueba, retire el acoplamiento insertable de su adaptador en la unidad de prueba, para despresurizar el equipo. Esta acción también reseteará la unidad bodyguard cancelando así la advertencia de presión baja.

Una vez la unidad bodyguard deje de sonar, usted podrá fijar de nuevo el acoplamiento insertable en su adaptador en la unidad de prueba.

(i)



Fije el selector en la posición “prueba de filtración”.

Abra la “válvula del cilindro de oxígeno” en el equipo de respiración, la alarma deberá sonar dos veces. Observe la unidad bodyguard y lea la presión del cilindro.

**La “prueba de filtración con presión alta” no podrá realizarse si la presión del cilindro está por debajo de 165 bar.**

(ii)



El ícono de batería (i) deberá aparecer en la parte inferior derecha de la pantalla.

Después de unos segundos este deberá ser reemplazado por el ícono de válvula del cilindro cerrada (ii) y la alarma deberá sonar una vez.

Cierre la válvula del cilindro.

El equipo de respiración estará pasando por la prueba de filtración con presión alta y emitirá un pito para confirmar que la prueba ha iniciado.

Durante la prueba, el ícono del cronómetro (iii) aparecerá fijo en la parte inferior derecha de la pantalla y el gráfico de barras hará el conteo regresivo de izquierda a derecha.

(iii)



(iv)



Después de 15 segundos aproximadamente, el ícono de válvula del cilindro abierta **(iv)** aparecerá en la parte inferior derecha de la pantalla y la unidad bodyguard emitirá un pito para confirmar que la prueba ha concluido.

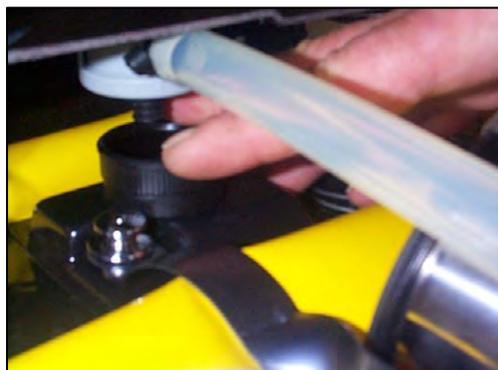
Abra la válvula del cilindro. La unidad bodyguard pitará rápidamente cuatro veces.

Revise y registre la presión del cilindro.

Si el “ícono X” aparece en la parte inferior derecha de la pantalla en cualquier momento durante la prueba de filtración con presión alta y la alarma pita rápidamente cuatro veces, entonces el equipo habrá reprobado la prueba de filtración con presión alta.

El equipo de respiración deberá entonces ser revisado buscando fallas potenciales y deberá someterse a prueba nuevamente. Si el equipo no supera la prueba en una segunda ocasión, esto podrá indicar que el componente defectuoso deberá ser regresado al fabricante para su reparación.

**Revisión de la válvula de medición de flujo constante**



Manteniendo la válvula del cilindro abierta desde la prueba anterior, fije el acoplamiento insertable en el adaptador de la unidad de prueba.

Asegúrese que el selector en la posición de bombeo de “presión positiva” y opere la palanca del fuelle para inflar la bolsa de respiración mientras inserta al mismo tiempo el tapón de sellado (con el extremo hacia arriba) de la bolsa de respiración de manera que cubra la caja de la válvula de descargue a medida que se infla la bolsa de respiración (evitando así la operación de la válvula de descargue).

Una vez la tapa de sellado esté asegurada entre la caja de la válvula de descargue y la bolsa de respiración, gire el “selector” **en el sentido de las manecillas del reloj** hasta la dosis de 0,5 a 2 litros/min

N.B. hay un punto rojo en el disco que indica esta posición.

La aguja del indicador deberá fijarse en la medición entre 1,5 a 1,9 litros/min en la escala externa, **de color rojo**.

Revise y registre la lectura.

**Si la aguja no se fija en el rango entre 1,5 a 1,9 litros/min, el regulador deberá ser regresado al fabricante para su ajuste.**

**Operación de la válvula de nivel mínimo**



Manteniendo la válvula del cilindro abierta, por la prueba anterior, el acoplamiento insertable deberá seguir fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Reubique el selector la posición de bombeo de “presión negativa”.

La bolsa de respiración se empezará a desinflar y la aguja del indicador se moverá en dirección contraria a las manecillas del reloj. Observe la aguja y escuche si la válvula de nivel mínimo está funcionando.

La válvula de nivel mínimo deberá operar entre 0,1 y 2.5 mbar en la medición off de la escala interna (presión positiva).

Revise y registre la lectura.

**Si la lectura no está dentro del rango de 0,1 a 2,5 mbar, revise la válvula de nivel mínimo. Si no se puede reparar, reemplácela o devuélvasela al fabricante.**

**Prueba de válvula by pass**



Manteniendo la válvula del cilindro abierta, por la prueba anterior, el acoplamiento insertable deberá seguir fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Reubique el selector en la posición "Prueba de Filtración".

Opere la válvula by pass presionando el botón rojo que se indica enfrente.

Se deberá escuchar que fluye una ráfaga de oxígeno hacia el equipo de respiración, haciendo que la bolsa de respiración se infle.

Revise y registre el resultado.

**Si el by pass no funciona, el regulador deberá ser regresado al fabricante.**

**Revisión de la advertencia de presión residual**



Manteniendo la válvula del cilindro abierta, por la prueba anterior, el acoplamiento insertable deberá seguir fijado al adaptador de la unidad de prueba.

Revise que el cilindro tenga una presión mínima de 180 bar. Cierre la válvula del cilindro y observe la pantalla de la unidad bodyguard, prestando especial atención a la presión decreciente del cilindro.

Cuando la presión en la pantalla esté por debajo de 55 bar, la alarma de advertencia de presión baja se activará, y la última advertencia de presión baja se activa cuando la presión baja a 10 bar o menos.

Dos **LED rojos** deberán comenzar a parpadear y una alarma aguda deberá sonar en la unidad bodyguard.

Retire el acoplamiento insertable en el equipo de respiración del adaptador de la unidad de prueba para liberar la presión residual.

La unidad bodyguard ahora puede apagarse oprimiendo los botones de la derecha y la izquierda simultáneamente. La unidad bodyguard emitirá un pito para indicar que se está apagando, solo en ese momento libere los dos botones.

Revise y registre el resultado.

La prueba del equipo ha sido completada

- Acomode de nuevo la tapa de sellado al acoplamiento insertable del equipo de respiración.
- El equipo de respiración y las máscaras pueden ubicarse en la bolsa protectora y ser almacenados en un ambiente fresco, seco, libre de impurezas.
- En caso de dejarlo en una posición vertical, asegúrese que el equipo se encuentre posicionado de manera que no se caiga.

Revisión de la capacidad de batería:

(a)



Cuando la unidad bodyguard sea activada y desactivada, la unidad revisará y mostrará automáticamente la capacidad de la batería. Hay tres condiciones de batería posibles:

- a) Un ícono de batería negro, indica la carga completa y la batería no requiere ser reemplazada.

(b)



- b) Un pito prolongado sonará y la pantalla mostrará el ícono de advertencia de la batería "1".

Cuando este ícono aparezca por primera vez, la batería tendrá carga suficiente para permitir que la unidad bodyguard opere en condiciones normales hasta por 4 horas.

Si el nivel de batería sigue bajando, el ícono de la batería brevemente indicará "2". En este caso, los dos **LED rojos** en la unidad bodyguard parpadearán continuamente.

La unidad bodyguard pitará 5 veces y se apagará automáticamente.

**Cambio de la batería:**



Asegúrese que la unidad bodyguard está apagada.

Utilizando una llave hexagonal de 2mm, retire los tres tornillos de la tapa de la batería ubicada en el respaldo de la unidad bodyguard.

Retire la tapa con cuidado.

La batería usada podrá ser retirada y desechada de una manera aprobada.



Inserte la batería nueva en la cavidad de la tapa con la terminal (+) ubicada como se indica en la fotografía contigua.

Verifique que el empaque de cierre está ubicada de manera correcta y no se encuentra dañado.



Levante la unidad bodyguard hasta que esté en posición vertical.

Alinee la batería y la tapa y luego al presionar esto se insertará la batería en el compartimiento para la batería.

Mientras mantiene esta tapa en su lugar, reemplace los tres tornillos utilizando una llave hexagonal de 2mm.

Tenga cuidado de no apretar demasiado, utilizando un destornillador TORQ, configurado entre 0,4N/M y 0,5N/M.

**Al fijar la batería, la unidad bodyguard se encenderá e iniciará la secuencia de auto verificación.**

**Una vez haya fijado la batería apague la unidad bodyguard presionando los dos botones laterales de la unidad bodyguard.**

**Tipos de Batería de Fabricantes Aprobados:**

- Rayovac AL/9V
- Duracell MN 1604
- Rayovac MN 1604

**Mantenimiento cada 30 días - (Incluir)**

- Mantenimiento cada 30 días (Si el equipo de respiración no se ha utilizado)

**Mantenimiento cada 30 días (Si el equipo de respiración no se ha utilizado):**

1. Retire el equipo de respiración (incluyendo la máscara) de la mochila.
2. Revise todos los componentes externos, (tapa frontal y protectora, arnés, sondas de respiración, unidad bodyguard y máscara) para comprobar que no estén dañados.
3. Realice una “Prueba de Filtración con Presión Alta”. Durante esta prueba, revise la presión del cilindro para asegurarse que no está por debajo de 180 bar y que el ícono de la batería indica “carga completa”.
4. Registre los resultados de la “Prueba de Filtración con Presión Alta” y la presión del cilindro en la hoja de registro indicada.
5. Reubique el equipo de respiración y la máscara en la mochila de transporte y ubique en la zona de almacenamiento.

En caso de dejarlo en posición vertical, asegúrese que el equipo se encuentre posicionado de manera que no se caiga.

**Mantenimiento semestral - (Incluir)**

Mantenimiento cada 30 días - y además

- Si el equipo **no** ha sido utilizado en los últimos 6 meses:

- 1 Cambiar la carga absorbente (consultar el procedimiento de desmantelamiento) – P25
- 2 Cambiar la batería en la unidad Bodyguard (consultar el procedimiento de cambio de batería) – P56

**Mantenimiento anual - (Incluir)**

Si el equipo **no** ha sido utilizado en los últimos 12 meses, realizar una “**revisión de equipos después de su uso**”:

- 30 días/después del uso
- Mantenimiento semestral planeado – y además

- 1 Cambie el empaque de Presión Alta
- 2 Cambie el anillo circular en el conector del acoplamiento insertable
- 3 Realice la prueba de comparación de la unidad Bodyguard con el manómetro de prueba R34032 y el conector R32271 según las recomendaciones del fabricante – Apéndice 2 – registre los resultados en el formato indicado.

**Mantenimiento cada 3 años - (Incluir)**

- Mantenimiento cada 30 días, y además
- Mantenimiento semestral, y además
- Mantenimiento anual, y además
- Mantenimiento cada tres años.

**Mantenimiento cada tres años:**

1. Cambie los discos de la válvula de inhalación y exhalación.

**Mantenimiento cada cinco años – (Incluir)**

- Mantenimiento cada 30 días, y además
- Mantenimiento semestral, y además
- Mantenimiento anual programado, y además

**Mantenimiento cada cinco años:**

1. Envíe el cilindro a una prueba hidrostática.

**Mantenimiento cada seis años – (Incluir)**

- Mantenimiento cada 30 días, y además
- Mantenimiento semestral, y además
- Mantenimiento anual, y además
- Mantenimiento cada tres años, y además,
- Mantenimiento cada seis años.



**Mantenimiento cada seis años:**

1. Enviar el reductor de presión al fabricante para mantenimiento.

**Solución de problemas (diagnósticos)**

## CURSO SOCORREROS - ANM

<b><u>Falla</u></b>	<b><u>Causa</u></b>	<b><u>Solución</u></b>
Pérdida de presión en las líneas de presión alta o media	Filtración en la conexión de la línea. Filtración en el reductor de presión o la válvula del cilindro.	Selle la conexión de la línea Reemplace el reductor de presión Repare la válvula del cilindro
Pérdida en la válvula de exhalación.	Asiento o disco de la válvula defectuoso.	Reemplace las partes defectuosas.
Pérdida en la válvula de inhalación	Asiento o disco de la válvula defectuoso.	Reemplace las partes defectuosas.
Filtración superior a (>) 1.0 mbar/min en prueba de filtración con presión positiva	Válvula de descarga que no haya sido bloqueada con tapón de prueba R22086	Retire el conector de la manguera a la válvula de descarga, selle el conector con el tapón de prueba R22086
La válvula de drenaje no se abre o se abre muy pronto o muy tarde	Los bloques de la válvula o el disco de la válvula se pegan o la presión de muelle es incorrecta.	Desarme la válvula de drenaje de la bolsa de respiración, retire la tapa de la cubierta. Revise el disco y la presión de la válvula.
Presión de apertura de la válvula de descarga incorrecta	El tapón R22086 no fue retirado después de la prueba de filtración con presión positiva. El pin removible del disco de la válvula la bloquea. La presión del muelle no está bien.	Retire el tapón de prueba y monte el conector de la manguera para la válvula de descarga. Revise el pin removible o agujero. Reemplace el muelle.
Valor de la prueba de válvula mínima incorrecto	La válvula del cilindro no abrió La presión del resorte (2 piezas) en la bolsa de respiración es incorrecta Cabeceo de la válvula	Abrir la válvula del cilindro. Reemplazar los resortes Reparar cabeceo de la válvula
La válvula de by pass no funciona	Reductor de presión defectuoso	Reparar el reductor de presión por medio del servicio de Dräger
Dosis incorrecta	Presión del cilindro incorrecta Reductor de presión defectuoso	Cargar cilindro de oxígeno Reparar el reductor de presión por medio del servicio Dräger
Aviso de presión residual 1	Indicador de presión defectuoso (pantalla)	Reprogramar el valor de alarma
Primera alarma de valor incorrecto	Sonido de aviso defectuoso (batería de almacenamiento descargada)	Reprogramar el valor de alarma. Cargar o reemplazar la batería de almacenamiento.
Aviso de presión residual 2	Indicador de presión defectuoso	Reprogramar el valor de alarma
Segundo valor de aviso incorrecto	Sonido de aviso defectuoso (batería de almacenamiento descargada)	Reprogramar el valor de alarma o cargar la batería de almacenamiento
Indicación de presión fuera de la tolerancia de indicación	Indicación de presión defectuosa (pantalla)	Reemplazar el indicador
Falla de la prueba de fuga	Anillo "O" dañado El filtro puede que no esté ajustado de forma apropiada en la parte superior de la cal sodada empacada. Cartucho agrietado o dañado	Reemplazar el anillo "O" Reajustar el filtro  Reemplazar el cartucho
La tapa no se puede ensamblar	Mucha cal sodada en el cartucho	Retirar una parte de la cal sodada
Cruje al agitar	No hay suficiente cal sodada	Agregar cal sodada
Daño a los visores	Deje el área, si está en uso	Reemplazar el visor



## DÍA 2

### PRÁCTICA

Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	1. Demostración del examen del usuario, el procedimiento de prueba y las inspecciones del cuadrillero. 2. Uso del BG4 durante 45 minutos mientras que recorre las vías de la torre de entrenamiento 3. Observe y ayude a darle mantenimiento nuevamente al BG4.			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Principios del uso del Equipo de Protección Respiratorio de forma segura. Utilizar equipos de salvamento básico (sesión práctica utilizando RPE y equipos de salvamento básico – Inspección en la camilla de salvamento y reanimador de oxígeno; Inspección y uso del monitor de gas, el higrómetro giratorio con el gráfico y las comunicaciones			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	100			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b>	<b>Mecanico</b>	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
	<b>SI</b>	<b>Opcional</b>		
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que viaja por una ruta minera utilizando equipos básicos y operando como una cuadrilla. El objetivo es asegurarse que el candidato este acostumbrado a usar el aparato de respiración.			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número suficiente de Equipos de Respiración por alumno en el curso</li> <li>• Sistema anti-empañante para visores de las máscaras</li> <li>• Número suficiente de compresas de hielo para el "refrigerador"</li> <li>• Cuaderno de cuadrilleros</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Kit de primeros auxilios</li> <li>• Sistema de comunicación portátil</li> <li>• Tarjeta indicadora del cuadrillero</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Monitor de gases que probablemente será utilizado por los socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	<b>SI</b>			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	<b>SI</b>			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento          Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo          Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.          Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.          Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura          Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.          Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			

**DÍA TRES**

DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar Auto-Evaluación de Candidatos)

**Teoría**

- Condiciones ambientales seguras
- La atmósfera
- Fisiología de la respiración
- Tipos de gases
- Ocurrencia, propiedades, características, efectos y medios de detección
- Gases de minas y vigilancia del ambiente de la mina
- Monitorear el ambiente de la mina, interpretar los resultados y tomar las medidas adecuadas

**SESIÓN PRÁCTICA:**

BG4 – Monitoreo ambiental (manejo de gases)  
Exámenes del usuario y procedimiento de prueba  
Inspecciones del Cuadrillero  
Uso del BG4 durante 60 minutos mientras recorre galerías

Camilla y accesorios  
Resucitador de oxígeno  
Higrómetro giratorio  
Botiquín de primeros auxilios  
Comunicaciones

El equipo debe viajar en un ambiente con humo ligero.

**PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE:** Al final de esta sesión, los candidatos deberán:

1. Comprender la importancia de la fluctuación en la presión y el uso de un barómetro
2. Conocer la composición y las propiedades del oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono
3. Comprender la fisiología de la respiración
4. Conocer los efectos de la deficiencia de oxígeno



1. Introducción
2. Constituyentes principales de la atmósfera
3. Fisiología de la respiración
4. Deficiencia de oxígeno
5. Presión atmosférica y ventilación de la mina

## LA ATMÓSFERA Y LA FISIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN

### CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE LA ATMÓSFERA

Con el fin de comprender plenamente los principios que rigen el funcionamiento de un equipo de respiración, es necesario conocer algo acerca de la composición de la atmósfera y del proceso de la respiración.

La atmósfera puede definirse como 'la capa de gases que rodea la Tierra, cualquier otro planeta, o cualquier sustancia'. Esta capa de gases se conoce más comúnmente como 'aire'.

El aire consiste en una mezcla compleja de gases, siendo los tres principales el oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono. Generalmente se ha aceptado que su composición es la siguiente (en volumen):

Oxígeno	20,93%
Nitrógeno	79,04%
Dióxido de carbono	0,03%

El aire es incoloro, inodoro e insípido, favorece la combustión y es necesario para la respiración. Dado que el aire es una combinación de gases, es posible aislar gases individuales a través de procesos especiales. Esto permite entonces que el fabricante cargue

cilindros separados con oxígeno, nitrógeno y otros gases, que luego tienen aplicaciones más amplias en una serie de industrias.

Las propiedades de los principales gases que componen el 'aire' están documentadas de la siguiente manera:

- **Oxígeno**

El oxígeno es incoloro, inodoro e insípido y, en su estado puro, es un poco más pesado que el aire (esto es importante cuando lleguemos a la sección de gases de minas.) El cuerpo humano requiere de un suministro constante de oxígeno para sobrevivir y este se obtiene normalmente de la atmósfera que nos rodea. Hay ocasiones en que el aire no es adecuado para su uso por parte de las personas y estas ocasiones son las siguientes:-

1. Cuando hay un menor contenido de oxígeno en el aire, lo que conlleva a la deficiencia de oxígeno, y
2. Si se introducen gases irritantes o tóxicos en el aire (por ejemplo, después de un incendio o una explosión).

En estas circunstancias, se requiere de equipos de protección respiratoria, como por ejemplo: equipos de respiración, auto-rescatadores, equipos de escape u otros equipos de protección.

Se debe observar que por decreto 1886 de 2015, la cantidad de oxígeno presente en el cuerpo general de aire de la mina no debe ser inferior al 19,5%.

- **Nitrógeno**

Es igualmente un gas incoloro, inodoro e insípido. No es compatible con la vida ni facilita la combustión y es un poco más ligero que el aire (esto es importante cuando lleguemos a la sección de gases de minas). El nitrógeno es el principal constituyente del aire y actúa como diluyente del oxígeno.

- **Dióxido de Carbono**



Es también un gas incoloro; sin embargo, tiene un olor ligeramente penetrante o acre y un sabor a 'agua con gas'. Es más pesado que el aire.

El dióxido de carbono desempeña un papel importante en la respiración y en la circulación cerebral. En altas concentraciones, actúa como un estimulante del sistema respiratorio y nervioso central (lo que provoca que su cuerpo respire cuando Ud. retiene la respiración). En concentraciones excesivas, deprime el sistema nervioso central y produce pérdida del conocimiento, narcosis, paro respiratorio y la muerte.

## **FISIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN**

- **El Sistema Respiratorio Humano**

El sistema respiratorio comprende la boca, la nariz, la tráquea, los pulmones y los vasos sanguíneos pulmonares. La respiración implica el proceso de respirar y el intercambio de gases (oxígeno y dióxido de carbono) en los pulmones y en las células de todo el cuerpo. Respiramos aire para llevar el oxígeno a los pulmones, y exhalamos para expulsar el dióxido de carbono gaseoso residual, el cual es un subproducto de la respiración. Cuando respiramos, el aire es aspirado por la nariz y la boca hasta las vías respiratorias y los pulmones. En los pulmones, el oxígeno es llevado de los sacos de aire (alvéolos) a los pequeños vasos sanguíneos (capilares pulmonares). Al mismo tiempo, se libera dióxido de carbono de los capilares en los alvéolos y este es expulsado a medida que exhalamos.

- **El Proceso de la Respiración**

La respiración es controlada por el cerebro, a través del sistema nervioso autónomo, un sistema que también ayuda a controlar los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre. Un adulto promedio respira normalmente alrededor de 16 veces por minuto. Esta tasa puede ser alterada de forma voluntaria (por lo general para aumentarla) o involuntariamente por el centro respiratorio en el cerebro como una respuesta a niveles especialmente anormales de dióxido de carbono y también bajos niveles de oxígeno, estrés, ejercicio físico, lesiones o enfermedades.

El proceso de respiración consiste de inhalar (inspiración), exhalar (expiración) y una pausa. Siempre queda algo de aire en los pulmones de forma que hay oxígeno constantemente disponible para la sangre (el cuerpo absorbe oxígeno y libera dióxido de carbono).

**CAUSAS Y EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DE OXÍGENO**

• **Trastornos Respiratorios**

Cualquier perturbación del proceso respiratorio es potencialmente mortal, ya que puede generar asfixia, la cual es una condición causada no sólo por asfixia simple sino también por cualquier condición que evite que el oxígeno sea capturado en los pulmones por la sangre. El agotamiento de oxígeno en el cuerpo se conoce como Hipoxia. En este estado los tejidos comienzan a deteriorarse rápidamente, las células cerebrales empiezan a morir si su suministro de oxígeno es interrumpido durante tan solo tres minutos aproximadamente.

**Síntomas de un bajo nivel de oxígeno en la sangre**

- Respiración rápida y con dificultad y jadeo para respirar
- Confusión y agresión, llevándolo a la inconsciencia
- Normalmente piel azul-grisácea (cianosis)
- La respiración o el corazón puede detenerse si la hipoxia no se revierte rápidamente

<b>CONDICIÓN</b>	<b>CAUSAS</b>
<b>Oxígeno insuficiente en el aire inhalado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfixia por gas o humo</li> <li>• Cambios en la presión atmosférica, por ejemplo a gran altura o en un avión despresurizado</li> </ul>
<b>Obstrucción de vías respiratorias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfixia por obstrucción externa, como una almohada o agua (ahogamiento)</li> <li>• Obstrucción o inflamación de las vías respiratorias</li> <li>• Compresión de la tráquea, por ejemplo, causada por ahorcamiento o estrangulamiento</li> </ul>
<b>Condiciones que afectan la pared torácica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplastamiento, por ejemplo, por una caída de tierra o arena o presión de una multitud</li> <li>• Lesión de la pared torácica con múltiples fracturas de costillas o quemaduras de constricción</li> </ul>
<b>Deterioro de la función pulmonar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesiones pulmonares</li> <li>• Pulmón colapsado</li> <li>• Infecciones pulmonares, como por ejemplo neumonía</li> </ul>
<b>Daño al cerebro o nervios que controlan la respiración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesión en la cabeza o un derrame cerebral que daña el centro de la respiración en el cerebro</li> <li>• Algunas formas de intoxicación</li> <li>• Parálisis de los nervios que controlan los músculos de la respiración como en una la lesión de la columna vertebral.</li> </ul>
<b>Deterioro de la absorción de oxígeno por tejidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asfixia por monóxido de carbono o envenenamiento por cianuro</li> </ul>



**Tabla 2.1 CONDICIONES QUE CAUSAN UN BAJO CONTENIDO DE OXÍGENO EN LA SANGRE (Hipoxia)**  
(Propiedad de Mine Rescue Services Ltd)

## **PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y SU EFECTO SOBRE LA VENTILACIÓN DE LA MINA**

La tierra se encuentra rodeada por una capa de gases, conocida como la atmósfera, o aire. Como todos los materiales tienen un peso debido a la atracción gravitatoria de la tierra, entonces es razonable suponer que los gases en la atmósfera tienen un peso también. Se ha estimado que un metro cúbico de aire pesa 1,3 kg a nivel del mar.

Este peso se ejerce en todos los puntos a lo largo del planeta y puede fluctuar debido a puntos altos como el Monte Everest (donde el peso será menor) y puntos bajos como el fondo del pozo de una mina (donde el peso aumentará). El clima caliente y frío también puede afectar este peso de la misma forma que la humedad. El aire está empujando constantemente contra nuestros cuerpos, pero dado que es invisible, a menudo no nos damos cuenta de que está presente. Esta fuerza se conoce como 'presión atmosférica'.

- **Definición**

*Presión: ejercer fuerza continua sobre o contra un cuerpo por parte de otro cuerpo en contacto con él.*

La 'presión atmosférica' puede ser medida usando un instrumento llamado barómetro o altímetro. Se deben proporcionar barómetros en la superficie de cada mina ya que los cambios en la presión atmosférica pueden influir sobre las condiciones subterráneas en las explotaciones mineras. Este es el caso especialmente cuando hay grandes áreas de estériles o explotaciones abandonadas sin ventilación, ya que estas zonas tienden a estar llenas de gases nocivos y asfixiantes que pueden moverse de acuerdo con cambios en la presión atmosférica.

En una mina bien ventilada, estos gases representan un peligro bajo cuando la medición del barómetro es constante o creciente. Una condición de equilibrio se establece cuando los gases en el área de estériles y explotaciones anteriores se mantienen bajo control, y el sistema de ventilación de la mina solo tiene que encargarse del gas que se desprende del carbón y de los estratos.

Como todos los gases se expanden cuando la presión se reduce, de manera opuesta se contraerán cuando se aumenta la presión. Así, en un barómetro que muestra lecturas que

disminuyen rápidamente, estos gases se expandirán y migrarán de la zona de estériles y explotaciones anteriores hacia el área de trabajo de la mina.

### **Una situación muy peligrosa**

Si la caída en la lectura del barómetro es lenta, los gases pueden desprenderse de manera tan gradual que son diluidos por la ventilación normal de la mina. Si la caída es rápida, entonces el volumen de gas que se desprende en un corto período de tiempo puede ser peligrosamente grande. En otras palabras, no es la magnitud de la disminución de la lectura del barómetro lo que puede plantear problemas con la ventilación de la mina sino la velocidad a la que disminuye.

Las presiones barométricas son de gran importancia para las operaciones de salvamento, en particular durante las operaciones de aislamiento y reapertura.

#### Definiciones y Abreviaturas:-

**Gases:** Término minero general para referirse a productos gaseosos que se forman en las minas de carbón que se distinguen del aire puro. (Grisú - principalmente metano; monóxido de carbono; mezcla de dióxido de carbono y nitrógeno en proporción mayor a la del aire normal; sulfuro de hidrógeno; Gases no inflamables producto de una explosión - mezcla de gases presentes después de una explosión).

**Gravedad Específica:** La gravedad específica de un gas corresponde al peso de ese gas en comparación con el peso del mismo volumen de aire a la misma temperatura y presión.

**Inflamable:** El gas inflamable es aquel que se quema y, cuando se mezcla con el aire dentro de ciertos límites, propaga su propio fuego alejándose de la fuente de ignición. Estos límites son a menudo conocidos como los límites de explosión debido a que la presión se asocia generalmente con la propagación de la llama.

**PPM:** Partes por millón; es utilizado en la medición de pequeñas cantidades de sustancias, particularmente aquellas que puedan ser perjudiciales para la salud en cantidades muy pequeñas.

**Límite Máximo de Exposición (MEL):** Corresponde a la concentración máxima de una sustancia en el aire tomada como promedio durante un período de referencia (por ejemplo, 8



horas) a la que los empleados pueden estar expuestos por inhalación bajo cualquier circunstancia. Estas sustancias dan lugar a efectos agudos y por lo tanto estos límites no deben ser excedidos.

**Estándar de Exposición Ocupacional (OES):** Actualmente es conocido como **Límites de Exposición Profesional (LEP)**. Es la concentración de un período de referencia en el que no hay evidencia actual de que una exposición por inhalación repetida (día a día) sea perjudicial para la salud de los empleados. El candidato debe conocer los límites permisibles definidos por el Decreto 1886 de 2015.

**Umbral de Valores Límite (TLV):** Es la concentración de una sustancia en el aire que representa condiciones a las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin efectos adversos para su salud (este es el predecesor del Estándar de Exposición Ocupacional - OES).

**Límite de Exposición a Largo Plazo - (Promedio ponderado del tiempo de 8 horas (TWA)):** Los límites para una exposición continua indefinida de 8 horas al día, ‘en 1 o más turnos de trabajo’.

**Límite de Exposición a Corto Plazo - (15 minutos):** Las concentraciones máximas de contaminantes en el aire a las cuales el trabajador no debe estar expuestos durante más de un período de tiempo de exposición continuo de 15 minutos.

### **Qué es un Límite de Exposición Ocupacional (OEL)?**

Hay dos tipos de límites de OEL a sustancias peligrosas: Límites Máximos de Exposición (MEL) y Estándares de Exposición Ocupacional (OES). Los MEL y OES han sido establecidos para ayudar a proteger la salud de los trabajadores. Ambos tipos de límites corresponden a concentraciones de sustancias peligrosas en el aire, como un promedio durante un período de tiempo determinado, que se conoce como un promedio ponderado de tiempo (TWA). Se utilizan dos períodos de tiempo: a largo plazo (período de 8 horas) y a corto plazo (15 minutos). Los límites de exposición a corto plazo (STEL) se establecen para ayudar a prevenir los efectos, como irritación de los ojos, que pueden ocurrir después de la exposición a una sustancia peligrosa durante unos minutos.

### **Qué es un MEL?**

Un **MEL** se establece para sustancias que pueden causar efectos más graves sobre la salud, como cáncer y asma ocupacional, y para los cuales no se pueden determinar niveles “seguros” de exposición. También se establece un MEL para sustancias donde, aunque

pueden existir en niveles seguros, no es razonable controlar estos niveles. La exposición a una sustancia que tenga asignado un MEL debe reducirse tan bajo como sea posible por debajo del MEL asignado como resulte razonablemente posible y no debe excederse el MEL cuando se promedia sobre el período de referencia especificado (8 horas). Para las sustancias con un MEL a corto plazo (período de referencia de 15 minutos) este nivel de exposición, como un promedio durante el período de referencia, **nunca** debe ser superado (afortunadamente se les asigna un MEL a muy pocas sustancias a las que las cuadrillas de salvamento puedan estar expuestas).

Se establece un **OES** a un nivel en el que (con base en el conocimiento científico actual) no hay ningún indicio de riesgo para la salud de los trabajadores expuestos por inhalación día tras día. Si la exposición a una sustancia que tiene un OES se reduce al menos a este nivel, entonces se ha logrado un control adecuado. Si se supera este nivel, la razón debe ser identificada y las medidas para reducir la exposición al OES deben ser implementadas tan pronto como sea razonablemente posible.

### **GASES DE MINAS**

#### Introducción

La actividad minera en carbón tiene los mayores peligros asociados y por ello se capacita con estos en mente. Otros minerales tienen diferentes peligros pero en términos generales sus riesgos son considerados inferiores a los de la minería de carbón. Cuando las operaciones de minería de carbón están en progreso, se producen polvo y gases naturalmente como parte del proceso. Los ingenieros de minas reconocieron rápidamente que estas sustancias son perjudiciales para la salud.

Las sustancias nativas (aquellas presentes de forma natural) son controladas generalmente a través de equipos de supresión de polvo, ventilación adecuada y, como último recurso, con equipos de protección personal. En la mayoría de los casos, estas precauciones combinadas aseguran que la calidad del aire de la mina se mantenga en niveles aceptables. Otras sustancias o gases pueden entrar en la mina y deben ser controladas para asegurar la salud y la seguridad durante el uso normal y durante emergencias.

En condiciones adversas (incendio, explosión, combustión espontánea, etc.), los gases y las sustancias producidas pueden encontrarse en cantidades superiores a las aceptables, y en estas ocasiones pueden representar un riesgo significativo para la salud de los trabajadores



mineros. Esta conferencia se centrará en algunos de los gases asociados con la extracción de carbón, junto con su importancia para las operaciones de salvamento.

### **METANO (CH<sub>4</sub>)**

Es el más común y el más peligroso de los gases inflamables que se encuentran en las minas de carbón. A lo largo de la historia de la minería, el metano ha sido la causa de numerosas explosiones en minas, junto con la pérdida de incontables vidas.

- **Características y Propiedades del Metano (Símbolo químico CH<sub>4</sub> - Grisú)**

El metano tiene un peso específico de 0,55 (es considerablemente más ligero que el aire) y normalmente se encuentra hacia el techo. El metano es incoloro e insípido y en su forma pura inodoro.

El metano no es tóxico pero tiene el mismo efecto en la respiración que una deficiencia de oxígeno que causa asfixia. Es muy explosivo cuando se mezcla con el aire en ciertas proporciones (entre 5%-15% en volumen).

- **Origen**

En las primeras etapas de la sedimentación, la materia vegetal fue colocada en zonas pantanosas, donde se descompuso. El metano producido durante este tiempo escapaba a menudo como 'gas de pantano'. En caso de que este material sea cubierto con una capa de arena, y que luego sea a su vez cubierta con lodo de baja permeabilidad, el gas podría quedar atrapado dentro de la arena porosa. De este modo el metano puede quedar atrapado en estratos distintos del carbón. En las etapas posteriores en que los sedimentos se profundizaron y descompusieron, la migración del gas a partir de la materia de origen vegetal a las rocas del yacimiento se vuelve menos probable.

A través de una combinación de tiempo y presión, la veta de carbón que se forma podría desarrollar una estructura de 'poros finos'. El metano producido durante este proceso acumulado bajo presión en los poros, se adhiere a las moléculas de carbón que ahora actúan como un depósito para el gas (particularmente si los estratos que rodean el carbón permanecen relativamente inalterados). Sin embargo, debido a la manera como se formó el carbón con su característica baja permeabilidad, el gas atrapado no escapará fácilmente (a menos de que hayan muchas fracturas o grietas presentes) incluso cuando hay una superficie

libre (presión reducida) hecha por la minería (únicamente el gas inmediatamente adyacente a la superficie libre puede escapar).

Hay tres formas principales para que el metano ingrese a explotaciones mineras a través de carbón y estratos adyacentes:

- Exudación o migración gradual
- Difusión a través de grandes fracturas
- Estallidos

### **Exudación Gradual**

En circunstancias normales, la porción más grande de Grisú en la atmósfera de una mina se produce como resultado de este modo de entrada. El gas emana de los poros abiertos de la superficie de carbón recién expuesta y de los estratos adyacentes en corrientes muy pequeñas. Esta formación de gas es por lo general bastante estable, pero el movimiento de los estratos, los cambios en la presión barométrica y la intensidad de las operaciones mineras pueden influir en la velocidad de escape del gas.

La cantidad de gas liberado varía considerablemente entre las minas, debido a la naturaleza de los mantos de carbón explotadas. La composición gaseosa también puede variar dentro de un manto individual. La cantidad de gas contenido en el carbón depende de la profundidad a que se encuentre y de la naturaleza de los estratos inmediatamente superiores e inferiores; estratos relativamente impermeables retendrán más gas que los estratos abiertos o porosos.

### **Difusión a través de grandes fracturas**

En algunos mantos se han presentado emisiones repentinas de metano. Esto ocurre cuando el gas a presión ha sido liberado de depósitos en rocas porosas permeables o cuando el gas está atrapado en la veta por “venas de arcilla” (intrusiones verticales de arcilla impermeable que bloquea el flujo de gas perpendicular al plano de estratificación del manto). Si la roca superior no se rompe regularmente durante las operaciones mineras, entonces los estratos adyacentes o el carbón pueden convertirse en un depósito de gas a presión. Cuando se produce una fractura, se liberan cantidades adicionales de metano bajo presión en la explotación. En algunos casos extremos, la ventilación puede no ser suficiente para manejar el gas, lo que conlleva a la presencia de una atmósfera explosiva o asfixiante.



Esta forma de difusión suele estar acompañada de un ‘silbido’ que indica una presión alta. La tasa de emisión de metano en general alcanza un máximo en unos pocos minutos, liberando grandes cantidades de gas.

El riesgo de una difusión de esta naturaleza puede ser mayor bien poco después del inicio de un frente de producción, después de un período de receso o cuando la velocidad de avance ha cambiado. Pueden ocurrir con poca o ninguna advertencia y pueden continuar durante largos períodos de tiempo, en algunos casos varios años o incluso detenerse tan abruptamente como comenzó. La minería puede intersectar venas de arcilla y liberar metano durante el avance normal de la minería.

### **Explosiones de Metano (Estallidos)**

El término ‘estallido’, en relación con la minería, indica la liberación de un volumen anormalmente grande de grisú en una parte de la mina que puede estar acompañado de un movimiento explosivo de polvo de carbón. En general, el gas emana de roturas en el suelo o en la pared cerca del frente de carbón, causado por una liberación repentina de la presión en los estratos que produce un movimiento.

El volumen de grisú liberado puede variar de unos pocos a varios millones de metros cúbicos, con tasas de flujo que varían de 100 a varios miles de metros cúbicos por segundo. El período de emisión puede variar desde unas pocas horas hasta varios meses, (este fenómeno se encuentra acompañado normalmente de grandes volúmenes de carbón pulverizado que son liberados simultáneamente).

### **Efectos fisiológicos de la respiración de metano**

La relación de desplazamiento del oxígeno no es directamente proporcional al aumento de metano, pero como regla general un aumento del 5% en el metano reduce el contenido de oxígeno en un 1%.

### **Medios de detección**

Detector automático de gases inflamables

Metanómetro

Lámpara de seguridad de llama

## **MONÓXIDO DE CARBONO**

Este es el más peligroso de todos los gases tóxicos que se encuentran comúnmente en la atmósfera de una mina. Es de particular relevancia para todas las cuadrillas de Salvamento Minero, ya que casi siempre se encuentra cuando se utiliza un aparato de respiración durante una situación de emergencia causada por combustión espontánea, incendios o explosiones.

- **Características y propiedades del Monóxido de Carbono**  
(Símbolo químico CO)

El monóxido de carbono tiene un peso específico de 0,967 y tiende a ser encontrado en el cuerpo general del aire de la mina. El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es altamente venenoso.

Cuando se mezcla con el aire en ciertas proporciones es muy explosivo (entre 12,5% - 74% en volumen).

- **Origen**

El monóxido de carbono es el efecto de la combustión incompleta y por lo tanto se encuentra en las minas debido a la oxidación del carbón u otro material carbonoso, combustión espontánea, emisiones por voladuras o después de un incendio o una explosión. Dado que el gas se produce de manera natural a través de la oxidación, pueden encontrarse pequeñas cantidades en el cuerpo general del aire (típicamente entre 5 y 10 ppm). Esto se conoce como la "norma de CO" para el sector o de hecho para la mina. En circunstancias normales este nivel se mantendrá constante. Sin embargo, en caso de que esta 'norma' empiece a aumentar, entonces puede indicar el inicio de una combustión espontánea o un incendio potencial y debe iniciarse una investigación para determinar la causa de este aumento (incluso un pequeño aumento de 3 ppm es suficiente para realizar una investigación).

El monóxido de carbono se produce en cantidades considerables a partir de incendios y explosiones subterráneas de metano y polvo de carbón. En el caso de los incendios, la producción de CO inicialmente será relativamente pequeña, pero puede alcanzar proporciones letales si el fuego se afianza. Por el contrario, una explosión de metano y/o polvo de carbón puede producir instantáneamente niveles de monóxido de carbono de entre 6% y 7% (6.000 a 7.000 ppm).



El monóxido de carbono es extremadamente tóxico y al ser inhalado resulta fatal, incluso en pequeñas cantidades durante un período de tiempo suficiente. La naturaleza tóxica de monóxido de carbono se debe a su facilidad para combinarse con la materia roja de la sangre (llamada hemoglobina) con la que entra en contacto cuando se inhala: La hemoglobina de la sangre tiene una mayor afinidad por el monóxido de carbono que por el oxígeno (250 veces mayor). En la respiración normal, el oxígeno se combina con la hemoglobina formando un compuesto inestable (oxi-hemoglobina), y esta sustancia se descompone a medida que la sangre circula alrededor del cuerpo, dándole a los tejidos el oxígeno que necesitan, con el resultado de que las impurezas de la sangre se oxidan como dióxido de carbono y humedad. El efecto de respirar monóxido de carbono es convertir la hemoglobina de la sangre en carboxi-hemoglobina (compuesto de color rosa brillante), que es incapaz de proporcionarle oxígeno a los tejidos del cuerpo, un efecto que produce discapacidad física o incluso la muerte, de acuerdo con la grado de saturación de este gas en la sangre. Los experimentos muestran que la intensidad de la intoxicación por monóxido de carbono depende de la cantidad de gas presente, el tiempo durante el cual la persona ha estado expuesta al gas, y la condición física de la persona (ver la Tabla 5.1 Efectos Fisiológicos del Monóxido de Carbono).

Concentración		Efectos
%	ppm	
0,003	30	OES (exposición a largo plazo)
0,02	200	Dolor de cabeza después de siete horas de descanso, o de dos horas de trabajo
0,02	200	OES (exposición a corto plazo)
0,04	400	Dolor de cabeza y malestar con posibilidad de colapso después de dos horas de descanso o 45 minutos de trabajo
0,12	1200	Palpitaciones después de 30 minutos de descanso o 10 minutos de trabajo
0,2	2000	Inconsciencia después de 30 minutos de descanso o 10 minutos de trabajo

Tabla 5.1 Efectos Fisiológicos del Monóxido de Carbono (Propiedad de Mine Rescue Services Ltd)

- **Tratamiento de la intoxicación por Dióxido de Carbono**

El monóxido de carbono afecta la capacidad de absorción de oxígeno de la hemoglobina, lo cual es muy importante para administrar oxígeno inmediatamente si está disponible. La disociación de la carboxi-hemoglobina es un proceso largo y la hipoxia resultante es tratada más fácilmente con oxígeno. Si la respiración normal cesa, entonces debe utilizarse inmediatamente un aparato de resucitación capaz de generar ventilación mecánica. Las personas que han sufrido de intoxicación por CO deben considerarse como casos que deben

1074 ser transportados en camilla hasta que haya ayuda médica disponible.



Las cuadrillas de salvamento pueden estar expuestas a CO durante las respuestas de emergencia a incendios o explosiones. Sus niveles de saturación sanguínea pueden ser controlados mediante un oxímetro de CO de pulso. Los oxímetros de CO de Pulse permiten estimar la carboxi-hemoglobina (figura 1) con tecnología no invasiva similar a un oxímetro de pulso. Sin embargo, el uso de un oxímetro de pulso no resulta efectivo en el diagnóstico de la intoxicación por CO ya que los pacientes que sufren de la intoxicación por monóxido de carbono pueden tener una lectura normal de saturación de oxígeno en un oxímetro de pulso.

- **Medios de Detección**

Tubo y bomba de detección.

Sensor electromecánico en un instrumento de detección de múltiples gases.

### **SULFURO DE HIDRÓGENO**

El Sulfuro de Hidrógeno es altamente tóxico y altamente inflamable; por lo tanto, dentro de ciertos parámetros, explotará.

- **Características y propiedades de Sulfuro de Hidrógeno**

El sulfuro de hidrógeno tiene una gravedad específica de 1,17 y tiende a ser encontrado más cerca del suelo (es un poco más pesado que el aire).

El sulfuro de hidrógeno es incoloro y tiene un sabor dulzón y un olor similar a huevos podridos.

Símbolo Químico     H<sub>2</sub>S

Es altamente tóxico y es altamente explosivo cuando se mezcla con el aire en ciertas proporciones (entre 4,3% y 43% en volumen).



Figura 1. Monitor de saturación de carboxi-hemoglobina para dedo.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Co\\_monitor.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Co_monitor.JPG)

Puede ser producido en una mina por la acción de las aguas ácidas de la mina en ciertos sulfuros. En algunas ocasiones se produce cuando el carbón (que contiene azufre) se calienta en contacto con el aire - como una combustión espontánea o incendios en desechos. También se puede producir cuando se utilizan ciertos explosivos durante detonaciones. En algunas minas (Mina San Juan, Nuevo México, EE.UU.) el H<sub>2</sub>S es producido como resultado de la acción bacteriana en las piritas.

- **Efectos fisiológicos del Sulfuro de Hidrógeno**

En bajas concentraciones produce dolor de cabeza, atontamiento, mareo e irritación de los ojos y la garganta; sin embargo, es altamente tóxico y un volumen tan pequeño como 500 ppm puede resultar fatal (ver Tabla 5.2 Efectos Fisiológicos del Sulfuro de Hidrógeno).

En cantidades diminutas, el gas puede ser detectado por su olor (huevos podridos); sin embargo, en cantidades grandes atrofia el sentido del olfato y no es detectado por la nariz. Por lo tanto, es un gas traicionero.

Cuando la atmósfera contiene más de 1000 ppm, una víctima se verá afectada rápidamente, puede perder el conocimiento e incluso fallecer si no es llevada inmediatamente al aire fresco.

CONCENTRACIÓN PPM	EFEECTO
0,003	Olor a huevos podridos
0,3	Olor distintivo
10	Límite de exposición de largo plazo (8 horas TWA)
15	Límite de exposición de corto plazo (15 minutos TWA)
20	Irritación de los ojos
150	Pérdida del sentido del olfato
500	Efecto en el sistema nervioso central, si la exposición continúa por una hora la muerte será inminente

**Tabla 5.2 Efectos fisiológicos del Sulfuro de Hidrógeno** (Propiedad de Mine Rescue Services Ltd)

## DIÓXIDO DE AZUFRE

Es un gas extremadamente tóxico que se puede encontrar en determinadas situaciones de emergencia subterránea.

- **Características y propiedades del Dióxido de Azufre**

El dióxido de azufre tiene una gravedad específica de 2,26 y por lo tanto se encuentra en el suelo (es más pesado que el aire).

El dióxido de azufre es incoloro, pero tiene un olor acre, asfixiante y sulfuroso y un sabor ácido casi intolerable.

Símbolo Químico

SO<sub>2</sub>

Este gas es altamente tóxico.

- **Ocurrencia**

Se encuentra generalmente en las minas cuando se produce una combustión espontánea o un incendio en el carbón que contiene azufre, también ocasionalmente cuando se quema caucho y en los gases de escape de combustible diésel.

- **Efectos fisiológicos del Dióxido de Azufre**

El dióxido de azufre es extremadamente tóxico, pero debido a su efecto irritante en los ojos y en las vías respiratorias, respirarlo resulta intolerable durante cualquier periodo de tiempo en concentraciones peligrosas.

## ÓXIDOS DE NITRÓGENO

- **Origen**

Los óxidos de nitrógeno se producen en atmósferas de minas en una de dos maneras.

- (a) Explosiones
- (b) Motores diésel

- **Ocurrencia**

Las cantidades de 'óxidos de nitrógeno' en los humos de las detonaciones varían de acuerdo a la 'eficiencia de detonación' del explosivo, el cual contiene compuestos de nitro-glicerina o nitro-celulosa. Una detonación imperfecta del explosivo producirá una cantidad de gas al igual



que los vehículos con motores diésel que se utilizan bajo tierra en algunas minas. Se han diseñado filtros de seguridad adicionales en motores diésel para filtrar los óxidos de nitrógeno de los gases de escape.

El término 'Óxidos de Nitrógeno' ha sido adoptado para representar la suma de todos los óxidos tóxicos de nitrógeno.

- **Características y propiedades del Dióxido de Nitrógeno**

Símbolo Químico                      NO (Óxido Nítrico); NO<sub>2</sub> (Dióxido de Nitrógeno)

Riesgo para la vida                      Tóxico

Cuando está caliente, el gas tiene un color marrón rojizo característico que cambia a amarillo pálido cuando está frío. Si se enfría más, se condensa en un líquido de color amarillo pálido. El dióxido de nitrógeno tiene un olor acre muy característico a ácido nítrico.

- **Efectos fisiológicos**

Su presencia en el aire de la mina producirá inmediatamente una irritación extrema en el sistema respiratorio, afectará también los ojos y tendrá un olor acre. Incluso en pequeñas cantidades la irritación puede causar una tos violenta seguida de una sensación de bienestar para luego colapsar.

Es un gas extremadamente tóxico; niveles de 150 ppm son peligrosos para la vida y de 250 ppm pueden causar la muerte. Si se detecta cualquier efecto del gas, todas las personas en el área afectada deben ser evacuadas a una zona con aire fresco.

El efecto de la intoxicación con 'Óxidos de Nitrógeno' puede ser engañoso, después de la tos inicial, un segundo o tercer evento de tos puede ocurrir minutos u incluso horas más tarde, siendo mucho más violento con la posibilidad de colapso. La persona afectada puede no ser consciente de que algo está mal; sin embargo, después de unas horas es posible desarrollar bronquitis, cuya gravedad dependerá del nivel de exposición. En minas con bajos flujos de ventilación, los gases residuales de las detonaciones pueden permanecer en el área hasta que sean eliminados. Se han producido muertes debido a que los mineros ingresan a una galería antes de que el aire fuese seguro.

- **Origen**

El hidrógeno libre no se encuentra normalmente en la atmósfera de las minas (excepto en una estación de carga de batería). Sin embargo, el hidrógeno se encuentra fácilmente en un estado combinado como un constituyente del agua 'H<sub>2</sub>O'.

Tiene que producirse una reacción química para que el hidrógeno sea liberado de su unión química con el oxígeno en el agua.

- **Ocurrencia**

En los incendios en minas, cuando se aplica agua a una masa incandescente, puede haber una ruptura de los elementos que lo componen, donde el hidrógeno es liberado como "gas de agua".

El proceso de carga de las baterías de plomo-ácido también produce hidrógeno (como en la estación subterránea de carga de baterías).

El hidrógeno se quema en el aire con una llama no luminosa.

- **Características y propiedades del Hidrógeno**

Símbolo Químico	H <sub>2</sub>
Riesgo para la vida	Rango explosivo de 4% - 74% en volumen Es peligroso para la vida
Gravedad Específica	0,07

Este gas inodoro, incoloro e insípido es el elemento químico más ligero y más simple. Se difunde más rápido y tiene la mayor capacidad para la conductividad de calor que cualquier otro gas de minas. Su presencia en la atmósfera de la mina hará que los gases inflamables combinados posean un rango explosivo más amplio.

El único método fiable de detección de hidrógeno es el análisis de laboratorio.

**NITRÓGENO + DIÓXIDO DE CARBONO** en proporciones mayores las normales.



Se presenta una mezcla mecánica de gases que no explota, no permite la vida ni la combustión, constituida principalmente por Dióxido de Carbono y Nitrógeno superior al nivel

encontrado en el aire normal (79% de  $N_2$  y 0,03% de  $CO_2$ ). Sin embargo, puede haber trazas diminutas de Metano y Monóxido de Carbono. La composición de esta mezcla es variable dentro del rango de 85% a 88% para nitrógeno y de 15% a 12% para dióxido de carbono. Nota: las muestras tomadas de un sector durante un período de tiempo suelen ser bastante constantes; sin embargo, una variación podría indicar condiciones anormales tales como una combustión espontánea.

- **Origen**

Antes de que los mantos de carbón se formaran, a medida que la materia vegetal crecía, la luz solar fue utilizada para combinar agua y dióxido de carbono en hidrocarburos para formar las hojas y tallos de la planta. Cuando se depositó, la materia vegetal finalmente se convirtió en un material carbonoso sólido que contiene materias volátiles ( $H_2O$ ,  $CO_2$  y  $CH_4$ ). Algunos carbones contienen  $CO_2$  que puede entrar en el aire de la mina con el metano. El  $CO_2$  también se produce a partir de la oxidación gradual de carbón. De este modo los gases resultantes tienen un menor contenido de  $O_2$  y un mayor contenido de  $N_2$  y  $CO_2$ , los cuales pueden acumularse en zonas aisladas con poca ventilación.

- **Características y propiedades**

Esta mezcla no facilita la combustión o la vida, pero se puede respirar sin molestias si el contenido de oxígeno en el aire es superior al 18%. Es normalmente más pesada que el aire, pero tiene una gravedad específica variable debido a la mezcla de los gases presentes. Puede ser más ligera que el aire si el nivel de dióxido de carbono se encuentra por debajo del 5,5%. Sin embargo, las minas normalmente contienen más de esta cantidad. Dado que tiende a acumularse cerca del suelo, las corrientes normales de ventilación tienden a fluir sobre ella, causando una dispersión mínima. Siempre se debe sospechar su presencia en explotaciones con una baja altura, sumideros y agujeros de bombeo.

- **Ocurrencia en minas**

Ya que es una mezcla mecánica de gases, no tiene ningún símbolo químico o gravedad específica, pero se puede mostrar de la siguiente forma:

Símbolo Químico:	$N_2 + CO_2$
Gravedad Específica:	De 0,97 a 1,5
Riesgo para la vida:	Asfixia, efecto narcótico

Las principales fuentes de dióxido de carbono y nitrógeno en niveles superiores al aire normal son las siguientes:

### **Dióxido de Carbono**

- la respiración de personas y animales
- la quema de lámparas de seguridad de llama
- como componente de los gases desprendidos durante operaciones mineras
- oxidación de carbón y otros materiales carbonosos
- por acción química como agua ácida en carbonatos

### **Nitrógeno**

La proporción de nitrógeno aumenta debido a

- la disminución del oxígeno del aire mediante:
  - la oxidación de la pirita, carbón, madera y otros materiales carbonosos
  - la respiración de personas y animales
- como componente de los gases liberados del carbón y los estratos

La mezcla puede ser producida o almacenada en zonas de la mina con ventilación insuficiente o nula donde, en tiempos de baja presión barométrica, fluirá desde estos 'depósitos' hacia las explotaciones de la mina. También puede ser transportado a otras partes de la mina disuelto en el agua de la mina.

#### **• Efectos fisiológicos de la respiración de aire que contiene esta mezcla**

Los efectos de respirar aire que contiene esta mezcla se rigen en gran medida por la composición de la mezcla.

Los efectos son los mismos que para la deficiencia de oxígeno. A medida que aumenta el porcentaje de CO<sub>2</sub>, la respiración se vuelve más rápida y más profunda, la cual se convertirá en jadeos que puede ser violentos y angustiantes. Es común el dolor de cabeza con la cara inicialmente enrojecida; más tarde se torna de un color azulado pálido en las extremidades, es más evidente en los lóbulos de las orejas y los labios. La aparición de este síntoma de cianosis es una buena indicación de una pérdida de potencia muscular, confusión mental y el posible colapso es inminente. Si la atmósfera contiene de 10 a 15% de CO<sub>2</sub>, puede tener un efecto narcótico. Cuando se respira aire normal se logra una recuperación completa



rápidamente. La administración de oxígeno acelera en gran medida la velocidad de recuperación.

**Los Gases no inflamables producto de la explosión**

Los gases no inflamables producto de la explosión corresponden a la atmósfera residual después de una explosión subterránea y hace referencia a una combinación de gases, muchos de los cuales han sido discutidos anteriormente.

- **Ocurrencia**

Los gases no inflamables producto de la explosión contendrán monóxido de carbono como producto de la combustión incompleta y dióxido de carbono como producto de la combustión completa. Habrá nitrógeno presente en o cerca de los niveles normales con algo de oxígeno residual que puede no ser suficiente para mantener la vida o permitir la combustión, junto con trazas de otros gases. Algo de metano puede estar presente, dependiendo del nivel normal de la mina, acompañado de grandes cantidades de vapor de agua que crea una atmósfera húmeda y brumosa. Los gases no inflamables producto de la explosión generalmente son una combinación fatalmente tóxica de gases.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los GASES DE MINAS en forma concentrada y puede ser utilizada como una ‘ayuda nemotécnica’.

Gas	Gravedad Específica	LTEL	STEL	Limites. Explosividad	Riesgos
Metano	0,55			5 – 15	Asfixia Explosivo
Monóxido de Carbono	0,97	30 ppm	200 ppm	12 - 74	Tóxico Explosivo
Sulfuro de Hidrógeno	1,17	5 ppm	10 ppm	4,3 - 43	Tóxico Explosivo
Dióxido de Azufre	2,26	2 ppm	5 ppm		Tóxico
Dióxido de Nitrógeno	1,16	3 ppm	5 ppm		Tóxico
Óxido Nítrico		25 ppm	35 ppm		Tóxico
Dióxido de Carbono	1,53	5000 ppm	15000 ppm		Asfixia



## CURSO SOCORREDORES - ANM

---

Nitrógeno	0,97				
Hidrógeno	0,07			4 - 74	Explosivo

**Tabla 5.4** Gases de minas que comúnmente son detectados (Propiedad de Mine Rescue Services Ltd)

### **DÍA 3 SESIÓN PRÁCTICA**



**Sesion Practica**

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Conocer los Gases de la mina 1) Los gases de la mina y el monitoreo del ambiente minero 2) Monitorear el ambiente minero, interpretar las lecturas y tendencias y actuar de acuerdo con las lecturas obtenidas a) Verificar que las condiciones atmosféricas sean seguras b) Las atmósferas c) Tipos de gases d) Gases comunes – ocurrencia, propiedades/ características, efectos, medios de detección			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Manejar los equipos de monitores ambientes con base en la teoría estudiada antes de iniciar el curso y reforzazda durante el día. Manejo de equipos multigas.			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	150			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b> SI	<b>Mecanico</b> Opcional	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que viaja por una ruta minera utilizando equipos básicos de la cuadrilla y operando como tal para llevar a cabo una accion de salvamento de un minero ubicado en una atmósfera con deficiencia de oxígeno. El objetivo es asegurarse que el candidato use de manera adecuada el aparato de respiración y monitoreo.			
<b>Recursos Necesarios:</b>	• Sistema antiempañante para visores de las máscaras • Número suficiente de compresas de hielo para el “refrigerador” • Esfero / lápiz • Tarjeta indicadora del cuadrillero • Esfero / lápiz • Monitor de gas que probablemente será utilizado por los socorredores • Camilla de salvamento • Cobija/sábana de traslado • Férulas • Reanimador de oxígeno • Higrómetro giratorio / gráfico indicador • Lámparas mineras • EPP's • Dispositivo de comunicación			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	SI			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	SI			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.  Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo: <b>Observe</b> y registre el rendimiento Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar) <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad. Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo. Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor. <b>Recomiende</b> una capacitación futura Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares. Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)			

**DÍA CUATRO**

**DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar Autoevaluación de candidato)**

**CONFERENCIA: APARATO DE RESUCITACIÓN CON OXÍGENO y SALVAR Y PROTEGER LAS VIDAS EN PELIGRO - EVALUAR EL SITIO DE UN INCIDENTE.**

- Tipos de resucitadores utilizados en labores de salvamento  
Los candidatos deben poseer un título reconocido en primeros auxilios y ser competentes en la administración de primeros auxilios en minas en una situación de salvamento.
  - Llevar a cabo una evaluación del sitio del incidente
  - Llevar a cabo una evaluación inicial de víctimas
  - Evaluar el nivel de consciencia de las víctimas
  - Abrir la vía aérea y comprobar la respiración de las víctimas
  - Llevar a cabo una evaluación secundaria de víctimas
  - Explicar por qué es importante colocar una víctima inconsciente en la posición de recuperación
  - Coloque a una víctima que no responde en posición de recuperación
  - Manejo de una víctima que está en estado de convulsión
  - Reconocer la necesidad de iniciar la reanimación cardiopulmonar
  - Demostrar la resucitación cardiopulmonar usando un maniquí (sin desfibrilador externo automático disponible)
  - Demostrar la resucitación cardiopulmonar usando un maniquí (con desfibrilador externo automático disponible)
  - Lesiones por aplastamiento
  - Plan de Triage

**SESIÓN PRÁCTICA**

- Primeros auxilios Básicos
- Primeros Auxilios a una víctima que no responda o que no está respirando normalmente
  - Demostrar los exámenes de usuario, el procedimiento de prueba y las inspecciones del Cuadrillero
  - Uso de BG4 durante 75 minutos: atravesar galería en humo ligero
  - Practicar las reglas para los equipos que operan en humo
  - Rescate de una víctima con dificultades respiratorias
  - Transportar una camilla
  - Mantenimiento a BG4 después de su uso



## **APARATO PARA RESUCITACIÓN CON OXÍGENO**

PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE: Al final de esta sesión, el candidato debe:

- 1) Comprender la estructura y función básica del aparato de resucitación con oxígeno
- 2) Saber cómo llevar a cabo los exámenes y pruebas previas al uso y aplicar resucitadores específicos correctamente
- 3) Ser consciente de fallos menores y rectificar dichos fallos durante el funcionamiento de los resucitadores con oxígeno
- 4) Ser consciente de otros equipos médicos que puede llevar el Servicio de Salvamento Minero.

### **RESUMEN**

1. Introducción	
2. Aparato de Resucitación – Tipo Mars o Similares	
3. Otros equipos médicos	

### **INTRODUCCIÓN**

Desde el punto de vista del salvamento minero, resulta importante que, si una víctima no está respirando, el aparato de resucitación con oxígeno empleado debe poder ventilar de forma automática a la víctima y ajustar su flujo para satisfacer sus demandas. Con el fin de cumplir con ese criterio, el Servicio de Salvamento Minero utiliza varios tipos de aparatos de resucitación con oxígeno, uno de los cuales (el Sabre Mars) se discute y describe a continuación.

### **APARATO DE RESUCITACIÓN PARA EVACUACION**

#### **El Resucitador Tipo Mars (O equipos Similares)**

El resucitador Mars cuenta con un sistema de ciclos de tiempo, activación por parte del paciente y anulación manual.

La unidad detecta la condición del paciente y opera en el modo correcto de acuerdo con esa condición.

**La unidad Mars se compone de:**

1. Un cilindro o cilindros de oxígeno con capacidad de 600 litros
2. Un regulador de suministro de oxígeno a un nivel predeterminado, el cual está equipado con un manómetro. El regulador también tiene una toma de oxígeno para terapia con oxígeno graduado mediante una perilla\*.
3. Un módulo de control con selector de modo
4. Una válvula de paciente con activación manual
5. Una mascarilla para suministrar oxígeno al portador
6. Todos los elementos están contenidos en una bolsa o caja

*\* No corresponde a una característica del modelo estándar*

**Exámenes y pruebas previas al uso**

1. Comprobar que el cilindro de O<sub>2</sub> se encuentra dentro del plazo de la fecha de vencimiento de la última prueba
2. Comprobar el anillo "O" (*O-ring*) y conectar la abrazadera al cilindro
3. \* Asegurarse de que la perilla del oxígeno de terapia se encuentre en la posición 'O' y que el interruptor de la válvula del paciente esté en la posición 'RCP', (no en 'Modo Automático')
4. Abra la válvula del cilindro (dos vueltas) y asegurarse de que haya oxígeno suficiente. Para comprobar que no hayan fugas: cierre la válvula del cilindro y vigile la lectura del medidor durante 5 segundos. Vuelva a abrir la válvula del cilindro, apriete el gatillo, escuche si se produce un escape de oxígeno
5. Gire la palanca selectora a 'Modo Automático' y escuche para verificar que el resucitador se encuentre funcionando automáticamente. Vuelva a colocar la palanca en 'RCP'
6. \* Gire la perilla de oxígeno para terapia a una posición de flujo y escuche para verificar el flujo de oxígeno. Vuelva a colocar la perilla en la posición 'O'
7. Cierre la válvula del cilindro, apriete el gatillo y observe que la aguja vuelve a cero.

*\* No es aplicable cuando se usa el modelo estándar*

**Uso**

La unidad puede ser almacenada 'lista para su uso', pero la válvula del cilindro debe estar en la posición cerrada.



### Cómo colocarlo y operarlo

Determinar el estado de la víctima:

- **Si la víctima no está respirando:**
  1. Abra las vías respiratorias de la víctima
  2. Abra la válvula del cilindro completamente
  3. Utilizando el disparador manual, dar 2 insuflaciones para llenar los pulmones de la víctima. Coloque la palanca selectora para adaptarse a las dimensiones de la víctima, por ejemplo, un adulto grande, y colocar la mascarilla firmemente a la víctima
  4. Asegurarse de que el resucitador opere automáticamente cuando la víctima respira espontáneamente; la unidad funcionará en el modo de flujo bajo demanda
  
- **Si la víctima está respirando**

Seguir los mismos pasos anteriores.
  
- **Si la víctima requiere de RCP**
  1. Abra las vías respiratorias de la víctima
  2. Asegúrese de que la palanca selectora se encuentra en 'RCP'
  3. Abra la válvula del cilindro totalmente
  4. Coloque la mascarilla firmemente sobre la nariz y la boca y sostenga la válvula del paciente
  5. Utilizando el disparador manual, dar 2 insuflaciones, el resucitador inflará automáticamente los pulmones de la víctima. Realizar compresiones de pecho a un ritmo de 30 por cada 2 insuflaciones
  6. Continuar hasta que se observen signos evidentes de vida

***Debido a su diseño, se aconseja que el Personal de Salvamento no utilice la 'terapia de oxígeno' en un ambiente irrespirable***

#### Se debe asegurar lo siguiente

1. Que no haya ninguna fuga de oxígeno alrededor de la máscara facial escuchar y sentir esto
2. Asegurarse de que las vías respiratorias de la víctima se encuentran abiertas
3. Asegurarse de que el cilindro no está vacío, tomando lecturas regulares de los indicadores. Cambiar el cilindro a una presión de 20 bar

4. Asegurarse de que la máscara se encuentre en su lugar, incluso si la víctima está respirando espontáneamente, dado que recibirá oxígeno bajo demanda

**DÍA 4**

**SESIÓN PRÁCTICA**



**Sesion Practica**

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Ser capaz de evaluar un incidente - Primeros auxilios básicos – Ser capaz de manejar una víctima que no responde y que no respira normalmente (y otra que esta asfixiada). Usar los equipos basicos de monitoreo ambiental.			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Manejar los equipos de monitores ambiental con base en la teoria estudiada antes de iniciar el curso y reforzada durante el dia. Manejo de equipos multigas y primeros auxilios basicos.			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	280			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b> SI	<b>Mecanico</b> Opcional	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que se desplaza por una mina utilizando equipos básicos de Salvamento y operando como una cuadrilla. La cuadrilla de salvamento debe ser desplegada para recuperar y regresar a una base al aire libre con una víctima que haya sido debilitada por deficiencia de oxígeno y se haya fracturado una extremidad inferior. El objetivo es asegurarse que el candidato pueda para usar el aparato de respiración y equipos complementarios. Los propósitos de la sesión práctica se enumeran a continuación.			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número suficiente de RPE por alumno en el curso</li> <li>• Sistema anti empañante para visores de las máscaras</li> <li>• Número suficiente de compresas de hielo para el "refrigerador"</li> <li>• Maniqués para practicar CPR – usualmente 1 maniquí por 4 alumnos</li> <li>• Toallitas antisépticas u otros medios de desinfectar la cara del maniquí/el maniquí</li> <li>• Paños para secar la cara del maniquí</li> <li>• AEDs de demostración – necesitará 1 por maniquí que se utilice</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Tarjeta indicadora del cuadrillero</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Monitor de gas que probablemente será utilizado por los socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP's</li> <li>• Dispositivo de comunicaciones</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	<b>SI</b>			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	<b>SI</b>			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento                  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo                  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.                  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.                  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura                  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.                  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			

**DÍA CINCO**

**PREVIO DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar las Autoevaluaciones de los Candidatos)**

Teoría

Ser capaz de atender a una víctima con hemorragia externa:

Ser capaz de atender a una víctima que está en estado de shock:

- Identificar los tipos de hemorragia externa
- Controlar la hemorragia externa
- Reconocer el estado de shock
- Tratar a una víctima en estado de shock

Atención a las víctimas:

- Efectos de la falta de oxígeno en una persona
- Efecto del calor y la humedad en una persona (higrómetro y gráfico de calor y humedad)

Organización de una cuadrilla de salvamento minero:

Equipo básico que debe ser transportado por cada uno de los rescatistas

Instrucciones operativas para atender a una víctima:

- Férulas
- Collarín, etc.
- Camillas

**PRÁCTICA**

- Primeros auxilios básicos
- Atención de víctimas en situación de Calor y Humedad (con equipos de circuito cerrado)
- Llevar a cabo los exámenes del usuario, los procedimientos de prueba y seguir las inspecciones del cuadrillero.
- Seguir la tabla de seguridad en condiciones de humedad y calor al usar el BG4: en una mina caliente y húmeda. Reanimar a las víctimas utilizando diferentes tipos de reanimadores.
- Dar mantenimiento y revisar el BG4 después de su uso



## **CALOR Y HUMEDAD**

CONOCIMIENTOS Al final de la sesión, los candidatos podrán:

- CLAVE
1. Entender los problemas que se pueden encontrar en condiciones de Calor y Humedad
  2. Cómo usar un Higrómetro

### DESCRIPCIÓN GENERAL

1. Calor y Humedad	
2. Instrumentos para medir el Calor y la Humedad	
3. Precauciones a tener en cuenta al operar	
4. Sistema de previsión	

## **1. CALOR Y HUMEDAD**

### **CÓMO SE PRODUCEN Y SUS EFECTOS**

El ambiente de la mina expone a los trabajadores a una amplia gama de riesgos obvios, como por ejemplo los deslizamientos de tierra, el contacto con las partes móviles de la maquinaria, la inhalación de polvo, etc. Existe un posible peligro de muerte mucho menos evidente que consiste en los efectos de la exposición a condiciones de calor y humedad. El acceso a futuras reservas requiere que los pozos de las minas y las explotaciones sean cada vez más profundos y extensos. Estos factores, combinados con el uso de equipos pesados, han dado lugar a trabajos a cada vez mayor temperatura. El uso de agua, y en ocasiones la presencia natural de agua en la mina, también da lugar a atmósferas húmedas durante las operaciones mineras normales. En el caso de un incendio o combustión espontánea, estas condiciones pueden ser más peligrosas para las personas que estén trabajando, sobre todo cuando los trabajadores tienen que utilizar equipos de respiración o equipo de protección contra incendios (ropa resistente al fuego para proteger toda la piel expuesta).

- ¿Qué son el calor y la humedad?

Calor –

Una de las sensaciones principales producidas por contacto o proximidad al fuego o a algún objeto a alta temperatura. En las minas esto se produce a partir de la profundidad de las explotaciones, la oxidación del carbón, la maquinaria, las personas que trabajan y la fricción cuando la ventilación entra en contacto con el techo, los lados y el suelo de las vías.

Humedad -

“Humedad. El porcentaje de humedad que se encuentra en la atmósfera’. El aire que nos rodea puede absorber el agua. Un ejemplo simple de este principio es el "secado" de un suelo que ha sido trapeado. El agua en el suelo finalmente se evapora y se contiene dentro del aire. Cuando el aire contiene humedad, se dice que es húmedo. La cantidad de humedad que puede ser absorbida por el aire circundante es limitada (hay que pensar en el aire como una esponja capaz de absorber agua) y cuando se alcanza este punto, la atmósfera estará totalmente saturada. El aire caliente puede absorber más humedad que el aire frío.

La combinación de calor y humedad por lo tanto se podría definir como un *‘entorno cálido en el que el aire contiene una cierta cantidad de humedad’*. El contenido de humedad puede variar hasta que se alcanza el punto de saturación.

El calor y la humedad pueden tener un impacto importante en las operaciones de salvamento y con el fin de apreciar su importancia, es necesario analizar el cuerpo humano y cómo el aumento de la temperatura puede afectar su funcionamiento.

## **2. REGULACIÓN DE CALOR DENTRO DEL CUERPO HUMANO**

La temperatura óptima a la cual el cuerpo humano funciona, oscila entre los 36 y los 38°C. Para preservar esta temperatura, el cuerpo debe mantener un equilibrio entre la ganancia de calor y la pérdida de calor, para lo que existe un "termostato" dentro del cerebro que lo regula. El sistema metabólico del cuerpo produce calor a través de la conversión de los alimentos en energía y también por la actividad muscular. Ciertas enfermedades pueden afectar la temperatura del cuerpo, al igual que el entorno al que están expuestas las personas. Si el calor del cuerpo no se disipa, pueden existir riesgos potenciales para la salud provocados por agotamiento por calor y por un golpe de calor.



El cuerpo humano puede perder calor de las siguientes formas:

- **Se puede perder calor:**

Gracias al aire fresco circundante - por radiación y por evaporación a través de la piel y en la respiración.

A través de objetos fríos en contacto con la piel, que ofrecen una “vía” para que el calor escape.

- **En condiciones de calor, el cuerpo trata de perder calor de las siguientes maneras:**

Los vasos sanguíneos que se encuentran en o cerca de la piel se dilatan para perder el calor de la sangre. Las glándulas sudoríparas se activan y secretan sudor; en ese momento, se pierde calor a medida que el sudor se evapora de la piel hacia el aire más frío.

Aumento de la frecuencia y profundidad de la respiración; se expulsa el aire caliente y se aspira aire fresco para reemplazarlo, enfriando la sangre a medida que pasa a través de los pulmones.

- **Efectos del calor extremo**

Cuando la temperatura atmosférica es la misma que la temperatura del cuerpo, el cuerpo no puede perder calor por radiación o por evaporación. Si además también se presenta una atmósfera húmeda, esta puede afectar la evaporación del sudor, ya que el aire circundante puede no ser capaz de absorberlo y en consecuencia se impide el proceso de enfriamiento del cuerpo. Estas circunstancias, junto con el ejercicio vigoroso (el uso de un equipo de respiración) en el que el cuerpo genera más calor, pueden provocar agotamiento por calor y un golpe de calor.

- **Agotamiento por calor**

Esta condición se desarrolla gradualmente y es provocada por la pérdida de agua y sal del cuerpo a través de la sudoración excesiva. A medida que la condición se desarrolla, se pueden presentar los siguientes síntomas:

- Dolor de cabeza, mareo y confusión.
- Pérdida de apetito y náuseas.
- Sudoración con piel pálida, fría y húmeda.
- Calambres en los brazos, las piernas o la pared abdominal.
- Pulso y respiración acelerados y débiles.

**COMO INTEGRANTE OPERATIVO DE LA CUADRILLA DE SALVAMENTO, SI USTED EXPERIMENTA ESTOS SÍNTOMAS, NOTIFIQUE INMEDIATAMENTE A SU CUADRILLERO.**

- Golpe de calor

Esta condición es el resultado de una falla en el "termostato" del cerebro. El cuerpo se sobrecalienta debido a una fiebre alta o la exposición prolongada al calor. En algunos casos, ocurre después del agotamiento por calor cuando cesa la sudoración y el cuerpo no se puede enfriar por evaporación. El golpe de calor puede ocurrir repentinamente, causando una pérdida del conocimiento en cuestión de minutos. Esto se puede manifestar en malestar o incomodidad por parte de la víctima. A medida que la condición se desarrolla, se pueden presentar los siguientes síntomas:

- Dolor de cabeza, mareos y malestar
- Inquietud y confusión.
- Piel caliente, enrojecida y seca.
- Un rápido deterioro en el nivel de respuesta.
- Pulso saltón.
- Temperatura corporal por encima de 40°C.

**COMO INTEGRANTE OPERATIVO DE LA CUADRILLA DE SALVAMENTO, SI USTED EXPERIMENTA ESTOS SÍNTOMAS, NOTIFIQUE INMEDIATAMENTE A SU CUADRILLERO. Tenga en cuenta que otros integrantes de la cuadrilla pueden no darse cuenta que están**



**teniendo estos problemas y pueden necesitar de sus observaciones atentas para ayudarlos.**

### **3. INSTRUMENTOS PARA MONITOREAR LAS CONDICIONES ‘DE CALOR Y HUMEDAD’**

- **Interpretación de las Condiciones en la Mina**

Debido a que las atmósferas en las minas contienen cantidades variables de humedad que puede estar presente a distintas temperaturas a causa de las condiciones predominantes encontradas, entonces se deduce que su presencia puede tener efectos importantes sobre la capacidad de una persona para realizar un trabajo arduo. Como integrantes de una cuadrilla de salvamento, los miembros pueden estar expuestos a un alto riesgo a causa de las condiciones que puedan presentarse después de una explosión, incendio o combustión espontánea, y por el uso de equipos de respiración y la realización de tareas físicas dentro de estos entornos.

A lo largo de los años, se han llevado a cabo numerosos ensayos para determinar los efectos de trabajar en condiciones de calor y humedad. A partir de los resultados obtenidos, se han ideado ‘períodos de trabajo seguro’ para los socorredores con equipos de respiración bajo estas condiciones. Para determinar el período de trabajo seguro para una cuadrilla de salvamento, es necesario medir el calor y la humedad real presentes en las zonas en las que las cuadrillas están trabajando en ese momento (como una evaluación del riesgo del ambiente de trabajo). El instrumento utilizado para medir el calor y la humedad presentes en la atmósfera de la mina se llama ‘higrómetro’ o ‘psicrómetro’. Los resultados obtenidos en el higrómetro tienen que ser interpretados y esto se logra mediante un conjunto de tablas higrométricas que se les conoce en ocasiones como el “gráfico de Linds” (el nombre de la persona que las diseñó).

- **Higrómetro**

La humedad relativa del aire se puede determinar fácilmente a partir de las tablas higrométricas cuando se conocen las lecturas de un higrómetro de bulbo húmedo y de bulbo seco. Este instrumento consiste simplemente en dos termómetros. Un termómetro tiene su bulbo expuesto al aire y se conoce como el bulbo seco. El ‘bulbo seco’ medirá la temperatura de la atmósfera circundante. En el segundo termómetro se ha envuelto su bulbo en un trozo de tela, que se sumerge en un depósito de agua destilada. La evaporación del agua de la tela húmeda a la atmósfera circundante, reduce la temperatura del termómetro del ‘bulbo húmedo’

en proporción directa a la sequedad circundante. Las dos lecturas obtenidas se representan en una tabla higrométrica para el equipo de respiración que se está usando y así se determina el tiempo de trabajo seguro.

El higrómetro es un instrumento manual de aproximadamente 23 cm de largo y 5 cm de ancho (excluyendo el mango). La estructura principal está hecha de madera o de un material plástico. El mango pasa a través de la estructura en la parte superior, con el apoyo de rodamientos que, al girar, permiten que la estructura gire libremente. Ambos termómetros están amortiguados y firmemente fijados a la estructura. El bulbo seco está abierto a la atmósfera y el bulbo húmedo está cubierto por una tela que se mantiene húmeda con agua destilada. Una tapa roscada se monta en un extremo del depósito para evitar la pérdida de agua cuando se hace girar el higrómetro

### **Pruebas previas al uso:**

1. Verificar que los termómetros: -
  - (a) sean de mercurio,
  - (b) estén fijados a la estructura
  - (c) no estén rotos y estén intactos
  - (d) sean fáciles de leer, y
  - (e) estén calibrados en grados Celsius y sean del mismo tipo (que incluyan un rango de -5 a 50°C; hay que tener en cuenta que antes de mojar el termómetro de bulbo húmedo, ambos termómetros deben mostrar la misma temperatura).
2. Verificar que el mango esté asegurado y que la estructura gire libremente.
3. Examinar el trozo de tela y verificar que cubre el bulbo por completo, que esté en buenas condiciones y esté limpia.
4. Verificar que el recipiente de agua haya sido llenado con agua destilada y que la tapa está en posición y asegurada.

### **Uso del higrómetro**

Las verificaciones anteriores se deberán efectuar en la superficie para que cualquier defecto o daño pueda ser reparado. También es bueno en este punto verificar que se está llevando la tabla higrométrica.

Cuando se requiere una lectura, el integrante de la cuadrilla a cargo de realizarla deberá separarse, preferiblemente en dirección ascendente de la ventilación, para asegurar que el equipo y los dispositivos no influyan en los resultados.



Los dos termómetros deben ser evaluados para verificar que estén en una posición legible. El operador debe entonces comenzar a girar su higrómetro con el brazo extendido, tomando nota de la hora y asegurando, además, que el instrumento se encuentre libre de obstrucciones al girar y que al mismo tiempo atraviese la sección transversal de la vía. El higrómetro se debe hacer girar con el brazo extendido a una velocidad de alrededor de 200 revoluciones por minuto durante un minuto completo. Esto produce una velocidad de aire simulada de 3,5 metros / segundo. Este rápido flujo de aire es fundamental para el funcionamiento del instrumento y la velocidad a la que se afecta el bulbo húmedo. Tan pronto como el higrómetro quede en reposo, el aire que rodea el bulbo húmedo va a recoger humedad de la muselina húmeda y la humedad de dicha pequeña bolsa de aire se habrá aumentado artificialmente, que a su vez alterará ligeramente la lectura indicada en el bulbo húmedo. Por esta razón, se debe leer el bulbo húmedo antes que el bulbo seco, apenas cese el giro.

Es importante evitar el contacto con los termómetros al leer las temperaturas obtenidas, ya que todas las fuentes de calor, tales como las manos del operador o la lámpara del casco, pueden influir en las lecturas del termómetro. (El valor de la lectura del bulbo húmedo nunca será superior al valor de la lectura de bulbo seco).

**Tablas higrométricas**

**(Propiedad de Mine Rescue Services por Dr. Richard Graveling)**

ATMÓSFERAS PARCIALMENTE SATURADAS (completamente saturadas aparecen en amarillo)

		BULBO SECO - °C													
		24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
BULBO HÚMEDO - °C	23	*	*	*	118	113	108	103	98	93	89	85	81	77	73
	24	119	114	108	103	99	94	90	85	81	78	74	71	67	64
	25		99	95	90	86	82	78	75	71	68	65	62	59	56
	26		87	83	79	75	72	68	65	62	59	56	54	51	49
	27			72	69	66	63	60	57	54	52	49	47	45	43
	28			63	60	57	55	52	50	47	45	43	41	39	37
	29				53	50	48	45	43	41	39	38	36	34	32
	30				46	44	42	40	38	36	34	33	32	30	30
	31					38	36	35	33	32	31	30	29	28	27
	32					33	32	31	30	29	28	27	26	26	25
	33						29	28	27	27	26	25	24	23	23
	34							27	26	25	24	23	23	22	22
	35								24	23	22	22	22	21	20
	36									22	22	21	20	20	19
	37										20	19	19	19	19
	38											19	19	19	-

\* 120 minutos o más

• **Interpretación de los resultados**

Utilizando la tabla higrométrica indicada anteriormente. En caso de que un operador obtenga una lectura de bulbo húmedo de 30°C y una lectura de bulbo seco de 34°C, entonces el tiempo de trabajo seguro para una cuadrilla con equipos de respiración BG4 será de 42 minutos.

El cálculo de los tiempos de trabajo es sencillo cuando las cuadrillas están funcionando en entornos en los que las temperaturas de calor y humedad son relativamente constantes. En algunas ocasiones, una cuadrilla puede recorrer diferentes trabajos de la mina en la que las temperaturas encontradas pueden ser variables y en tales circunstancias los cuadrilleros deberán prestar especial atención a la condición de los integrantes de la cuadrilla y la interpretación de los resultados obtenidos utilizando el higrómetro.





*conscientes de los síntomas asociados con enfermedades relacionadas con el calor y si presentan cualquiera de ellos, notifiquen inmediatamente al cuadrillero de la cuadrilla.*

#### **4. PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TOMAR ANTES DE ENTRAR/DURANTE LA OPERACIÓN**

- Siempre que sea posible, se debe utilizar personal que esté acostumbrado a trabajar en condiciones de calor y humedad.
- Siempre que sea posible, se debe garantizar que el personal se someta a un examen médico antes de desplazarse bajo tierra.
- Se debe utilizar el sistema de transporte, tanto para las personas como para los equipos; se debe tratar de mantener a los integrantes de la cuadrilla lo más frescos posible
- Si los integrantes de la cuadrilla están a la espera en condiciones de calor y humedad en la base de aire fresco, es conveniente proporcionarles bebidas y comida apropiada para asegurar que el personal se mantenga en buen estado de salud antes de empezar a trabajar.
- Se debe utilizar ropa adecuada y ligera que además proporcione una cierta protección contra las condiciones físicas que se puedan encontrar.

Los integrantes de la cuadrilla deben informar al cuadrillero acerca de los primeros signos de síntomas asociados con enfermedades relacionadas con el calor

- Al entrar en una atmósfera cálida y húmeda, el cuadrillero de la cuadrilla debe garantizar que se tomen lecturas del higrómetro para determinar el tiempo de trabajo seguro. También debe supervisar el entorno periódicamente.
- El trabajo debe llevarse a cabo a un ritmo estable con un mínimo de esfuerzo físico.
- Pueden ser necesarios períodos de descanso frecuentes.
- El cuadrillero debe monitorear la condición de los integrantes de la cuadrilla y con base en esa información, regular el trabajo que se realiza.
- Si hay comunicación entre la base del aire fresco y la cuadrilla operativa, la información debe ser transmitida al funcionario de salvamento para permitir que las otras cuadrillas estén plenamente informadas y puedan hacer los preparativos adecuados para las condiciones que puedan darse.



- Los integrantes de la cuadrilla deben descansar al regresar al BAF (sentarse).
- Se les debe proporcionar ropa y mantas secas (si están disponibles) para evitar enfriarse con demasiada rapidez.
- Se les pueden ofrecer bebidas, pero se debe esperar 20 minutos antes de consumir bebidas calientes.
- Las mezclas preparadas de rehidratación / sal (especialmente cuando contienen potasio, es decir, jugo de tomate o de cítricos), pueden ayudar en la sustitución de sudor y otros minerales del cuerpo.
- Deben descansar lo máximo posible, no hacer trabajos pesados ni conducir vehículos o motocicletas durante distancias largas.
- El alcohol en exceso causa deshidratación. Si el trabajo en condiciones de calor y humedad es constante, deben dejar de beber alcohol durante la operación.

Después de un período de descanso de 2 horas, los integrantes de la cuadrilla pueden volver a trabajar por un segundo período. En tales circunstancias pueden permanecer en las condiciones de calor y humedad por la mitad del período de tiempo permisible determinado para esa fase. Al término de este segundo período, el personal afectado deberá descansar durante un periodo de 24 horas.

**DÍA 5  
PRÁCTICA**



**Sesion Practica**

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Primeros auxilios básicos - Ser capaz de atender a una víctima con sangrado externo; Ser capaz de atender a una víctima que se encuentre en shock y cuando las condiciones de calor y humedad son altas.			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Atender a las víctimas (utilizando RPE y equipos básicos de salvamento – Inspección y uso de camilla de salvamento, reanimador de oxígeno, férulas, monitor de gas, higrómetro giratorio con gráfico y comunicaciones) Atender a una víctima en una mina en condiciones de calor y humedad			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	120			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b> <b>SI</b>	<b>Mecanico</b> <b>Opcional</b>	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que se despliegue para rescatar a un minero que ha sido debilitado por el calor y la humedad y tiene sangrado profuso de una lesión de una extremidad superior e inferior. Las lesiones de la víctima deben ser tratadas y la víctima debe ser retirada del sitio y trasladada a una base al aire libre. La cuadrilla debe tomar lecturas de calor y de humedad utilizando el higrómetro giratorio y relacionarlas al gráfico de calor y humedad para calcular una hora de uso seguro. El tiempo de viaje para que la cuadrilla viaje y trate a la víctima y regrese a la base al aire libre con la víctima debe ser establecido por el instructor para asegurarse que la labor establecida por la cuadrilla sea alcanzable dentro de este tiempo "seguro".			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número suficiente de RPE por alumno en el curso</li> <li>• Sistema anti desempañante para visores de las máscaras</li> <li>• Número suficiente de compresas de hielo para el "refrigerador"</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Tarjeta indicadora del cuadrillero</li> <li>• Monitor de gas que probablemente será utilizado por los socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP's</li> <li>• "Maniquí" o "víctima" viva para cargar en la camilla y transportarla</li> <li>• Kit de primeros auxilios para casos de trauma.</li> <li>• Dispositivo de comunicaciones</li> <li>• "Maniquí" o "víctima" viva para cargar en la camilla y transportarla</li> <li>• Vendajes triangulares y apósitos para heridas</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	<b>SI</b>			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	<b>SI</b>			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento                  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo                  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.                  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.                  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura                  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.                  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			

**DÍA SEIS**

DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar Autoevaluación del Candidato)

**FINAL DE LA SEMANA 1: 'EVALUACIÓN DE PROGRESO'**

Teoría	Instrucciones operativas para manejar un incendio. <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Introducción al fuego</li><li>➤ Triángulo de combustión</li><li>➤ Cómo se propaga el fuego</li><li>➤ Cómo se extinguen los fuegos</li><li>➤ Clasificación de fuegos</li><li>➤ Causas de los incendios en las minas</li><li>➤ Efectos de los incendios en la mina</li><li>➤ Reconocer los extintores portátiles de incendios (el tipo)</li><li>➤ Inspeccionar los extintores portátiles de incendios antes de su uso</li><li>➤ Utilizar un extintor portátil de incendios correcto en el tipo correcto del incendio</li><li>➤ Procedimiento en caso de atrapamiento, utilizando el equipo de protección respiratoria</li></ul>
--------	--

**PRÁCTICA:**

- BG4 – Los exámenes del usuario y el procedimiento de pruebas, inspecciones del cuadrillero
- Uso del BG4 durante más de 120 minutos mientras se recorren todas las secciones de las galerías.
- El equipo debería estar en un ambiente de humo medio
- El equipo debe extinguir un pequeño incendio
- Priorizar, tratar y transportar una víctima que sufre de envenenamiento con monóxido de carbono y quemaduras
- Uso del equipo de comunicaciones
- Una vez ha finalizado el ejercicio práctico, el equipo debería experimentar el procedimiento en caso de atrapamiento mientras hace uso del BG4
- Dar mantenimiento al **BG4** después de su uso

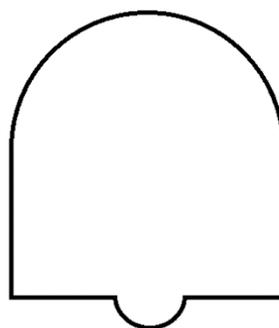
**Curso Inicial - 'FINAL de SEMANA 1'**

**Examen de Valoración**

1. Indique los principales gases que componen el aire normal y en qué cantidades están presentes.
2. Explique lo que se entiende por el término "equipo de respiración regenerativo".
3. ¿Cuál es el propósito y la capacidad e la Bolsa de Respiración?
4. Explique por qué es importante reducir el "espacio muerto" en el equipo de respiración.
5. Indique el tipo de resucitador utilizado actualmente por el Servicio de Salvamento Minero.
6. ¿Qué información puede obtener un socorredor acerca de la gravedad específica de un gas?
7. Reproduzca el siguiente diagrama del túnel de una mina en su hoja de respuestas e indique dónde esperaría probar los siguientes gases (el flujo de aire es estático):

**Metano, Hidrógeno, Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono, Sulfuro de Hidrógeno**

e indique por qué esperaría encontrarlos ahí.



POR FAVOR NO MARQUE SU RESPUESTA EN LA HOJA DE PREGUNTAS.

PUNTOS CLAVE Al final de la sesión, los candidatos deberán estar en condiciones de:  
DE APRENDIZAJE

1. Entender cómo ocurren los incendios, cómo se propagan y cómo se pueden extinguir.
2. Conocer los tipos de incendios
3. Estar familiarizados con el equipo de extinción de incendios
4. Aprender los peligros de los incendios bajo tierra

DESCRIPCIÓN GENERAL

1. Introducción	
2. Triángulo de Combustión, Etapas de un incendio	
3. Cómo se propaga un incendio	
4. Clasificación de incendios	
5. Extintores portátiles de incendios	
6. Peligros de incendio bajo tierra	
7. Fuentes de ignición	
8. Medidas de control de incendios en minas de carbón	

**Definiciones:**

**Combustión** Es un cambio o reacción química, o serie de reacciones, en el que se produce energía en forma de calor y luz.

**Fuego** El estado o proceso de combustión en el que las sustancias se combinan químicamente con oxígeno del aire y usualmente emite una luz brillante y calor.

**Llama** Una reacción de combustión entre un gas y el oxígeno que tiene la capacidad de propagarse (o de extenderse) a través de la atmósfera donde exista suficiente gas inflamable con la emisión de calor y luz.

### 1. CÓMO OCURREN LOS INCENDIOS

Para que ocurra un incendio, debe haber tres cosas: -

- Oxígeno
- Calor
- Combustible.

Estos tres elementos a menudo se denominan el '*triángulo de combustión*'. Si se elimina un elemento, el triángulo colapsa y no puede haber fuego.



FIGURA 8.1 Triángulo de Combustión

- **Oxígeno**

El oxígeno constituye una quinta parte de la atmósfera alrededor de nosotros y por lo tanto, se encuentra fácilmente disponible para sostener un fuego.

- **Calor**

Se requiere una fuente de calor para elevar la temperatura del combustible lo suficiente para que emita vapores inflamables que, al mezclarse con el aire a una temperatura apropiada, pueda iniciar un fuego. En las condiciones correctas, una explosión también es posible.

- **Combustible**

El combustible (una sustancia que se quema) podrá estar en estado sólido, líquido o gaseoso. Los combustibles encontrados bajo tierra son ya sea nativos (que se presentan de forma natural) o importados.

**Ejemplos**

**Originario:**

- Carbón
- Grisú (metano)
- Polvo de carbón
- Petróleo (ocasionalmente)

**Importados:**

- Madera / Leña
- Papel
- Grasas
- Productos PVC etc.

**2. ETAPAS DE UN FUEGO**



**Punto de Ignición:** El punto de ignición de una sustancia es la temperatura mínima en la que hay suficiente vapor para que la sustancia cause una ignición o se encienda momentáneamente cuando se presenta una llama viva.

**Temperatura de Ignición:** La *temperatura de ignición* de una sustancia es la temperatura mínima a la cual el calor del vapor ardiente es capaz de producir, a su vez, suficiente vapor para mantener la combustión, independientemente de la fuente de ignición.

### 3. CÓMO SE PROPAGAN LOS FUEGOS EN LAS MINAS

Una vez que se ha iniciado un fuego a través de la presencia de los elementos del triángulo de combustión en las proporciones correctas, es posible que se propague a través de la conducción, la convección y la radiación.

#### **Conducción:**

Ocurre con mayor frecuencia cuando el calor se transmite a través del material a los materiales circundantes causando que estos se enciendan.

(*Ejemplo:* Un trabajo de vigas de acero utilizado como soporte, un fuego en un pilar adyacente transmitiría calor por medio de la viga y encendería los materiales inflamables en un pilar adyacente)

#### **Convección:**

Solamente ocurre en líquidos y gases (incluidos aquellos emitidos por los sólidos) cuando una sustancia se calienta y se expande haciendo que se eleve, causando que una sustancia menos densa (más fría) tome su lugar. Esto a su vez se calienta y genera un proceso de circulación, que genera un mayor potencial de calor y de ignición.

#### **Radiación:**

La radiación se consigue cuando el calor se transmite sin contacto entre cuerpos.

(*Ejemplo:* Un buen ejemplo de calor radiado es el sol calentando la tierra).

### 4. CÓMO SE EXTINGUEN LOS INCENDIOS (Sofocar Incendios)

El triángulo de combustión requiere tres elementos para que haya fuego; si se elimina uno o más de estos elementos, se puede extinguir un incendio. La eliminación de estos elementos se puede lograr de diferentes maneras.

#### **Supresión (de combustible)**

Eliminar los materiales combustibles del fuego, o subdividir el material ardiente y extinguir los fuegos más pequeños por separado.

**Enfriamiento (de calor)**

Al reducir la temperatura de la sustancia que arde, la liberación de vapor puede reducirse a un nivel inferior al que permite que el fuego se sostenga.

**Sofocación (de oxígeno)**

Por lo general se lleva a cabo al reducir o detener el flujo de aire hacia el foco del incendio. Al confinar el área en el que un fuego tiene que arder, el oxígeno es consumido por el fuego, reduciendo así el contenido de oxígeno en la atmósfera inmediata.

**5. CLASIFICACIÓN DE FUEGOS**

<b>TIPOS DE FUEGO</b>		
		Madera, papel, cartón, tela, plástico etc.
		Pintura, gasolina, petróleo, etc.
		Equipos o instalaciones eléctricas.
		Sodio, potasio, magnesio, aluminio, titanio, etc.
		Grasas y aceites de cocina.

Fuente: Grupo RPVA Pablo Esteban Vargas Rios

TABLA 8.1 Clasificación de Fuegos

Los fuegos clase A y B en el ambiente bajo tierra (espacio confinado) se combaten mejor, especialmente en las etapas iniciales, con polvo seco (cubriendo todo el fuego). Bien puede ser polvo inerte de roca o polvo químico de un extinguidor portátil. En el caso de los fuegos clase B la espuma será la mejor opción si está disponible (el agua no debe usarse en fuegos ocasionados por líquidos inflamables). En los incendios clase A puede usarse agua con precaución debido al potencial efecto sobre la ventilación y a la producción eventual de hidrógeno.

Es poco probable que en los fuegos Clase C el equipo eléctrico proporcione por sí mismo la fuente principal de combustible. El primer paso para enfrentar el fuego debe ser cortar la electricidad del equipo en el que se inició el fuego y de cualquier otro que pueda estar afectado. Todos los extinguidores situados cerca de algún equipo eléctrico que pueda estar



involucrado en un incendio, deben ser del tipo que esté marcado como idóneo para el uso en incendios eléctricos (comúnmente estos son del tipo ABC de químico seco).

Las minas de carbón son áreas de alto riesgo para incendios y con el fin de combatir este peligro hay disponible una gran variedad de equipos contra incendios que, si son usados por personal capacitado competente, pueden prevenir que ocurra un incidente mayor. Los extinguidores portátiles de fuego son los equipos más comúnmente reconocidos que se suministran en las minas de carbón y todo el personal de salvamento debe conocer las ventajas/desventajas y usos de cada tipo.

A menudo los equipos móviles están provisionados de un extinguidor a bordo que puede ser accionado por el operador del equipo o por sensores de calor. Un equipo que sea operado por alguien y que sea estacionario como los motores de una banda transportadora o los compresores pueden disponer de un sistema de rociado que se active automáticamente después de desconectar la energía al equipo.

## 6. TIPOS DE EXTINGUIDORES PORTÁTILES DE FUEGO

Un extinguidor portátil es uno que esté diseñado para ser llevado y operado de forma manual o arrastrado sobre ruedas. El agente extintor contenido en el extinguidor es expulsado por la acción de la presión interna y luego es direccionado al fuego usualmente por medio de una boquilla o bocina. (La presión puede ser presión almacenada o puede ser obtenida por la liberación de gas de un cartucho).



Extinguidores de fuego portátiles  
Fuente: Icontec; Norma Técnica Colombiana 2885

De la tabla anterior se puede notar que hay una variedad de extinguidores de fuego portátiles disponibles para usar. El mejor método para seleccionar el tipo correcto del extinguidor es determinar qué tipo de material se está quemando y encontrar el material en la Clasificación de la tabla de fuegos mostrada anteriormente. En cada extinguidor se coloca una etiqueta y esto indica la idoneidad de un extinguidor para un incendio particular.

**El instructor debe describir los tipos de extinguidores disponibles y mencionar que posteriormente se realizará una sesión práctica en que los estudiantes tendrán la oportunidad de usar extinguidores de incendios. El apoyo de los cuerpos de Bomberos puede ser necesario.**

## 7. RIESGOS DE INCENDIOS BAJO TIERRA

Las consecuencias de un incendio subterráneo pueden ser catastróficas y pueden resultar en peligros para los hombres, los equipos y la producción si no se enfrentan rápida y correctamente en las etapas tempranas. En casos extremos, la única acción que se debe tomar es sellar el sector o inundar el área afectada. Los incendios bajo tierra se clasifican

generalmente como un incendio de llama abierta (pequeño o severo, localizado o extendido) o de combustión espontánea (que puede ocurrir en ubicaciones inaccesibles en la mina).



**Elementos a tener cuenta:**

La ventilación en las vías subterráneas puede actuar como una chimenea y pueden aumentar la ferocidad del fuego. El fuego puede afectar la ventilación a través de:

**El Efecto de Constricción (o Acelerador)**

Para mantener el flujo de la ventilación en un escenario en el que los gases del aire de la mina aumentan en volumen, se requiere presión adicional de la ventilación cuando esta pasa sobre el área calentada por el fuego. La expansión de gases, combinada con los gases adicionales producidos por el fuego, causa un efecto de constricción o aceleración.

*Ejemplo:* Una vía con un volumen de aire que pasa a través de ella de 10 metros cúbicos por segundo, podría ver este valor duplicado debido a un aumento en el volumen de los gases de calor y fuego. Un mayor volumen requiere de una mayor presión para fluir a través del túnel del mismo tamaño o si no hay más presión disponible, el resultado sería un flujo reducido del aire de ventilación total y de los gases a través de la vía. El resultado neto es una reducción del aire fresco que entra al área del incendio.

**Efecto de flotabilidad:**

El calor de un incendio puede crear una fuerza motriz. El aire tibio tiende a elevarse ya que pesa menos que el aire frío. Esta fuerza puede contribuir a la ventilación en rutas ascendentes y obstaculizar la ventilación en rutas descendientes. Esta acción es conocida como el efecto de flotabilidad. Dependiendo de la subida y pendiente de las rutas y obviamente del flujo de ventilación, el efecto de flotabilidad resultante puede afectar en gran parte el flujo de ventilación.

**Efectos de incendios bajo tierra:**

*Productos de la Combustión*

Los gases y el humo tóxico que son transportados por la ventilación pueden poner en peligro a los hombres que se encuentran alejados de la ubicación y que de otra forma podrían no verse afectados. Los hombres que trabajan en sectores en el interior que utilizan el mismo suministro de ventilación, podrán recibir aire contaminado. El humo que se aglomera en contra de la corriente de ventilación puede obstaculizar las operaciones contra incendios.

### *Gas*

Cuando se presentan incendios, existen además riesgos adicionales de explosiones de gas o polvo, que pueden causar un elevado número de víctimas mortales y de daño físico.

### *Gases tóxicos*

Los gases tóxicos usualmente emanan como resultado del proceso de combustión, siendo el más letal el monóxido de carbono que es producido de la combustión incompleta. Sin embargo, puede haber otros gases presentes, dependiendo del material que se quema, por ejemplo Fosgeno - (producido de la quema de productos usados en la fabricación de bandas en PVC y del aislamiento de cables eléctricos, etc.).

### *Daño*

La expansión y contracción posterior de materiales de revestimiento de las vías y estratos, es decir mientras que las estructuras en acero se calientan y son enfriadas con agua, pueden causar un movimiento de los respaldos y caídas de tierra. A su vez, esto representará un peligro para aquellos que están luchando contra el fuego.

### *Agua*

El drenaje de agua desde las operaciones contra incendios se debe observar ya que cualquier pendiente o depresión en la vía detrás o en frente de las operaciones contraincendios, retendrá el agua y restringirá la ventilación o impedirá el escape.

Es importante entender que el administrador de la mina debe realizar una evaluación de riesgo, incluyendo un plan de acción que cubra la eventualidad de incendios y explosiones. Esta evaluación ser amplia e integral.

*Explíqueles a los candidatos que la evaluación de riesgo anterior identificaría los sistemas de transporte, los compresores, las máquinas de corte de carbón, etc. considerando que representan un riesgo de incendio superior al promedio. Como parte de la evaluación de riesgo, se suministrarían detalles acerca de los programas de inspección, equipos de supresión de incendios, monitores de temperatura, materiales resistentes al fuego, protección de sobrecarga, puesta a tierra de equipos y circuitos eléctricos, etc.*



*Usando como ejemplos los riesgos de incendio más probables, discuta con los candidatos cuáles serían las contramedidas que deberían implementar para combatir las fuentes de encendido.*

*Por ejemplo **sistemas de bandas transportadoras**: - Inspecciones PPM, equipos de supresión de polvo, monitores de deslizamiento y rotura de las bandas, medidas de compactación de polvo, sensores de temperatura en los rodillos motrices de las bandas, protección de sobrecarga en motores eléctricos, etc.*

*Por ejemplo, **Máquinas de corte de carbón**: - Inspecciones de mantenimiento preventivo y predictivo (PPM), evaluaciones ITP, estándares elevados de ventilación, monitores de metano, picos afilados de corte, interruptores de rocío de agua, interruptores de protección de sobrecarga, etc.*

## 8. FUENTES DE IGNICIÓN

Hay varias fuentes potenciales de ignición bajo tierra: -

Mecánicas – Eléctricas – Químicas – Materiales Combustibles Ingresados  
Clandestinamente - Otras

### **Conversión de energía mecánica en calor**

Energía de rozamiento o fricción: Calor de los rodillos de soporte de las bandas o rodamientos desgastados.

Picos de la cortadora golpeando roca sólida sobrepuesta en una veta de carbón (chispas inflamables)

Fallos mecánicos en los equipos (engranajes, etc.)

### **Conversión de energía eléctrica en calor**

Daños en equipos, cables, etc.

Cortocircuitos/sobrecargas que produce calor.

Descargas electroestáticas que pueden presentarse en las instalaciones de aire comprimido y en los ductos de ventilación auxiliares.

### **Reacción química**

Combustión espontánea causada por el auto calentamiento del carbón.

1116 Explosivos – los explosivos presentan “sudoración” y se puede crear un fluido inflamable.



Aleaciones de aluminio – rieles y otros trabajos en acero bajo tierra pueden corroerse (esta es una forma de oxidación) y la corrosión producida contiene oxígeno. Si las aleaciones de aluminio golpean estos materiales, se podría producir una chispa suficiente para encender el gas inflamable en los alrededores cercanos. (Es por esto que los equipos de corte/elevación son transportados bajo tierra en cajas de madera). Sin embargo, en EE.UU. se ha demostrado que el aluminio con menos de 0,5% de magnesio es seguro para ser usado en la mayoría de las aplicaciones.

### **Otros**

El ingreso clandestino de materiales combustibles o fumar, formas malintencionadas de ignición

### 9. Equipos de Salvamento para control de incendios

#### **Mangueras**

Las mangueras contra incendios tienen un diámetro interno de 65 mm y están diseñadas para resistir una presión de trabajo de 10 bar. Todas las mangueras nuevas deberán tener 23 m de longitud deben y estar equipadas con uniones instantáneas estándar macho y hembra de 65 mm. Tenga en cuenta que las mangueras y uniones estándar disponibles en su área pueden ser diferentes pero en todos los casos solo permita tamaños y conexiones de uniones o tipos de rosca compatibles que deberán ser proporcionados en caso de emergencia.

#### **Acoples y uniones para mangueras**

*Tubos de remate para cortina de agua:* 200mm de longitud con acoples instantáneos que ajusten en el extremo de suministro de la manguera contra incendios.

*Boquillas:* Generalmente son una parte integral del tubo bifurcado y normalmente están hechas de plástico reforzado. Tienen dos tamaños 12,7mm y 16mm. Los volúmenes variables y los patrones de rociado pueden ser controlados con la boquilla. Otros dispositivos de boquillas fijos como el Blitzfire pueden ser utilizados en incendios grandes.

*T o Y:* Son ajustes de tres divisiones que dividen un suministro en dos o recolectan dos suministros en uno.



*Adaptador de espuma:* Es un tubo bifurcado que hace espuma, el cual puede ser ajustado antes que la boquilla. Este tipo de adaptador tiene forma de inyectar un aditivo de espuma por medio del efecto sifón y entrega un espray de espuma.

*Lanza contra incendios:* Básicamente es un tubo de prolongación (25mm de diámetro) ajustado en el extremo de la manguera contra incendios. Tiene un extremo en forma de lanza para perforar vías recubiertas con el fin de enfrentar incendios detrás de arcos o rellenos en el borde de la vía. Las lanzas largas también pueden ser utilizadas para atravesar los tabiques de aislamiento hacia la siguiente entrada.

*Baldes para incendio:* Tienen una capacidad de 9 litros. Los baldes pueden llenarse con agua, tierra o arena y tienen un aviso de “INCENDIO” claramente impreso en ellos.

**\*Nota**

Es importante enfatizarles a los candidatos que la mayoría de las minas operan un “SISTEMA DE ANILLO” para sus hidrantes contra incendios. En situaciones de incendio, deberá buscarse un plan esquemático de la ubicación de los hidrantes contra incendios, para garantizar la seguridad de los socorredores.

Deberá asilarse el suministro a los hidrantes afectados por el fuego.

**PROCEDIMIENTO EN CASO DE ATRAPAMIENTO DURANTE ACCIONES DE SALVAMENTO**

Existe la posibilidad que una cuadrilla de salvamento se vea en incapacidad de volver a la Base de Aire Fresco dentro del tiempo de operación de sus equipos de respiración (por ejemplo, debido un deslizamiento de tierra). Aunque este peligro puede ser considerado de algún modo como una posibilidad remota, nunca deja de ser una posibilidad real.

En este caso improbable, es importante que el cuadrillero considere la situación antes de utilizar oxígeno de manera excesiva. Deberá considerar inicialmente: comunicarse con la Base de Aire Fresco, las rutas alternativas o pasar a través o por encima del derrumbe. En caso que todo falle, el “procedimiento en caso de atrapamiento” es la única línea de acción lógica.

Al adoptar este procedimiento, los socorredores pueden ampliar de manera sustancial la duración operativa de su equipo de respiración con el oxígeno restante. Es importante que

asuman la posición más cómoda y de ser posible se relajen, evitando todos los movimientos innecesarios y por ende reduciendo el consumo de oxígeno.

*Explique que al practicar el “procedimiento en caso de atrapamiento”, y darse cuenta de el uso relativamente bajo de oxígeno, tendrán la confianza suficiente para actuar en una situación de emergencia con una serenidad similar.*

## SESIÓN PRÁCTICA

**La cuadrilla de salvamento DEBERÁ estar bajo la supervisión estricta del Oficial de Salvamento.**

### **Procedimiento:**

1. El cuadrillero deberá garantizar que todos los equipos de respiración se encuentran en modo operativo.
2. La cuadrilla debe adoptar la posición más cómoda y relajarse completamente evitando cualquier movimiento innecesario.
3. El cuadrillero deberá tener contacto visual cercano con todos los socorredores.
4. El cuadrillero deberá leer y registrar las presiones en la unidad bodyguard.
5. El cuadrillero deberá indicarles a todos los socorredores que APAGUEN sus válvulas de cilindro.
6. Los socorredores luego recibirán la instrucción de poner sus lámparas mineras en modo bombillo piloto para ahorrar batería.
7. Ya que el consumo de oxígeno de cada individuo varía, el reabastecimiento de oxígeno se hace individualmente.

**La primera indicación de la necesidad de reabastecimiento será una mayor resistencia a respirar durante la inhalación.**

8. Cuando surja la necesidad de reabastecer la bolsa de respiración con oxígeno, el portador deberá realizar el siguiente procedimiento:
  - a) Encienda la válvula del cilindro; active la desviación para reabastecer la bolsa de respiración, teniendo cuidado de no inflarla demasiado, lo cual podría liberar oxígeno por la válvula de liberación de presión.
  - b) Lea y registre la presión de oxígeno restante en su tanque.
  - c) APAGUE la válvula del cilindro y adopte una posición relajada.



***Enfatice el punto que nunca se ha utilizado el “procedimiento en caso de atrapamiento” en una situación de emergencia y que es una técnica que se enseña simplemente con fines de supervivencia.***

**DIA SEIS**

**PRACTICA**

## CURSO SOCORREDORES - ANM

### Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Luchar contra un incendio minero y realizar operaciones contra incendios en una mina. Practicar las precauciones al momento de extinguir un incendio			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Desarrollar una accion de salvamento mienro en condiciones de incendio con el uso de todos los equipos requeridos.			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	190			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b> SI	<b>Mecanico</b> Opcional	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento que se desplaza por una mina equipada adecuadamente para extinguir un pequeño incendio en la mina que produce 300 ppm de monóxido de carbono. La cuadrilla debe utilizar un extinguidor de incendios portátil adecuado para apagar el incendio. Luego deben asegurarse de que se tomen las precauciones para asegurar que se minimicen los riesgos de que se vuelva a encender el fuego. La cuadrilla debe entonces comenzar a devolverse a la base al aire libre. Luego la cuadrilla se quedará atrapada debajo de una caída de techo en un ambiente que contiene 1000ppm de monóxido de carbono. Esto requerirá que la cuadrilla lleve a cabo el "procedimiento de atrapamiento" en el BG4. Nota: este escenario es para asegurarse que los mineros conozcan las ventajas del procedimiento de atrapamiento y cómo llevarlo a cabo de manera eficaz.			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero suficiente de equipos de Respiracion para los alumnos del curso y el Sistema antiempañante para visores de las máscaras</li> <li>• Número suficiente de compresas de hielo para el "refrigerador"</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Tarjeta indicadora del cuadrillero</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Monitor de gas que probablemente será utilizado por los socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP's</li> <li>• Dispositivo de comunicación</li> <li>• Selección de extinguidores de fuego portátiles</li> <li>• Simulador de incendios</li> <li>• Cilindros de gas para operar el simulador de incendio</li> <li>• Medios seguros para iluminar el simulador de incendios</li> <li>• Mangueras</li> <li>• Boquilla del tubo bifurcado</li> <li>• Recámara divisora</li> <li>• Recámara de recolección</li> <li>• Hidrante y suministro de agua</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	<b>SI</b>			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	<b>SI</b>			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			



## DÍA SIETE

DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar Autoevaluación del candidato)

### Teoría Trabajo en alturas

- Peligros asociados con trabajo en alturas
- Evaluación del nivel de riesgo de los peligros asociados con trabajo en alturas
- Control del riesgo derivado de los peligros de la altura (evaluación del riesgo)
- Sistemas disponibles para protección contra caídas incluidos los principios de operación
- Selección, inspección y uso correcto del equipo y sistemas de protección contra caídas
- Requisitos generales de seguridad cuando se trabaja en alturas
- Sesión práctica de uso de sistemas de protección contra caídas
- Selección, inspección y uso correcto y apropiado de los EPP
- Escaleras de mano, inspección, frecuencia y manejo de defectos
- Ejercicio práctico con EPP de inspección de una escalera de mano, pasarela elevada, andamio, transporte en coche minero y ascensor

### PRÁCTICA

- Trabajo en Alturas
  - Tratar a una víctima con la complicación de trabajar en alturas
  - **BG4** – Inspecciones del usuario, procedimientos de pruebas y revisiones del cuadrillero
  - Uso del BG4 por 120 minutos durante la práctica de alturas
  - 30 minutos en galerías de la torre de entrenamiento:
    - Establecer una Base de Aire Fresco
    - Atravesar una vía en humo denso
    - Tomar muestras en varios puntos
    - Reponer soportes de techo
- Priorizar tratamiento y transporte de víctima en arnés de suspensión debido a un episodio de síncope y a enfermedad o herida
- Dar mantenimiento al BG4 después del uso **BG4**

PUNTOS CLAVE                      Equipos y técnicas para trabajar y rescatar de alturas  
DE APRENDIZAJE

### **Introducción**

Las operaciones de trabajo en altura pueden exponer a los trabajadores a lesiones o incluso a la muerte si las actividades laborales no son planeadas y manejadas de forma apropiada.

Trabajar en altura es inevitable al operar en mantos empinados o en túneles en una mina, con riesgos directos como caída desde altura y/o golpes por objetos que caen.

El operador minero habrá gastado mucho tiempo y recursos en el desarrollo e implementación de procedimientos para mantenerlo seguro mientras usted trabaja en altura y es importante que los mineros y los socorredores cooperen en la implementación de procedimientos seguros.

Las caídas de altura son una causa común de muertes y lesiones en el lugar del trabajo.

### **Riesgos de caídas de diferentes niveles en operaciones mineras subterráneas.**

Una caída de altura se define como una caída en donde cualquier persona puede lesionarse, incluso si está por debajo del nivel del suelo.

Los factores contribuyentes comunes que causan que un minero se caiga desde una altura son los siguientes:

- No reconocer un problema.
- No suministrar un sistema seguro de trabajo.
- Gestión y supervisión deficientes.
- Información, instrucción y capacitación inadecuada.
- No suministrar equipos apropiados.
- No usar equipos apropiados.

Habrán tres requisitos potenciales para socorredores mineros con relación al trabajo en altura. Estos son:

1. Trabajar en altura.
2. Auto-rescate mientras se trabaja en alturas (salvamento).
3. Llevar a cabo un salvamento que requiera el uso de una camilla.

El efecto que una caída puede tener sobre la persona que cae se puede clasificar de la siguiente manera:

Leve: Autoayuda (descenso/ascenso) y lesiones menores como cortes y moretones.

Serio: Ascenso/descenso asistido, agotamiento por calor y cortadas profundas/moretones grandes.

Grave: Caso que requiere camilla, lesiones de la columna vertebral y traumas graves.

Se debe hacer una mención especial al síndrome del trauma de suspensión, al síndrome de suspensión, síncope.



Síndrome de trauma de suspensión: lesiones en secuencia mientras está inmovilizado en una posición vertical, cuando las piernas están relajadas. Las lesiones incluyen hipoxia, síncope, hipoxemia, acidosis, fibrilación ventricular, infarto del miocardio, daño al hígado, riñones y cerebro y posible muerte.

Síndrome de suspensión: La condición en la que un minero suspendido llega a estar inconsciente debido a la ortostática (incapacidad del cuerpo de regular la tensión arterial por un cambio brusco de posición), sin una lesión traumática.

Síncope: Una pérdida repentina de la consciencia debido a una rápida caída en la presión sanguínea.

Por simplicidad, todo lo anterior se puede clasificar como trauma de suspensión.

Es importante notar que todas las condiciones anteriores se presentan debido a un aseguramiento deficiente o nulo del minero en altura y a la ausencia de equipo de protección de caídas.

Es decir, no usar un arnés.

La solución es que todos los mineros y socorredores mineros que trabajan en altura deben usar un arnés de cuerpo completo con dos puntos de anclaje tanto de trabajo como de salvamento.



### **Acciones para controlar el riesgo por caída en un nivel diferente.**

Al considerar el problema de la caída de objetos, el objetivo es prevenir que los objetos caigan al:

- Asegurar las herramientas en amarres.
- Implementar zonas de exclusión.
- Vaciar los bolsillos antes de trabajar en alturas.
- Usar el equipo de protección personal correcto (por ejemplo, cascos de seguridad)

### Protección personal

Trabajar en alturas tiene varios desafíos físicos y psicológicos: -

- Esfuerzo – subir escaleras verticales muy altas (por ejemplo, 80m) y ayudar potencialmente con el salvamento de un minero enfermo o herido.

- Un ambiente de trabajo caliente dentro de la mina.
- Trabajo en espacios confinados.
- Trabajo en condiciones ambientalmente difíciles con relación a la atmosfera de la mina.
- Se requiere agilidad
- Se requiere una buena audición
- Visión

### Equipos de Protección Personal.

- Calzado con buen agarre y soporte del tobillo.
- Guantes – no deben limitar la destreza.
- Protección ocular idónea
- Protección de oídos - si se requiere
- Protección de ropa – para proteger contra contaminantes

### Subida de escaleras

- Tener presente la carga máxima de las escaleras
- Control preliminar de los equipos personales y del sistema de detención de caídas.
- Subir constantemente con tres puntos de contacto.
- Usar elevadores para equipos/peso excesivo.

### En el área de trabajo/salvamento

- Tome precauciones cuando trabaje cerca de maquinaria.
- Permanezca con sujeción para el trabajo en altura si hay una posibilidad de caer.
- Use únicamente puntos de anclaje asignados (aprobados en la infraestructura o trípode minera, marco en “A” o brazo pescante).
- Tenga cuidado con algún objeto que pueda caer.

### Protección personal contra caídas

- Anclaje – una estructura fija o adaptación estructural aprobada – un trípode – un marco en forma de “A” – un pescante.
- Atuendo corporal – Un arnés de cuerpo completo para todos los trabajadores de altura – completo con un punto de anclaje de trabajo y de salvamento.
- Conector – Conecta el arnés con el anclaje.
- Dispositivo de desaceleración – diseñado para disipar las fuerzas asociadas con una caída.



### Principios de control de Riesgos para manejo de alturas

#### Antes de comenzar el trabajo

**Consideraciones ambientales** – El ambiente minero puede tener un riesgo especial para los socorredores que operan en altura, especialmente en áreas de trabajo muy inclinadas y túneles con escaleras.

#### Trabajo en alturas en una mina

- tamaño de la cuadrilla
- comunicación
- antes de trabajar en una mina

**Tamaño de la cuadrilla** – Es una buena práctica que las actividades de trabajo en altura realizadas en una mina sean llevadas a cabo por lo menos por dos personas. Ambas personas también deberían estar entrenadas y ser consideradas como competentes para trabajar en altura en un ambiente minero y deben estar capacitados en primeros auxilios.

**Comunicación** – El operador minero debe asegurar que haya métodos de comunicación efectivos cuando usted esté realizando trabajos de altura en una mina. Esto incluirá que usted pueda comunicarse con otros trabajadores y otros grupos, por ejemplo, el cuadrillero y otros servicios de emergencia.

Al trabajar en alturas, socorredor debe mantener una comunicación regular con los demás miembros de la cuadrilla, particularmente cuando usted está separado del otro o cuando ha perdido el contacto visual.

.....

**Antes de trabajar en alturas en una mina** – Verifique la documentación suministrada para el trabajo que se debe llevar a cabo. Confirme que haya suficientes recursos para hacer el trabajo. Verifique que todos los equipos estén disponibles y sean adecuados para el propósito. Si las condiciones encontradas difieren de lo indicado en la documentación suministrada, entonces dígaselo al cuadrillero. Finalmente confirme que usted y los demás trabajadores entienden lo que se requiere hacer y conozcan los arreglos de emergencia.

### **Antes de trabajar en las alturas**

Antes de comenzar a trabajar en altura, es esencial que los equipos eléctricos y mecánicos estén completamente aislados.

### **Subir por una escalera**

Confirme la carga máxima de la escalera y su sistema de detención de caídas asociado.

Confirme el número de usuarios permitidos al mismo tiempo en la escalera o plataformas intermedias (algunas escaleras están diseñadas únicamente para un usuario a la vez, algunas permiten dos únicamente y algunas más de dos).

Antes de subir, realice un control previo de sus equipos personales y del sistema de detención de caídas vertical.

Asegúrese de que nadie esté debajo de la escalera mientras usted está subiendo.

Suba a su propio ritmo de forma constante(usted se puede cansar fácilmente si intenta subir muy rápido), manteniendo tres puntos de contacto todo el tiempo. Deje que sus piernas reciban el peso, no sus manos. Recuerde que el último tercio de la subida se sentirá más largo que la primera mitad.

Solo suba una distancia que sea cómoda; no se sobre esfuerce, tome descansos en el punto medio de las plataformas si las hay. En las escaleras con plataformas intermedias, usted debe subir únicamente cuando la otra persona esté debajo de la plataforma y haya cerrado (si se ha dotado la plataforma de puerta) cualquier plataforma intermedia detrás de ellos. No cargue exceso de peso en una escalera; use un elevador si está disponible.

Nota – los peldaños de la escalera no están diseñados para actuar como anclajes de protección de caídas y puede que no sean lo suficientemente fuertes para resistir una caída. Este es especialmente el caso con peldaños de aleación.

Puede ser necesario separarse del sistema de cables vertical en una emergencia para pasar a una víctima con el fin de bajarla, en este caso se debería usar doble cuerda de seguridad.

**Áreas de trabajo en la mina:** - Cuando usted llegue al área de trabajo en la mina, abra una cuerda de seguridad de detención de caídas a un punto seguro. Asegure la cuerda y luego desconecte su deslizador. Deje el sistema de detención de caídas en el cable o riel a menos que usted se esté moviendo completamente lejos de la escalera o eje para permitir una salida rápida si así se requiere.

Permanezca conectado en todo momento mientras trabaja o permanece en el área del túnel (usted puede estar sujeto a caerse mientras se mueve y sube las escaleras).

Use una cuerda de seguridad que tenga un absorbente de energía e intente quedarse sujetado por el sistema de restricción de caídas en vez de detención de caídas. Use puntos de anclaje que estén diseñados o que estén en la capacidad de tener una carga de mínimo 1500kg.

Asegure el clip al final de la cuerda de seguridad con el anclaje seleccionado o use un cabestrillo de cable.



Intente seleccionar puntos de anclaje que estén tan altos como sea posible para reducir la distancia de caída.

Use cuerdas de seguridad dobles para proteger la subida en un camino de escaleras. Al llegar arriba, abroche una cuerda de seguridad lo más alto posible y luego cierre el gancho que está detrás suyo si lo tiene.

No exceda el número máximo de personas permitidas en el área (evaluación de riesgo) en ningún momento al verificar los documentos relevantes.

Al realizar tareas en donde la maquinaria no pueda ser desconectada por razones de seguridad (ventiladores o bombas), tome las precauciones usuales al trabajar con maquinaria, por ejemplo, tenga cuidado con las piezas móviles, al usar herramientas, etc. Recuerde crear un área de exclusión debajo del área de trabajo en altura e indíquela claramente con señales. Asegure todas las herramientas y los objetos sueltos.

La buena práctica es:

- Seguir el entrenamiento que haya recibido al usar algún elemento de trabajo que se le haya entregado.
- Tener cuidado razonable por su salud y seguridad y por la de los demás.
- Cooperar con su empleador en la seguridad y salud.
- Dígale a alguien (supervisor o representante de salud y seguridad) si usted cree que el trabajo o las precauciones inadecuadas están poniendo en riesgo la salud y seguridad de alguna persona.

### **Peligros asociados con el trabajo en altura en una mina**

**Trabajo en altura** – Si no se toman precauciones idóneas entonces hay un riesgo de caer desde las alturas.

**Contacto con piezas móviles** – Hay un riesgo de contacto con partes de maquinaria que puedan causar una variedad de lesiones, incluidas las lesiones por aplastamiento.

**Gases** – Dióxido de carbono (deficiencia de oxígeno en actividades de descenso) y sulfuro de hidrógeno (tóxico y en altas concentraciones hay un posible riesgo de explosión); monóxido de carbono; metano

**Descarga eléctrica** – Puede ocurrir si los equipos eléctricos sufren una falla, tienen contacto con agua o no son aislados de forma apropiada antes de comenzar con el trabajo.

**Sustancias peligrosas** – Si se trabaja cerca de agua minera contaminada, la piel se puede ver afectada. Los aceites y grasas pueden causar trastornos cutáneos. En ocasiones, se pueden usar químicos o solventes que pueden poner en riesgo a los trabajadores.

### Jerarquía de controles

Proporciónese a los trabajadores equipos protectores personales adecuados si no es posible eliminar o controlar un riesgo de forma adecuada. Siga una jerarquía en la que la provisión de EPP se usa como un último recurso – es decir

- Eliminar el peligro
- Controlar los riesgos del peligro para hacerlo más improbable
- Usar una opción menos riesgosa (por ejemplo electricidad de menos voltaje)
- Prevenir el acceso al peligro, es decir, protección
- Reducir la exposición al peligro, es decir zonas de exclusión

### Jerarquía del trabajo en alturas

Al trabajar en alturas hay una jerarquía simple que debe seguirse cuando sea posible y es la siguiente: -

- **Evitar** trabajar en alturas si es posible (esto no es posible cuando se trabaja en minas)
- Usar equipos de trabajo u otras medidas para **prevenir** caídas (restricción de caídas) si el trabajo en alturas no puede evitarse, entonces la protección de caídas podrá reducir el riesgo de caídas al ascender y descender, pero no eliminará completamente el riesgo de caídas debido a que usted tiene que moverse para realizar las actividades laborales
- Cuando el riesgo de caída no pueda ser eliminado al trabajar en alturas, entonces se deberán suministrar y usar equipos de trabajo u otras medidas para **reducir** la distancia y las consecuencias de una caída (detención de caída) si ocurre alguna. (Aquí es donde se ubicarán la mayoría de recursos y es importante que usted pueda inspeccionar y usar equipos suministrados para **detener caídas**).

### Tipos de sistemas de protección contra caídas suministrados para el trabajo en altura incluidos los principios de operación

#### Protección de caídas - definiciones

**Sistema de protección de caídas** – un término general que cubre todos los métodos para proteger a los trabajadores de caídas desde altura.

**Sistema de restricción de caídas** – un sistema para prevenir que un minero caiga desde una posición de trabajo o desde un sitio de desplazamiento con un borde no resguardado desde el que se podría caer el minero.

**Restricción de trabajo** – los sistemas y equipos incluyen una cuerda de seguridad que debe estar ajustada o fijada a una longitud fija para prevenir que el usuario llegue físicamente a un lugar del que se pueda caer

**Sistema de detención de caídas** – un sistema que parará una caída de mineros antes de que el trabajador golpee la superficie



Uno o más de los sistemas mencionados anteriormente se deberán usar cuando usted trabaje en una mina en alturas.

2. Restricción de caídas
3. Restricción de trabajo
4. Sistemas de detención de caídas

Los siguientes sistemas se podrán usar bajo ciertas circunstancias pero se necesitará realizar algún entrenamiento especializado adicional.

**Sujeción regulable** – sistemas y equipos que permiten que el usuario trabaje en tensión o suspensión para prevenir o limitar una caída. Se requiere un sistema alternativo de soporte en caso que el soporte principal falle.

**Trabajos verticales** – Sistemas que usan dos cuerdas: una cuerda de trabajo y una cuerda de seguridad. Cada cuerda está asegurada a un anclaje confiable. El arnés del usuario está fijado a ambas cuerdas de tal forma que se puedan obtener hasta y desde el área de trabajo y que el riesgo de caída sea prevenido o reducido.

### Equipo Necesario para Restricción de Caídas/Trabajo

**Arnés corporal de cuerpo entero** – Este es un dispositivo de soporte corporal, que está compuesto de lazos conectados diseñados para distribuir la fuerza resultante de una caída, al menos entre los muslos, pelvis, cintura y hombros, con un elemento para sujetarse a una cuerda de seguridad, la línea de vida u otros componentes.

**Cuerda de seguridad** – Una línea o correa flexibles utilizada para asegurar al trabajador o un absorbente de energía a una línea de vida, anclaje o un conector de anclaje.

**Cuerda/correa de seguridad regulable** – Una correa con mosquetones para conectar los anillos “D” de los arneses de cuerpo completo de los mineros.

**Anclaje** – Un medio seguro de acoplamiento al que el sistema de protección contra caídas (equipo de detención y de restricción de caídas) está conectado. Este es un punto de conexión para el sistema de restricción o de detención de caídas.

### Equipo de detención de caídas

**Arnés de cuerpo entero** – Este es un dispositivo de soporte corporal, que está compuesto de correas conectadas, diseñadas para distribuir la fuerza resultante de la caída, al menos sobre los muslos, hombros y pelvis, con un elemento de sujeción a una cuerda de seguridad, línea de vida u otros componentes.

**Absorbente de energía** – Un dispositivo que disipa la energía cinética, limita las fuerzas de desaceleración durante la caída y no regresa energía cinética al sistema ni al cuerpo humano.

**Cuerda de seguridad con absorbente de energía** – Es un elemento de un sistema de protección contra caídas, formado por una combinación de dos elementos individuales que de otro modo pueden ser utilizados de manera independiente; por ejemplo, cuerdas de seguridad (que pueden ser utilizadas únicamente para la restricción) y los absorbentes de energía (que se pueden utilizar en varios puntos de los sistemas de protección contra caídas para limitar la fuerza de una caída).

**Línea de vida/cuerda de seguridad auto retráctil** – Es un dispositivo que contiene una red de cuerda de seguridad enrollada en un cilindro o una línea de acero que puede ser extraída o retraída lentamente del cilindro bajo una tensión ligera durante el movimiento normal del usuario. La línea tiene medios de ajuste al elemento de ajuste de detención de caídas en el soporte corporal. Tras el inicio de una caída, el dispositivo bloquea automáticamente el cilindro y detiene la caída. El dispositivo puede tener medios integrales para la absorción de energía.

**Sistema de seguridad de ascenso de una escalera fija** – Un dispositivo instalado en una escalera fija que proporciona un punto de ajuste constante para el minero a la escalera fija. Cuando se utilizan estos dispositivos el minero recibe una protección continua contra caídas (de detención de caídas) mientras sube.

### **Acciones o métodos de salvamento para controlar riesgos debido a caídas desde distintos niveles**

Los operadores de minas deberán incluir dentro de su Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) que aborde efectivamente un amplio rango de situaciones de emergencia.

Al momento de desarrollar un PRE, se deberá tener en cuenta la lejanía de la ubicación del sitio, los tiempos de respuesta de los servicios de emergencia y los arreglos proporcionados como personal capacitado y equipos para garantizar la auto suficiencia y preservación de la vida hasta la llegada de los servicios de emergencia (también se recomienda consultar a los servicios de emergencia al momento de elaborar un PRE).

Antes de iniciar trabajos de altura, los mineros o socorredores deberán recibir entrenamiento en procedimientos de evacuación y emergencia y deberán entender los requisitos principales del PRE (que se basará en las evaluaciones de riesgo del sitio).

Los procedimientos a continuación también deberán ser establecidos en línea con el PRE:

- Todas las situaciones de emergencia previsible relevantes para la mina, incluyendo la evacuación y escape;
- Transporte seguro
- Actividades peligrosas, como trabajos de riesgo (la implementación de calor, incluyendo soldadura, quema o trituración o trabajo con equipos de altura)

En general las áreas de trabajo minero deberán tener disponible:

- Un medio para hacer sonar la alarma;
- Instrucciones de evacuación claras y accesibles;
- Medios apropiados de escape, incluyendo señalización, iluminación de emergencia y zonas de concentración designadas;
- Equipo portátil contra incendios;
- Sistemas fijos y/o portátiles de detección y extinción de incendios, según corresponda;
- Precauciones y dispositivos adicionales recomendados por la evaluación de riesgo de incendios y los requisitos legales (por ejemplo, autorescatadores de respiración con oxígeno químico para escapes)

Acceso a equipos de primeros auxilios;



- Acciones de salvamento y recuperación de personas que caigan o queden atrapadas en alturas;

Los mineros y socorredores deberán conocer los servicios de primeros auxilios proporcionados

Acciones en casos de emergencia – Todos los trabajadores deberán contar con medios de comunicación funcionales y deberán conocer la secuencia de los eventos en caso de una emergencia.

### **Situaciones de emergencia minera con trabajo de alturas**

#### **Introducción**

Las minas son instalaciones únicas para el trabajo en altura debido a:

- Su ubicación en áreas remotas
- Facilidades limitadas de comunicación
- Desafíos de acceso /salida.
- Peligros y riesgos provenientes de equipos y maquinaria
- Peligros y riesgos provenientes del ambiente de la mina

Estos son algunos de los problemas comunes en la mayoría de las minas, pero algunos serán únicos.

El operador de la mina deberá haber tomado las medidas para tener a los mineros a salvo mientras trabajan en altura en la mina y parte de estas medidas deberán ser la identificación de potenciales situaciones de emergencia y hacer los arreglos efectivos para abordarlos en caso de ocurrencia.

Así como debe mantenerlo a salvo, su empleador también deberá interesarse en garantizar que no ocurran emergencias. La respuesta a una emergencia y las reparaciones pueden ser muy costosas.

Las principales situaciones de emergencia en las minas son las lesiones personales, enfermedades y los mineros atrapados.

Sin embargo, ya que las actividades mineras en alturas involucran personal que utiliza equipos de detención de caídas, entonces es prudente cubrir la suspensión con arneses (traumas por suspensión o pre-síncopes) en esta sección.

Recuerde que su empleador habrá desarrollado un Plan de Respuesta a Emergencias indicando las acciones que se deberán tomar en caso de ocurrencia de una emergencia en la mina.

Todos los socorredores deberán estar familiarizados con los requisitos de Plan de Respuesta a Emergencias y deberán saber qué hacer.

También deberá haber equipos disponibles para su uso en caso de una emergencia como:

- Extinguidores portátiles
- Kit de primeros auxilios

### **Las emergencias que se pueden encontrar:**

Suspensión en un arnés causando un pre-síncope  
Lesiones personales o enfermedad

**Suspensión en un arnés causando un pre-síncope** - Una parte clave de mantenerse a salvo mientras trabaja es utilizar los sistemas de detención de caídas para protegerse de lesiones graves o incluso la muerte, en caso de caer. El sistema que incorpora un arnés de cuerpo entero disipa las energías producidas por la caída por medio de un eje largo para su cuerpo. Sin embargo, una vez el movimiento se detiene, las partes del cuerpo podrán poner presión sobre sí mismo, especialmente la vena femoral que lleva la sangre de sus piernas de vuelta al corazón. Esto puede restringir el flujo de sangre de regreso a su corazón. Con el fin de reducir la presión ejercida sobre la vena femoral, se recomienda que mueva sus piernas en un movimiento similar al de una bicicleta.

Si el flujo de sangre está restringido, entonces puede afectar el flujo de oxígeno al cerebro, causando un episodio presincoptico.

**Episodio presincoptico** – Esto ocurre cuando una persona casi, pero de hecho no pierde la conciencia debido al flujo reducido de sangre oxigenada hacia el cerebro. Los síntomas pueden incluir:

- Mareo, desmayo o vértigo
- Visión borrosa o de túnel
- Sensación de malestar y/o vómito
- Dolor de cabeza
- Sudoración
- Sensación de un ritmo cardíaco mayor, más pesado o irregular
- Dolor de estómago o molestia abdominal general
- Confusión o desorientación
- Problemas de dicción

El operador de la mina habrá realizado una evaluación de riesgo de los problemas relacionados con el trabajo en altura, incluyendo el rescate de personas y esto será parte del plan de respuesta a emergencias. La clave es bajar a la persona de manera segura en el menor tiempo posible.

Si ocurre una situación en la que deba atender a una persona que posiblemente esté sufriendo por la suspensión en el arnés de un episodio presincoptico, entonces los siguientes lineamientos deberán adherirse con relación al tratamiento de primeros auxilios:

- Si la persona está experimentando síntomas presincoptales o está inconsciente mientras está suspendida en un arnés, entonces deberá rescatarla tan pronto como sea posible de manera segura
- Si la víctima está consciente y no puede ser liberada de inmediato de su posición suspendida, entonces la elevación de las piernas por parte de la víctima o el socorridor cuando sea lo más seguro posible, puede hacer que el tiempo suspendido sea más tolerable
- Como socorridor potencial, usted debe estar en capacidad de reconocer los signos de un episodio presincoptico
- Una vez la víctima haya sido bajada a una posición segura, proporcione los tratamientos estándar de primeros auxilios – Vías respiratorias, respiración, circulación.



**Enfermedad/Daños personales** – Los socorredores deberán estar en la condición física suficiente como para asumir los trabajos en alturas en minas. En la sección relacionada a la aptitud de los candidatos cubrimos un rango de condiciones que pueden impedirle trabajar de manera segura, como:

- Condiciones relacionadas con la sangre o el corazón
- Problemas respiratorios
- Debilidad muscular
- Reemplazo reciente de articulaciones
- Convulsiones, epilepsia o problemas de vértigo
- Diabetes

**Es importante que en caso de sufrir alguna lesión o enfermedad que pueda afectar su trabajo se lo informe de inmediato a su empleador.**

Hay tres amenazas principales que de no ser controladas apropiadamente pueden causar que usted sufra alguna forma de lesión, y son:

- Caídas de altura;
- Atrapamiento;
- Golpes por elementos que caen desde la altura;

Todos estos peligros deberán haber sido identificados por la evaluación de riesgos, y el operador de la mina deberá haber desarrollado e implementado los procedimientos para eliminar/controlar dichos peligros.

Como parte de estas medidas de control, los empleados deben cooperar con el operador de la mina y ser competente para asumir las actividades laborales de manera segura, por lo tanto su asistencia a este programa de entrenamiento.

**Al seguir sus procedimientos organizacionales y utilizando el equipo proporcionado, usted deberá asegurar así que hay un riesgo mínimo con relación a cualquiera de los peligros identificados por su empleador.**

## **Equipo de respuesta para atender una emergencia**

### **Resumen**

Ya que la mayoría de sus actividades laborales involucrarán el trabajo en altura y el uso de un “sistema de detención de caídas”, es una buena práctica que usted:

- Proporcione un punto de anclaje. Este podría ser un punto aprobado en la mina o podría ser un trípode, un marco en “A” o un pescante;
- Plan de salvamento;
- Política;
- Capacitación, y
- Equipo

**Acciones de salvamento en caso de ocurrencia de una situación de emergencia mientras trabaja en alturas.**

Actualmente se encuentra disponible un amplio rango de kits de salvamento que pueden ser usados por un socorredor para fijar de manera remota el sistema a un trabajador caído, mientras el socorredor continúa anclado con seguridad al sistema existente. Una vez el trabajador caído ha sido conectado al Sistema, puede ser ascendido o descendido hasta un lugar seguro

Es importante que cada mina tenga el equipo apropiado proporcionado y en general un kit de salvamento deberá tener la capacidad de ascender, descender, arrastrar y evacuar. También debería estar diseñado para ser operado con seguridad por el mínimo número de socorredores.

Los componentes del sistema de salvamento serán previamente ensamblados e inspeccionados, permitiendo así que el socorredor lleve a cabo una inspección visual y luego lo configure para su uso.

El equipo de salvamento en alturas deberá tener una etiqueta fija en la que indique cuando es la siguiente fecha de inspección por parte de una persona competente. Si nota que el sello está dañado o no lo encuentra, mientras realiza el trabajo en la mina, infórmele el asunto de inmediato a su comandante de línea.

Los dispositivos de evacuación deberán ser inspeccionados por una persona competente después de su uso para un rescate o evacuación

<b>Dispositivos de Evacuación</b>	<b>Descripción</b>
<p data-bbox="204 1117 671 1182"><b>Ejemplo de un dispositivo de control de descenso automático</b></p> 	<p data-bbox="692 1149 1390 1749">Estos son excelentes para su uso en minas en donde las actividades de evacuación o de salvamento implican un desplazamiento de línea "recta", lo que significa que siempre existe una línea directa de visión al punto de anclaje. Si un punto de anclaje elevado está disponible, entonces este tipo de dispositivo es por lo general el dispositivo más rápido, más efectivo y más simple en el mercado para la evacuación de emergencia y salvamento. El dispositivo es operado girando una rueda hacia la dirección de desplazamiento deseada (arriba o abajo). Estos son fáciles de operar. Las cuerdas de salvamento suministradas son por lo general lo suficientemente fuertes para soportar los descensos de una o dos personas desde 100m hasta por encima de los 400m. La velocidad de descenso puede variar entre los fabricantes, sin embargo, 0,9 m/s es una velocidad común..</p>

**Ejemplo de un dispositivo de control de descenso manual – bloqueo y aparejo**



Utilizados en minas para operaciones en altura de cerca de los 30 m.

Su ventaja principal sobre los dispositivos de control de descenso automático es que su velocidad de elevación es más alta, haciendo que sea más fácil para el operador realizar las operaciones de elevación. Al utilizar este tipo de dispositivo, el socorridor deberá controlar activamente la velocidad de descenso. Podrán requerir hasta 5 veces más cuerda que otros tipos de dispositivos, necesitan un punto de anclaje elevado y no funcionan muy bien sobre bordes

**Ejemplo de un dispositivo de control de descenso manual – Sistemas de cuerda previamente ensamblados**



Estos constan de una sola cuerda utilizada para el descenso en conjunto con un dispositivo de descenso compatible. La mayoría de estos sistemas también tienen un recorrido adicional de corta distancia (polea) añadido que hará que las operaciones de elevación sean más fáciles. Su gran ventaja es que pueden moverse por las esquinas más fácilmente que los sistemas de bloqueo y aparejo. La única línea también evita que se enrede la cuerda y el sistema utiliza menos cuerda que el sistema de bloqueo y aparejo

## Inspección general previa al uso de dispositivos de control de descenso manual/ automático

Inspeccionar todos los componentes para revisar:

- Partes desalineadas, dobladas, agrietadas, deformadas, desgastadas, con mal funcionamiento o dañadas
- Tornillos suelos o partes/componentes faltantes
- Deterioro
- Corrosión
- Cualquier otro indicio de daños/problemas que puedan afectar la integridad y operación del sistema.

Inspeccionar toda la longitud de la cuerda de la línea de vida, la espiral de la cuerda y la correa de sujeción en malla

- Cortes
- Quemaduras
- Deterioro
- Retorceduras
- Costuras dañadas/rotas
- Zonas gravemente desgastadas
- Efectos visuales ambientales/químicos
- Desgaste excesivo
- Cualquier indicio de daños/problemas que puedan afectar la integridad de la cuerda y los componentes en fibra.

Inspección de los mosquetones (y demás elementos) buscando

- Daños
- Laceraciones/deformaciones
- Corrosión
- Puntas filosas
- Superficies picadas

La puerta del mosquetón deberá ajustarse en la nariz sin amarre y no deberá estar deformado u obstruido. El mecanismo de bloqueo de la puerta debe evitar que la puerta se abra cuando esté cerrada.

Inspección de ausencia o ilegibilidad de las marcas o etiquetas.

Asegúrese que todos los componentes dentro del sistema estén funcionando apropiadamente. Pruebe el sistema de freno auxiliar (en caso de tenerlo) tirando bruscamente de la línea de vida. El freno deberá activarse

## Acciones de Salvamento para Trabajo en Alturas

En esta sección revisaremos una variedad de escenarios que pueden ocurrir en una mina, que requieran que lleve a cabo la auto-evacuación o que ayude en las operaciones de salvamento.

Las situaciones que se cubrirán son:



- Auto-salvamento;
- Salvamento de una víctima consciente en una escalera vertical;
- Salvamento de una víctima inconsciente en una escalera vertical;
- Salvamento de una víctima consciente;
- Salvamento de una víctima inconsciente en altura;
- Salvamento de una víctima en un eje;
- Salvamento asistido
- Salvamento en Pozos Verticales

**Procedimiento de recuperación de una víctima**

1. Evaluar la situación en su totalidad antes de iniciar una operación de salvamento
2. Solicitar asistencia médica
3. Identificar la posición apropiada desde la que debe llevar a cabo la operación
4. Identificar los puntos de anclaje apropiados
5. Identificar un punto de seguridad al cual mover a la víctima
6. Asegurarse que todos los involucrados están al tanto del procedimiento a desarrollar y su papel dentro del mismo
7. Asegurarse que el personal ha sido entrenado en procedimientos de salvamento y que son competentes para llevar a cabo su papel
8. Realizar el salvamento de manera calmada y controlada
9. Asegurarse que las comunicaciones se mantienen en todo momento
10. Monitorear la condición de la víctima en todo momento y cuando sea posible proporcionar los primeros auxilios necesarios
11. Hacer una revisión de toda la situación, identificando las áreas para mejorar en el futuro

Actividad	Acciones Generales	Prestar atención especial a:
<b>Auto-rescate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examine visualmente que el kit de salvamento esté completo y no dañado</li> <li>• Monte el dispositivo, póngase el arnés de cuerpo completo</li> <li>• Conecte el equipo al arnés</li> <li>• Lance la bolsa de cuerda luego de que la haya ajustado a su arnés de cuerpo completo</li> <li>• Descienda hasta que usted esté libre y váyase.</li> <li>• Mantenga la línea lejos de su cuerpo</li> <li>• Proceda de forma segura a la superficie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posicionamiento</li> <li>• Inspección del dispositivo de salvamento Fijación de sí mismo al sistema de detención de caídas utilizando la cuerda de detención de caídas</li> <li>• Posicionamiento del dispositivo de salvamento</li> <li>• Seguimiento del proceso de evacuación</li> <li>• Uso del dispositivo de salvamento</li> </ul>

**Equipo utilizado en las acciones de salvamento en las emergencias mineras causadas por caída de diferentes niveles:**

**Inspección – Componentes del sistema de restricción de caídas y de trabajo**



Sistema de restricción de caídas/trabajo – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
<p><b>Arnés de cuerpo entero</b></p> 	<p><b><u>La etiqueta de identificación</u></b> es legible/dentro de la vida útil del producto y asegurada al arnés. Mantenga el arnés por la sujeción dorsal y desenrede las correas.</p> <p>Verifique la condición general y la limpieza buscando manchas, olores inusuales, cinta adhesiva, etiquetas adherentes, etc.</p> <p><b>“hardware”</b> – anillos D, hebillas, sujetadores y almohadillas de respaldo, para daños, distorsión, bordes afilados, rebabas, grietas y corrosión.</p> <p><b>correas</b> para detectar señales de cortes, abrasiones, deshilachado, roturas, quemaduras, deformación, decoloración o ataque químico.</p> <p><b>puntadas</b> para detectar señales de aflojamiento, arrastre o hilo de corte. Confirme que no hay ninguna puntada en el lado del patrón de la puntada.</p> <p><b>Registro</b> (inspección) está actualizado</p> <p><b>Retiro</b> del servicio si se sospecha que está dañado</p>	<p>Suelte o desate las correas, hebillas o correderas ajustados al pecho y a las piernas (podrán ser correas de cintura) Eleve las correas por el anillo dorsal “D” y asegúrese de que todas las correas cuelguen seguras. Desenrede cualquiera que no sea</p> <p><b>Ajuste – hombro y pecho</b></p> <p>Ajuste el arnés sobre ambos hombros y pase sus brazos a través de las correas de los hombros. El anillo D debería estar colocado en la mitad de la espalda entre los omoplatos.</p> <p>Ajuste ambas correas de los hombros para llevar la correa del pecho directamente alineada con su esternón (hueso del pecho). Asegúrese de que ambas correas de hombros se ajusten a una longitud equivalente.</p> <p>Conecte la correa del pecho y colóquela en un área de la mitad del pecho. Ajuste para mantener las correas de los hombros tensas.</p> <p><b>Etapas de ajuste - piernas</b></p> <p>Hale el arnés hacia abajo en la espalda para que la correa sub-pélvica se sienta debajo de sus glúteos.</p> <p>Conecte las hebillas de las piernas y ajuste completamente. En caso de no asegurarse de que ambas correas de las piernas pasen entre sus piernas, no estén torcidas y sean ajustadas para que se sienten en su ingle, podría causarse una lesión severa durante una caída detenida.</p> <p>La correa sub-pélvica debería estar en la parte superior del músculo de su muslo y no estar en la base de su columna vertebral.</p> <p><b>Lista de verificación de ajuste – cada 2 horas</b></p> <p>Correas de los hombros ajustadas uniformemente.</p> <p>Se conectan las correas de las piernas y del pecho</p> <p>La correa del pecho posicionada directamente sobre el esternón</p> <p>Anillo D en posición central</p> <p>Las correas de las piernas ajustadas uniformemente y posicionadas correctamente.</p>	<p><b>Limpie</b> (si es necesario) utilizando un paño húmedo y el detergente suave para eliminar cualquier suciedad, pintura, corrosivos, contaminantes u otros materiales.</p> <p><b>Cuelgue libremente para secar</b> lejos del calor excesivo, vapor, o largos períodos de luz solar.</p> <p><b>Almacene</b> en un área limpia, seca, libre de exposición a humos, solventes, elementos corrosivos y temperaturas excesivas.</p>

Sistema de restricción de caídas/trabajo – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
<p><b>Cuerda de Seguridad</b></p> 	<p>Verifique que la etiqueta de identificación sea legible / dentro de la vida útil del producto. Verifique la condición general y la limpieza buscando manchas, olores inusuales, cinta adhesiva, etiquetas adherentes, etc.</p> <p><b>correas/cuerda</b> para detectar cortes, abrasiones, deshilachado, roturas, quemaduras, deformación, decoloración o ataque químico.</p> <p><b>puntadas</b> para detectar señales de aflojamiento, arrastre o hilo de corte. Confirme que no hay ninguna puntada en el lado del patrón de la puntada.</p> <p><b>Conectores</b> operan normalmente, asegurándose de que no haya ninguna tendencia de que se peguen o se atasquen</p> <p><b>Ajustadores y conectores</b> deben estar libres de óxido, desgaste excesivo, distorsión de grietas</p> <p><b>Registro</b> (inspección) está actualizado</p> <p><b>Retiro</b> del servicio si se sospecha que está dañado</p>	<p>Conecte a un anclaje de longitud suficiente</p> <p>Conecte a una fijación correcta en el arnés (o el cinturón)</p> <p>Asegúrese de que los mecanismos de cierre de conector(es) se queden cerrados (algunos se cierran automáticamente / otros se deben atornillar manualmente)</p> <p>Verifique aplicando presión contra el mecanismo de cierre.</p> <p>Asegúrese de que el conector, el mosquetón o el broche estén cargados a lo largo de su eje principal.</p> <p>Utilice la cuerda de seguridad con conectores compatibles.</p> <p>Asegúrese de que la cuerda de seguridad sea lo suficientemente larga para permitir que se ajuste para que el usuario no pueda llegar a una posición donde pueda ocurrir una “caída”</p> <p>No amarre la cuerda de seguridad a una estructura que también pueda caerse</p> <p>No amarre la cuerda de seguridad alrededor de objetos afilados</p> <p>No ate un nudo en la cuerda de seguridad pues esto puede reducir su fortaleza</p>	<p><b>Limpie</b> (si es necesario) utilizando un paño húmedo y el detergente suave para eliminar cualquier suciedad, pintura, corrosivos, contaminantes u otros materiales.</p> <p><b>Cuelgue libremente para secar</b> lejos del calor excesivo, vapor, o largos períodos de luz solar.</p> <p><b>Almacene</b> en un área limpia, seca, libre de exposición a humos, solventes, elementos corrosivos y temperaturas excesivas.</p>
<p>Correas/cuerda de seguridad de sujeción (imagen ajustable como se muestra)</p>	<p>Verifique que la etiqueta de identificación sea legible / dentro de la vida útil del producto. Verifique la condición general y la limpieza buscando manchas,</p>	<p>Conecte a un anclaje de longitud suficiente</p> <p>Conecte para corregir la fijación en el arnés (o el cinturón)</p> <p>Asegúrese de que los mecanismos de cierre de conector(es) se queden</p>	<p><b>Limpie</b> (si es necesario) utilizando un paño húmedo y el detergente suave para eliminar cualquier suciedad, pintura, corrosivos,</p>

Sistema de restricción de caídas/trabajo – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
	<p>olores inusuales, cinta adhesiva, etiquetas adherentes, etc.</p> <p><b>correas/cuerda</b> para detectar cortes, abrasiones, deshilachado, roturas, quemaduras, moldeo, decoloración o ataque químico.</p> <p><b>puntadas</b> para detectar señales de aflojamiento, arrastre o hilo de corte. Confirme que no hay ninguna puntada en el lado del patrón de la puntada.</p> <p><b>Conectores</b> operan normalmente, asegurándose de que no haya ninguna tendencia de que se peguen o se atasquen</p> <p><b>Ajustadores y conectores</b> deben estar libres de óxido, desgaste excesivo, distorsión de grietas</p> <p><b>Ajustador (longitud)</b> Asegúrese de que opera libre y apropiadamente. La flecha del regulador siempre debe estar orientada hacia el extremo del mosquetón de la cuerda de seguridad.</p> <p><b>Registro</b> (inspección) está actualizado</p> <p><b>Retiro</b> del servicio si se sospecha que está dañado</p>	<p>cerrados (algunos se cierran automáticamente / otros se deben atornillar manualmente)</p> <p>Verifique aplicando presión contra el mecanismo de cierre.</p> <p>Asegúrese de que el conector, el mosquetón estén cargados a lo largo de su eje principal.</p> <p>Utilice la cuerda de seguridad con conectores compatibles.</p> <p>Asegúrese de que la cuerda de seguridad sea lo suficientemente larga para permitir que se ajuste para que el usuario no pueda llegar a una posición donde pueda ocurrir una “caída”</p> <p>No amarre la cuerda de seguridad a una estructura que también pueda caerse</p> <p>No amarre la cuerda de seguridad alrededor de objetos afilados</p> <p>No ate un nudo en la cuerda de seguridad pues esto puede reducir su fortaleza</p>	<p>contaminantes u otros materiales.</p> <p><b>Cuelgue libremente para secar</b> lejos del calor excesivo, vapor, o largos períodos de luz solar.</p> <p><b>Almacene</b> en un área limpia, seca, libre de exposición a humos, solventes, elementos corrosivos y temperaturas excesivas.</p>
<p><b>Anclaje</b></p>	<p>Verifique que la(s) marca(s) sean legibles. Inspeccione daños físicos – grietas, esquinas afiladas, rebabas y deformidades.</p>		

Sistema de restricción de caídas/trabajo – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
	<p>Inspeccione para detectar señales de corrosión que puedan afectar la operación y/o fortaleza.</p> <p>Inspeccione los sujetadores para detectar señales de corrosión, daños de tensión y distorsión. Si son soldados, inspeccione la soldadura para corrosión, grietas y daños.</p>		
<p><b>Absorbente de energía</b></p> 	<p>Verifique que la etiqueta de identificación sea legible / dentro de la vida útil del producto.</p> <p>Verifique la condición general y la limpieza buscando manchas, olores inusuales, cinta adhesiva, etiquetas adherentes, etc.</p> <p>Verifique señales de elongación.</p> <p>Verifique para detectar señales de las “correas de desgaste” expuestas visibles en los extremos. La exposición de “correas de desgaste” indica que la cuerda de seguridad podrá haber estado sujeta a una caída. Verifique que todos los manguitos retráctiles estén intactos y protegiendo la cuerda o las correas.</p>	<p>NOTA: EL ABSORBENTE DE ENERGÍA DEBERÍA AJUSTARSE A UNA CUERDA DE SEGURIDAD COMPATIBLE CUANDO SE COMPRA</p>	<p><b>Limpie</b> (si es necesario) utilizando un paño húmedo y el detergente suave para eliminar cualquier suciedad, pintura, corrosivos, contaminantes u otros materiales.</p> <p><b>Cuelgue libremente para secar</b> lejos del calor excesivo, vapor, o largos períodos de luz solar.</p> <p><b>Almacene</b> en un área limpia, seca, libre de exposición a humos, solventes, elementos corrosivos y temperaturas excesivas.</p>
<p><b>Cuerda de seguridad con el absorbente de energía</b></p>	<p>Verifique que la etiqueta de identificación sea</p>	<p>Conecte el extremo del absorbente de energía de la cuerda de seguridad al arnés y el extremo libre al</p>	<p><b>Limpie</b> (si es necesario) utilizando un paño húmedo y el detergente suave</p>

Sistema de restricción de caídas/trabajo – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
	<p>legible / dentro de la vida útil del producto. Verifique la condición general y la limpieza buscando manchas, olores inusuales, cinta adhesiva, etiquetas adherentes, etc.</p> <p><b>correas/cuerda</b> para cortes, abrasiones, deshilachado, roturas, quemaduras, moldeo, decoloración o ataque químico</p> <p><b>puntadas</b> para detectar aflojamiento, arrastre o hilo de corte. Verifique que no hay ninguna puntada en el lado del patrón de la puntada. Si se ha sometido a un rociado excesivo de pintura, no se debe utilizar</p> <p><b>Conectores</b> operan normalmente, asegurándose de que no haya ninguna tendencia de que se peguen o se atasquen</p> <p><b>Ajustadores y conectores</b> deben estar libres de óxido, desgaste excesivo, distorsión de grietas</p> <p><b>Paquete de absorbente de energía</b> para detectar señales de “correas de desgaste” expuestas visibles en los extremos. La exposición de “correas de desgaste” indica que la cuerda de seguridad podrá haber estado sujeta a una caída. <b>Verifique que todos los</b></p>	<p>punto de anclaje de detención de caídas. Asegúrese de que esta cuerda de seguridad esté conectada al punto de fijación de detención de caídas correcto de un arnés de cuerpo entero compatible (ya sea un punto del esternón en la parte delantera o un anillo “D” dorsal en la parte trasera) usualmente marcada con una carta “A”</p> <p>Utilice los puntos de anclaje permanentes aprobados que han sido construidos o instalados por un instalados aprobado</p> <p>Asegúrese de que el mosquetón, gancho para andamio o gancho de cierre automático se carguen correctamente.</p> <p>Un conector debe estar fijo únicamente a un punto de anclaje compatible o punto de detención de caídas del arnés que cargue el conector de la cuerda de seguridad a lo largo de su eje principal. No debe haber ninguna tendencia de que el conector de la cuerda de seguridad gire o atrape de tal manera que se aplique una fuerza de retención a través de su puerta</p> <p>Asegúrese de que los mecanismos de cierre de conector(es) se queden cerrados (Kwicklock, locksafe y tipos de ganchos de cierre de doble acción hacen esto automáticamente.</p> <p>Los tipos de puerta de cierre deben ser atornillados manualmente en casa y deben verificarse aplicando</p>	<p>para eliminar cualquier suciedad, pintura, corrosivos, contaminantes u otros materiales.</p> <p><b>Cuelgue libremente para secar</b> lejos del calor excesivo, vapor, o largos períodos de luz solar.</p> <p><b>Almacene</b> en un área limpia, seca, libre de exposición a humos, solventes, elementos corrosivos y temperaturas excesivas.</p>

Sistema de restricción de caídas/trabajo – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
	<p>manguitos retráctiles estén intactos y protegiendo la cuerda o las correas.</p> <p><b>Registro</b> (inspección) está actualizado</p> <p><b>Retiro</b> del servicio si se sospecha que está dañado</p>	<p>presión contra el mecanismo de cierre.</p> <p>Asegúrese de que el conector, el mosquetón o el gancho de cierre se carguen a lo largo de su eje principal.</p> <p>Sea consciente de la “carga de puerta en cruce”. Un mosquetón está diseñado para dirigir la fuerza a lo largo de su eje principal – pero aun así verifique.</p> <p>Asegúrese de que su anclaje esté localizado directamente por encima de la posición de trabajo y de que tenga el suficiente espacio libre sin peligros ni protuberancias debajo de usted</p>	
<p><b>Cuerda de seguridad/Línea de vida retráctil automática</b></p> 	<p>Verifique que las etiquetas se mantengan seguras en su lugar y sean legibles.</p> <p>Verifique la condición general y la limpieza buscando manchas, olores inusuales, cinta adhesiva, etiquetas adherentes, etc.</p> <p><b><u>Carcaza o cubierta</u></b> – para sujetadores sueltos y partes dobladas, agrietadas, distorsionadas, desgastadas, averiadas o dañadas</p> <p><b><u>Línea de vida / Correas</u></b> – Conecte el dispositivo al punto de suspensión adecuado, asegurándose de que cuelgue verticalmente.</p> <p>Verifique cortes, quemaduras, roturas, abrasión, deshilachado,</p>	<p>La longitud de trabajo del bloque de detención de caídas debería permitir que usted alcance toda la zona de trabajo sin tener que relocalizar constantemente el dispositivo.</p> <p>Confirme que el mosquetón (otros conectores) sea adecuado para el tipo de anclaje</p> <p>Confirme que se esté utilizando el anclaje adecuado</p> <p>Confirme que el anclaje esté posicionado encima de usted</p> <p>Evite el contacto con las esquinas afiladas</p> <p>Se ha permitido la suficiente distancia al suelo</p> <p>Verifique que la línea de vida o cuerda de seguridad no esté doblada, anudada o retorcida</p> <p>No se suba encima del punto de anclaje</p> <p>Conectando los ganchos que están completamente cerrados y asegurados</p>	<p><b><u>Limpie</u></b> (si es necesario) utilizando un paño húmedo y el detergente suave para eliminar cualquier suciedad, pintura, corrosivos, contaminantes u otros materiales.</p> <p><b><u>Cuelgue libremente para secar</u></b> lejos del calor excesivo, vapor, o largos períodos de luz solar.</p> <p><b><u>Almacene</u></b> en un área limpia, seca, libre de exposición a humos, solventes, elementos corrosivos y temperaturas excesivas.</p>

Sistema de restricción de caídas/trabajo – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
	<p>suciedad excesiva y decoloración, cables rotos. Pruebe la retracción y la tensión tirando de la línea de vida o las correas completamente y permita que se retraiga a la unidad (mantenga una tensión ligera en la línea de vida o las correas mientras se retrae)</p> <p><b>Mecanismo de frenado</b> – Pruebe agarrando la línea de vida por encima del indicador de carga y aplique un tirón fuerte constante hacia abajo que debería activar los frenos (también debería ser un “clic” audible). Confirme que no haya ningún deslizamiento de la línea de vida mientras se activan los frenos; Suelte la unidad de tensión para que regrese a su modo retráctil</p> <p><b>Indicador de Impacto de Carga</b> – verifique el indicador para su activación (por ejemplo, botones, indicadores de gancho, indicadores cosidos, ventana)</p> <p><b>NOTA:</b> algunos dispositivos podrían no tener un mecanismo indicador</p> <p><b>Tornillos / Sujetadores</b> – para daños y haga que todos aquellos</p>	<p>Fije el extremo del gancho al anillo ‘D’ dorsal del arnés del usuario (o la correa de extensión). Asegúrese de que cuando utilice el sistema de detención de caídas tipo retráctil, el dispositivo esté anclado por encima suyo y que usted sea capaz de caer libremente.</p>	

Sistema de restricción de caídas/trabajo – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
	<p>tornillos y sujetadores estén apretados.</p> <p><b>Ganchos</b> / <b>Mosquetones</b> – para daños físicos, corrosión, operación adecuada y marcas.</p> <p><b>Registro</b> (inspección) está actualizado</p> <p><b>Retiro</b> del servicio si se sospecha que está dañado</p>		

Sistema de detención de caídas – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
<p><b>Sistema de seguridad de ascenso de una escalera fija (Sistema de seguridad de rieles rígidos)</b></p>	<p><b>Etiqueta del sistema</b> – está presente cerca de la parte inferior del sistema y es completamente legible</p> <p><b>Secciones de rieles</b> – para daños, corrosión u óxido; grietas, dobladuras o desgaste; donde el hielo puede ser un problema, inspeccione hielo y despeje según corresponda para permitir la libre circulación de la lanzadera</p> <p><b>Rieles de escalera</b> – para daños, peldaños de riel de la escalera sueltos o perdidos.</p> <p><b>Abrazaderas de rieles</b> – para daños, corrosión u óxido; grietas, dobladuras o desgaste</p> <p><b>Puertas de rieles</b> - para daños,</p>	<p>Póngase el arnés de cuerpo entero compatible.</p> <p>Ajuste el sistema de lanzadera correctamente a la sección de rieles (el ajuste es distinto a fijar a la parte inferior o superior del sistema). Las flechas en la etiqueta de la lanzadera deben apuntar hacia arriba.</p> <p>Conectar el mosquetón en la lanzadera al anillo D del pecho en la parte delantera sobre el arnés de cuerpo entero; asegúrese de que la puerta en el mosquetón esté cerrada y bloqueada</p> <p><b>No añada cuerdas de seguridad adicionales u otros componentes a esta sección – riel, lanzadera con el absorbente de energía y el arnés de cuerpo entero.</b></p> <p>Ascienda y descienda la escalera normalmente. Si la lanzadera se bloquea en los rieles durante el descenso, muévase hacia arriba ligeramente para liberar la lanzadera y luego continúe descendiendo la escalera.</p> <p><b>Si la plataforma de descanso está ajustada</b></p>	<p><b>Limpie</b> (si es necesario) utilizando un paño húmedo y el detergente suave para eliminar cualquier suciedad, pintura, corrosivos, contaminantes u otros materiales.</p> <p><b>Almacene</b> en un área limpia, seca, libre de exposición a humos, solventes, elementos corrosivos y temperaturas excesivas.</p>

Sistema de detención de caídas – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
	<p>corrosión u óxido; grietas, dobladuras o desgaste. Verifique la operación adecuada es decir, que permita la inserción de lanzadera en el extremo del riel, pero que deba evitar que la lanzadera se deslice del extremo del riel.</p> <p><b>Soportes</b> - para daños, corrosión u óxido; grietas, dobladuras o desgaste</p> <p><b>Plataforma de descanso</b> - para daños, corrosión u óxido; grietas, dobladuras o desgaste; verifique la bisagra y el cerrojo de seguridad para un funcionamiento fluido</p>	<p>Al ascender por la escalera, el piso de la plataforma de descanso podrá estar bloqueado en posición vertical, permitiéndole así pasar a través.</p> <p>Para desbloquear y posicionarse en el piso de la plataforma de descanso, gire el enganche de cierre en el sentido de las manecillas del reloj y luego gire el piso hacia abajo hasta que descansa sobre la base de la plataforma.</p> <p>Para bloquear el piso de la plataforma de descanso en posición vertical, gire el piso hacia arriba hasta que entre en contacto con el brazo restante.</p> <p>Gire el enganche de cierre en el sentido contrario de las manecillas del reloj para asegurar el piso en posición vertical</p>	

Sistema de detención de caídas – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
Sistema de seguridad de ascenso de una escalera fija (Sistema de seguridad de ascenso de una escalera para cables)	<p><b>Etiqueta del sistema</b> – se ajusta en el pase a través del manguito de cable y totalmente legible</p> <p><b>Manguito de cables</b> – para daños, grietas, desgaste o corrosión; Pernos no son dañados, agrietados, desgastados o corroídos; verifique los componentes</p>	<p>Póngase el arnés de cuerpo entero compatible.</p> <p>Instale el Manguito de Cable a la línea de vida de cable vertical.</p> <p>Fije el Manguito de Cable al punto de fijación de la parte delantera, designado para subir escaleras, o el arnés de cuerpo entero utilizando un mosquetón o conector de cierre automático compatible.</p> <p>Confirme que la puerta del mosquetón (o conector) esté cerrada y bloqueada.</p>	<p><b>Limpie</b> (si es necesario) utilizando un paño húmedo y el detergente suave para eliminar cualquier suciedad, pintura, corrosivos, contaminantes u otros materiales.</p> <p><b>Almacene</b> en un área limpia, seca, libre de exposición a humos, solventes, elementos corrosivos y temperaturas excesivas.</p>

Sistema de detención de caídas – componentes	Revisiones antes de su uso	Uso correcto	Posterior al cuidado/almacenamiento
	<p>defectuosos, rotos o los resortes o sujetadores perdidos (Las variaciones de los tipos podrán necesitar una de estas verificaciones adicionales:-  Bloquee el deslizador o potenciómetro / Botones sobre el pasador funcionan libremente /trabajan normalmente;  Amortiguador / indicador de caídas para detectar señales de impacto)  <b><u>Sujetadores, pernos y pasadores</u></b> – para detectar daños, grietas, desgaste y corrosión.  <b><u>Línea de vida de cable</u></b> – para los cortes, deshilachado, torceduras, hilos rotos u otras señales de patrones inusuales de desgaste.  <b>[PRECAUCIÓN:</b>  <b>¡Siempre use guantes al inspeccionar el cable de acero!]</b>  <b><u>Tensión de cable</u></b> – asegúrese de que no haya inactividad.</p>	<p>Ascienda y descienda la escalera pasando guías de cable intermedio según la declaración de método.</p>	

<p>Trípode</p>  <p>Trípode</p>	<p>Mínimo 2 personas que aseguren que están usando guantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verifican que el trípode esté en buenas condiciones</li> <li>• verifican la fecha de la prueba</li> <li>• extienden y bloquean las patas del trípode en la posición correcta usando el pin de pasador</li> <li>• ponen el trípode en el piso, asegurando que las patas se coloquen a un ancho máximo (lejos del hueco) – fije el torno antes de ubicarlo sobre el túnel</li> <li>• cada pata es ajustable individualmente retirando el pin de pasador y el pin de seguridad, luego ajustándolo a la altura requerida</li> </ul> <p>Al desarmar, reverse la operación.</p> <p><b><u>TORNO DE ENSAMBLAJE</u></b></p> <p>Mínimo 2 personas que aseguren que están usando guantes:</p> <p>Para desarmar, revierten pasos como se muestra anteriormente.</p> <p>Cualquier daño o defecto que deba ser reportado a un Funcionario de Salvamento y sacado de servicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• asegúrese de la fecha correcta de la prueba</li> <li>• El hombre No. 1 sostiene la grúa</li> <li>• El hombre No. 2 fija el gancho de carga al punto de anclaje</li> <li>• Asegure la grúa a la pata del trípode (si se ajusta al trípode)</li> <li>• Si se ajusta al trípode, coloque el trípode y el torno sobre el túnel</li> <li>• Levante la zona de exclusión</li> </ul>	<p>Prueba de caída del trípode y del Torno en intervalos de 6 meses.</p> <p>Examen visual de todas los componentes</p> <p>Limpie</p>
<p><b>Marco en “A”</b></p>	<p>Mínimo 2 personas que aseguren que están usando guantes:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• asegúrese de la fecha correcta de la prueba</li> </ul>	<p>Prueba de caída del trípode y del Torno en intervalos de 6 meses.</p>



- verifican que el trípode esté en buenas condiciones
- verifican la fecha de la prueba
- extienden y bloquean las patas del trípode en la posición correcta usando el pin de pasador
- ponen el trípode en el piso, asegurando que las patas se coloquen a un ancho máximo (lejos del hueco) – fije el torno antes de ubicarlo sobre el túnel
- cada pata es ajustable individualmente retirando el pin de pasador y el pin de seguridad, luego ajustándolo a la altura requerida

Al desarmar, reverse la operación.

**TORNO DE ENSAMBLAJE**

Mínimo 2 personas que aseguren que están usando guantes:

Para desarmar, revierten pasos como se muestra anteriormente.

Cualquier daño o defecto debe ser reportado a un Funcionario de Salvamento y sacado de servicio.

- El hombre No. 1 sostiene la grúa
- El hombre No. 2 fija el gancho de carga al punto de anclaje
- Asegure la grúa a “A”
- Levante la zona de exclusión

Examen visual de todas los componentes

Limpie

<p><b>Pescante</b></p>  <p><b>Model 5122M1 with Model 514 Wheel Base Davit Crane</b></p>	<p>Mínimo 2 personas que aseguren que están usando guantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verifican que el Pescante esté en buenas condiciones</li> <li>• verifican la fecha de la prueba</li> <li>• extienden y bloquean la pata del pescante en la posición correcta usando el pin de pasador</li> <li>• ponen el pescante en el piso, asegurando que las patas se coloquen a un ancho máximo (lejos del hueco) – fije el torno antes de ubicarlo sobre el túnel</li> <li>• Al desarmar, reverse la operación.</li> </ul> <p><b>TORNO DE ENSAMBLAJE</b></p> <p>Mínimo 2 personas que aseguren que están usando guantes:</p> <p>Para desarmar, revertir pasos como se muestra anteriormente.</p> <p>Cualquier daño o defecto debe ser reportado a un Funcionario de Salvamento y sacado de servicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegúrese de la fecha correcta de la prueba</li> <li>• El hombre No. 1 sostiene la grúa</li> <li>• El hombre No. 2 fija el gancho de carga al punto de anclaje</li> <li>• Asegure la grúa al pescante</li> <li>• Levante la zona de exclusión</li> </ul>	<p>Prueba de caída del Pescante y del Torno en intervalos de 6 meses.</p> <p>Examen visual de todas los componentes</p> <p>Limpie</p>
---	--	---	---

**DÍA 7  
PRÁCTICA**

## Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Manejar los equipos de Salvamento Minero mientras se hace un rescate simulado en trabajo de alturas y trata de víctimas.			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Priorizar el uso de equipos de respiración durante prácticas de alturas.			
<b>Duración Estimada (Min):</b>	150			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b>	<b>Mecánico</b>	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
	<b>SI</b>	<b>Opcional</b>		
<b>Descripción o Escenario:</b>	El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento desplegada para llevar a cabo una acción de salvamento de un minero que se ha caído de altura. La víctima está sufriendo de pre-síncope de suspensión (aún consciente) debido al uso inexistente de un arnés apropiado. La víctima no está amarrada a ningún punto de anclaje apropiado ni efectivo. La cuadrilla debe establecer puntos de anclaje apropiados tanto para ellos como para la víctima. La cuadrilla primero debe garantizar la seguridad de la víctima comprobando que ellos estén amarrados a un anclaje apropiado y efectivo. Luego, ellos deben realizar un salvamento y recuperarla. Ellos deben tratar el síncope y organizar asistencia médica adicional como un asunto de urgencia.			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número suficiente de Equipos de Respiración para cada alumno</li> <li>• Sistemas de protección anti-caídas</li> <li>• EPP's</li> <li>• Escaleras suministradas</li> <li>• Esfera/Lápiz</li> <li>• Sistemas de protección anti-caídas</li> <li>• Escaleras suministradas</li> <li>• Monitor de gas que será usado probablemente por socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Higrometro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP's</li> <li>• "Maniquí" o "víctima" viva para retirar de las alturas</li> <li>• Dispositivo de comunicación</li> </ul>			
<b>Requiere Análisis de Riesgos:</b>	<b>SI</b>			
<b>Requiere Evaluación:</b>	<b>SI</b>			
<b>Tipo de Evaluación:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:</p> <p><b>Observe</b> y registre el rendimiento</p> <p>Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)</p> <p><b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo</p> <p>Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.</p> <p>Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.</p> <p>Concédeles tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.</p> <p><b>Recomiende</b> una capacitación futura</p> <p>Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.</p> <p>Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			

**DÍA OCHO**

DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar la Autoevaluación del candidato)

**Teoría**

## Trabajo en las alturas

- Rescate de víctima consciente/inconsciente de una escalera vertical
- Enfrentar emergencias en altura requiriendo el uso de dispositivos de salvamento/evacuación (Equipos auxiliares y complementarios)
- Inundaciones en la mina y planos de la mina
- Conocer la aplicación de equipos especializados, tales como los generadores de imágenes térmicas,
- Comprender el uso de los equipos de corte, de extensión y de elevación

**Práctica**

## Atender a las víctimas

- Rescate de la víctima en altura– consciente
- Rescate de la víctima en altura– inconsciente
  
- Trabajo en alturas
- Salvamento de una víctima consiente/inconsciente
  - Exámenes del usuario del BG4, procedimiento de pruebas e inspecciones del Cuadrillero
  - Uso del BG4 durante 120 minutos
  - Establecer una Base de Aire Fresco
  - Atravesar la galería con humo denso para localizar un fuego abierto
  - Desplegar la manguera de incendios y extinguir el fuego
  - Revisar zonas calientes en el área de incendios
  - Tomar muestras en distintos puntos
  - Ubicar y transportar a una víctima que ha sido atrapada y (Equipo de corte y elevación) sufre de envenenamiento con monóxido de carbono y tiene un sangrado profuso.
  - Reportar hallazgos a FAB utilizando el equipo de comunicación
  - Hacer mantenimiento al BG4 después de su uso

<p><b>Rescate de una víctima consciente. La víctima no puede ayudarse a sí misma</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examine visualmente que el kit de salvamento esté completo y no dañado</li> <li>• Asegure su arnés de cuerpo completo al sistema anti-caídas</li> <li>• Coloque el dispositivo de salvamento. Baje el mosquetón del dispositivo de salvamento al pecho de la víctima</li> <li>• Descienda con el fin de fijar el mosquetón a la cuerda de sujeción de 2m de la víctima</li> <li>• Ascienda y opere el dispositivo de salvamento, liberándose así de la correa de soporte</li> <li>• Bloquee el dispositivo de salvamento</li> <li>• Descienda hacia la víctima y libere a la víctima de la correa de soporte</li> <li>• Descienda a la plataforma o al suelo y suelte el dispositivo de salvamento con el fin de bajar a la víctima a la plataforma o al suelo</li> <li>• Revise a la víctima y confirme que no tenga síntomas de un episodio presincopal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección del dispositivo de salvamento</li> <li>• Fijación de sí mismo al sistema anti-caídas utilizando la cuerda anti-caídas</li> <li>• Posicionamiento del dispositivo de salvamento</li> <li>• Uso del dispositivo de salvamento</li> <li>• Comunicación con la víctima</li> </ul>
--	---	---

<p><b>Rescate de una víctima inconsciente</b> (Colgando de su cuerda de sujeción)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examine visualmente que el kit de salvamento esté completo y no dañado</li> <li>• Asegure su arnés de cuerpo completo al sistema anti-caídas</li> <li>• Coloque el dispositivo de salvamento. Baje el mosquetón del dispositivo de salvamento al pecho de la víctima</li> <li>• Descienda con el fin de fijar el mosquetón en frente del arnés de la víctima</li> <li>• Ascienda y opere el dispositivo de salvamento, liberándose así de la correa de soporte</li> <li>• Bloquee el dispositivo de salvamento</li> <li>• Descienda hacia la víctima y libere a la víctima de la correa de soporte</li> <li>• Suba la escalera hacia el dispositivo de salvamento o baje a la víctima aproximadamente 0,5 m</li> <li>• Descienda hasta que llegue a la víctima.</li> <li>• Realice un “voladizo de cadera” con el mosquetón y manteniendo esta posición, baje la víctima dentro de los 0,5m de la plataforma o el suelo.</li> <li>• Ascienda a la plataforma y suelte el dispositivo del salvamento con el fin de bajar la víctima la plataforma</li> <li>• Revise a la víctima y colóquela en la posición de recuperación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección del dispositivo de salvamento</li> <li>• Fijación de sí mismo al sistema anti-caídas utilizando la cuerda anti-caídas</li> <li>• Posicionamiento del dispositivo de salvamento</li> <li>• Uso del dispositivo de salvamento</li> <li>• Posicionamiento personal correcto durante toda la actividad</li> </ul>
---	--	---

- Solicite una ambulancia y asistentes para recibir a la persona a rápel sobre el suelo
  - Enganche y asegure el gancho del extremo de la cuerda corta de la persona que desciende en la agarradera dorsal sobre la espaldadera del arnés de seguridad de la víctima
  - Mueva a la víctima sobre el borde de la suspensión en el arnés de seguridad
  - Hale el extremo de la cuerda larga de la abrazadera de la leva
  - Baje a la víctima
    - El aparato de descenso frena automáticamente
    - El extremo de la cuerda larga también puede ser guiado de manera manual por medio del gancho desviador en el aparato de descenso
  - Pídale a la víctima que mueva las piernas, si es posible, con el fin de mantener la circulación sanguínea
  - En el suelo, desenganche la víctima de la cuerda junto con un asistente y póngalo en una posición sentada,
  - Después de aproximadamente 20 minutos, estire lentamente las piernas de la víctima y, si es posible, colóquelo/a en una posición horizontal
  - Transfiera la víctima a la ambulancia para recibir atención médico
  - Informe a la ambulancia explícitamente acerca del trauma de suspensión que se sospecha
- El socorredor pone la cuerda anti-caídas /ajustable 1m y 2m/ hub de Milán/eslingas
  - El socorredor luego sube y sujeta el mosquetón Hub en la parte superior con una eslinga
  - El socorredor baja las extremidades y sujeta la eslinga/Hub al frente del arnés de la víctima
  - El socorredor acentúa la víctima para que puedan soltarse de la correa de soporte
  - El socorredor libera a la víctima
  - El socorredor asciende a la plataforma junto con la víctima
  - El socorredor posiciona a la víctima en posición de recuperación

PUNTOS CLAVE  
DE APRENDIZAJE

Al final de la sesión, los delegados:

1. conocerán la aplicación de equipos especializados, tales como los generadores de imágenes térmicas,
2. comprenderán el uso de los equipos de corte, de extensión y de elevación.

## DESCRIPCIÓN GENERAL

1. Introducción	
2. Equipos especializados	
3. Equipos de corte, de extensión y de elevación	

## 1. INTRODUCCIÓN

Dependiendo del incidente, puede haber necesidad de requerir equipos adicionales, más especializados. Esta sección aborda los ‘equipos más especializados’ para ser utilizados en una emergencia.

## 2. EQUIPOS ESPECIALIZADOS

Los ‘equipos especializados’ de emergencia, discutidos anteriormente incluyen:

- Generador de imágenes térmicas

*Describe brevemente cada pieza de equipo y su aplicación*

### **Generador de imágenes térmicas**

Un Generador de Imágenes Térmicas es un instrumento altamente sensible, que convierte la radiación infrarroja presente en una escena oscurecida en una imagen visible. El generador de imágenes puede indicar diferencias de temperatura de menos de 0,5°C y es útil en la identificación de fuentes de calor bajo tierra.

La unidad es aprobada Intrínsecamente Segura, y se acciona a partir de un paquete de baterías desechables (que da 4 horas de duración) o a partir de un paquete de energía de batería recargable (que da 6 horas de duración). Al ser encendido, el operador mira en un visor y ve lo que parece como una ‘pantalla de televisión pequeña’; los objetos cálidos y calientes se muestran como ‘sombras de rojo’ – entre más brillante sea el color, es más alta la intensidad de la fuente de calor. Estos equipos han sido utilizados con éxito para identificar las ‘zonas calientes’ (relativas a la combustión espontánea) en las vías de la mina, los rodillos de las cintas transportadoras con rodamientos dañados y rotura del aislamiento en los cables eléctricos.

Para efectos de salvamento minero, es de uso particular en atmósferas cargadas de humo donde la visión puede estar parcial o totalmente oscurecida. Una función principal del Generador de Imágenes Térmicas es la localización de víctimas perdidas, tal vez inconscientes durante un incidente.

**EQUIPOS AUXILIAR DE CORTE, EXTENSIÓN Y ELEVACIÓN.****Corte/Elevación/Extensión**

Cada una de las herramientas hidráulicas discutidas a continuación es operada manualmente por medio de una válvula de tres posiciones abierta – neutral – cerrada cuya palanca de operación vuelve a la posición neutral automáticamente cuando se suelta.

El cuerpo de cada herramienta se fabrica con una alta especificación y fundido en un Aluminio de la Calidad Aeronáutica y tiene la ventaja de ser tanto ligero como fuerte.

El paquete Amkus completo consta de:

- Mandíbulas de apertura de alta resistencia (más cadena de arrastre con accesorios)
- Mandíbulas de corte de alta resistencia
- Herramienta combinada (abrir, cortar y halar) (más cadena)
- Cilindro hidráulico (más barra de extensión)
- 2 Bombas manuales
- 2 juegos de mangueras (5m y 10m)

La especificación de carga para cada herramienta se establece a continuación.

**Mandíbulas de apertura de Alta Resistencia**

Las mandíbulas de apertura de Alta Resistencia son particularmente adecuadas para elevar, extender, separar o mantener cargas, con una fuerza de apertura de hasta 5,5 toneladas en las puntas de los brazos y 7,4 toneladas en el hombro de los brazos. También es capaz de halar o aplastar cargas con una fuerza de cierre de hasta 6,4 toneladas. Esta herramienta viene con un conjunto de cadena, que incrementa su versatilidad.

**Cortador de Alta Resistencia**

El Cortador de Alta Resistencia, comúnmente conocido como el '*Parrot Beak*', es particularmente adecuado para cortar barras, estructuras de bandas transportadoras, pernos, cuerdas y cables que tenderían a deslizarse o saltar al intentar cortarlas con sierras. Corta con una fuerza de hasta 10,4 toneladas en la mitad de las hojas, y las barras o pernos posicionados en la 'raíz' de las hojas pueden ser cortadas con una fuerza máxima de 26,8 toneladas. El 'pico' también es útil para el recorte de distancia de la malla metálica de alta resistencia.



### **Herramienta Combinada**

Como lo sugiere su nombre, la función de esta herramienta es una combinación de las dos anteriores. Puede expandir, separar y retener cargas con una fuerza de apertura de hasta 4,4 toneladas en los extremos. Mientras sus cuchillas de corte son más adecuadas para láminas de metal, haciendo cortes con una fuerza de cierre de hasta 12,4 toneladas en el centro de las cuchillas, también puede cortar varillas o pernos en la “raíz” de las tenazas con una fuerza de hasta 25,4 toneladas. La función de esta herramienta también le permite empujar o halar cargas con una fuerza de cierre de hasta 7,1 toneladas y viene con una cadena dotada de accesorios para una mayor versatilidad.

### **Cilindros hidráulicos**

El cilindro hidráulico es particularmente apropiado para elevar, expandir, separar o retener cargas en las que ya existe una brecha considerable entre las dos superficies, o se ha creado utilizando las mandíbulas de apertura o la combinada. El Cilindro hidráulico es capaz de ejercer una fuerza de empuje de hasta 13,7 toneladas y tiene una fuerza de arrastre de hasta 6,4 toneladas. También tiene una barra de extensión, que aumenta la elevación, extensión o retención potencial.

### **Bomba de Mano y Mangueras de Conexión**

El equipo descrito anteriormente se opera hidráulicamente y se utiliza conjuntamente con un sistema generador manual compuesto por una bomba de mano y mangueras hidráulicas. Todas las conexiones de las mangueras tienen un tipo de conector de ajuste macho/hembra y las mangueras están precargadas con un fluido hidráulico.

Todos los accesorios se fijan de manera automática en el lugar al momento de conectarse y las válvulas esféricas se abren y cierran al momento de conectarlas o desconectarlas con el fin de minimizar la pérdida de fluido. En caso de ser necesario, se pueden incluir mangueras adicionales. Sin embargo, es más beneficioso mantener al operador de la herramienta y al operador de la bomba de mano, tan próximos como la seguridad lo permita durante las operaciones que puedan ser delicadas.

Hay otras unidades de potencia que se encuentran disponibles por pedido al fabricante, pero son de un tipo que no es apto para las condiciones subterráneas (ej. motor pequeño de gasolina) o requieren mangueras de abastecimiento muy largas para conectarlas al rango apropiado de aire comprimido o agua más cercano.

El fluido hidráulico utilizado en los equipos deberá ser del tipo adecuado o podría ocurrir un posible deterioro de los componentes internos. El aceite utilizado actualmente es ‘Tallis Oil’ fabricado por Shell.

### **Bolsas Elevadoras**

Cada paquete está compuesto de:

- Varias bolsas elevadoras con una capacidad de hasta 40t
- Colector de control doble
- Regulador de presión
- 3 x 5m mangueras de conexión
- 2 x 9ltr cilindro de aire comprimido

Las bolsas elevadoras tienen varios tamaños físicos con diferentes capacidades de carga. Las bolsas elevadoras utilizadas para el Salvamento Minero fueron elegidas deliberadamente para soportar la capacidad de carga de hasta 40 toneladas respectivamente.

Las bolsas elevadoras están hechas de Neopreno resistente, reforzado con tres capas de Kevlar. Las superficies externas de la bolsa tienen “abolladuras” para obtener mayor agarre por fricción y la bolsa tiene una “X” amarilla pintada para que la carga esté centrada para una elevación máxima. Cuando están plegadas, las bolsas tienen 2,5cm (1”) de grosor y por lo tanto pueden ser insertadas en espacios estrechos, aumentando su flexibilidad de uso. La versatilidad de la bolsa elevadora les permite no solo elevar sino también extender o separar.

Durante su uso, puede ser necesaria la ubicación de una lámina amplia de acero o madera firme entre la bolsa y la carga, con el fin de prevenir un efecto de “enrollamiento” si la superficie de la carga sobre la que se actuará es pesada pero estrecha (ej. un riel). Esto ayudará a prevenir pérdidas en la eficiencia de la elevación.

### **Colector de Control Dual**

El Colector de Control Dual es utilizado para controlar la operación de inflado/desinflado de una o dos bolsas de aire. La unidad tiene dos líneas de salida que le permiten tener un suministro de aire regulado para inflar cada bolsa de manera independiente. Cada línea de abastecimiento tiene una válvula de inflado, una válvula de liberación automática de presión excesiva y una válvula de desinflado con una salida de aire. Las bolsas de aire se pueden inflar completamente en 20 segundos aproximadamente, si la velocidad es un requisito esencial, o lenta y precisamente para operaciones más delicadas.

### **Regulador de Presión**

La función del “Regulador de Presión” de aire comprimido es utilizado para reducir la presión primaria del cilindro de 137 bar (2000psi) a la presión de trabajo requerida para las bolsas elevadoras de 6 bar (80psi) aproximadamente. El Regulador de Presión solo es utilizado cuando se requiere el suministro de aire comprimido portátil.



La salida del regulador se ajusta bajo condiciones controladas en la superficie y no deberá ser alterada bajo tierra. Si se conecta directamente al suministro de aire comprimido de la mina de carbón, el regulador de presión no será necesario.

### **Mangueras neumáticas**

Las mangueras utilizadas junto con las bolsas elevadoras son mangueras con especificaciones subterráneas con trenzado doble de acero, de 5 metros de largo y equipadas con un acoplamiento de ajuste macho y hembra.

Estas mangueras están conectadas entre el regulador de presión y el colector como cadena de suministro y desde el colector en la bolsa elevadora de aire. Se utilizan como medio de transferencia de potencia.

### **Cilindro(s) de Aire Comprimido**

Este es un sistema de suministro de aire comprimido portátil y por lo tanto es el sistema de suministro de potencia principal en áreas de la mina en las que las redes de aire comprimido de la mina de carbón no han sido instalados.

El cilindro es codificado por colores como 'aire comprimido' que es verde con negro y cuadrantes blancos en el collar. Está equipado con una válvula a la que se conecta el regulador de presión.

El cilindro normalmente está hecho de acero (capacidad de agua de 9ltr) y cargado hasta una presión de 137 bar (2000psi) dando 1200 litros nominales de aire en una carga completa. El cilindro podrá ser transportado en un arnés, que podrá utilizarse en la espalda del socorredor. Un mínimo de dos cilindros se mantiene normalmente con los equipos, haciendo que toda la disposición sea completamente portátil y disponible para ir a cualquier lugar en la mina.

### **Adicionalmente:**

Aunque no es la intención hacerlo, las Bolsas de Elevación también pueden ser infladas por un medio adecuado de agua u otro medio hidráulico, que podrá asumirse como una fuente de energía secundaria.

## **DÍA 8**

### **PRÁCTICA**

## Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Manejar los equipos de Salvamento Minero mientras se hacer un rescate simulado en trabajo de alturas y trata de víctimas.			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Priorizar el uso de equipos de respiracion durante practicas de alturas.			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	150			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b>	<b>Mecanico</b>	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
	<b>SI</b>	<b>Opcional</b>		
<b>Descripcion o Escenario:</b>	<p>El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento desplegada para llevar a cabo un salvamento de un minero que se ha caído de altura. La víctima está sufriendo de síncope de suspensión (inconsciente) debido al uso inexistente de un arnés apropiado. La víctima se ha caído de altura y había estado atrapada durante una hora cuando la cuadrilla de salvamento llegó al sitio. La cuadrilla debe establecer puntos de anclaje apropiados tanto para ellos como para la víctima.</p> <p>Luego, ellos deben realizar un salvamento y recuperar la víctima usando el sistema de salvamento requerido. Ellos deben tratar el síncope y organizar asistencia médica adicional como un asunto de urgencia. Los miembros de la cuadrilla deben realizar un escenario en donde uno de los miembros de la cuadrilla debe realizar un auto-salvamento debido a la falta del kit.</p>			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero suficiente de Equipos de Respiracion para cada alumno</li> <li>• Sistemas de protección anti-caídas</li> <li>• EPP's</li> <li>• Escaleras suministradas</li> <li>• Esfero/Lápiz</li> <li>• Sistemas de protección anti-caídas</li> <li>• Escaleras suministradas</li> <li>• Monitor de gas que será usado probablemente por socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP's</li> <li>• "Maniquí" o "víctima" viva para retirar de las alturas</li> <li>• Dispositivo de comunicación</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	<b>SI</b>			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	<b>SI</b>			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			

## DÍA NUEVE

**DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar las autoevaluaciones de los candidatos)**

### **CONFERENCIA: COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA**

- Desarrollo químico
- Condiciones que propician la incubación y propagación
- Detección
- Prevención
- Métodos de combate
- Desplazamientos de la cuadrilla y marcación de rutas

### **PRÁCTICA**

- El equipo será enviado a aislar una vía de la mina debido a una combustión espontánea. Luego debe desplazarse al lugar donde ha caído el techo y ha quedado atrapado (y aplastado) un trabajador.
- **BG4** – exámenes del usuario, procedimientos de prueba e inspecciones del cuadrillero.
- Uso el **BG4** por más de 120 minutos
- Tomar las lecturas de gases y levantar un mapa de la ruta tomada
- Dar mantenimiento al **BG4**

**COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA - 1****PUNTOS CLAVES  
DE APRENDIZAJE**

Al final de la sesión, los delegados podrán:

1. Comprender el desarrollo químico de la combustión
2. Comprender cómo se desarrolla la incubación
3. Saber cómo detectar y localizar combustiones espontáneas
4. Conocer las medidas de precaución que se pueden adoptar para la prevención de combustiones espontáneas
5. Saber cómo combatir una combustión

**DESCRIPCIÓN GENERAL**

1. Desarrollo químico	
2. Incubación y propagación	
3. Detección	
4. Prevención	
5. Medidas de combate	

## DESARROLLO QUÍMICO

La combustión espontánea se puede definir como el "auto-calentamiento del carbón u otra materia carbonosa, sin la aplicación de calor, hasta que se alcanza el punto de ignición".

Durante este proceso, el carbón u otro material carbonoso absorbe oxígeno del aire circundante a temperatura ambiente y se desarrolla un proceso químico conocido como 'oxidación', el cual produce calor, vapor de agua y diversos gases (principalmente metano, monóxido de carbono, hidrógeno y dióxido de carbono). Si la corriente de aire que pasa a través del carbón no es de una cantidad y velocidad suficiente, el calor producido por el proceso de 'oxidación' quedará retenido dentro del carbón o material carbonoso. Este aumento de la temperatura acelera la velocidad de oxidación, lo que produce más calor y más gases. Este proceso continúa hasta que el carbón u otro material carbonoso alcanza una temperatura suficientemente alta, con lo cual se encenderá.

## CONDICIONES QUE AFECTAN LA INCUBACIÓN / PROPAGACIÓN DE LA COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA

Para que se produzca combustión espontánea, debe haber carbón (o sustancias carbonosas) y aire. Dado que el carbón es la razón de ser de las minas y se requiere aire para ventilar la excavación, es obvio que siempre está presente el potencial para que una combustión espontánea se produzca. En la medida que estos dos ingredientes no pueden ser removidos de una mina de carbón activa, es importante conocer los factores que pueden aumentar la probabilidad de que ocurra una combustión espontánea:

- La naturaleza del manto de carbón explotado puede contribuir al desarrollo de una combustión espontánea. Hay diferentes tipos de carbón (conocidos como rangos). Los carbones de rango superior como la antracita no son muy propensos a la combustión espontánea, mientras que los de bajo rango como el lignito se pueden encender de forma espontánea muy rápidamente.
- El espesor del manto también es un factor influyente, probablemente debido a la variedad de sus componentes, cuando se explotan mantos de mayor espesor el movimiento de los estratos provocado por el mayor vacío creado durante la extracción es más intenso, y es mayor la cantidad de carbón que queda en la parte ya explotada de la mina (estériles).

- La condición del carbón. La cantidad de oxígeno absorbida por el carbón se relaciona con el área superficial del carbón expuesto. El carbón fino presenta condiciones idóneas para su rápida oxidación. Algunas zonas de la mina, tales como los bordes de los pilares, los costados de las paredes, las fallas y las líneas de inicio de los frentes de trabajo en donde se genera carbón triturado y fino, son propicias para la combustión espontánea.
- La profundidad de la excavación. A medida que aumenta la profundidad de la excavación, mayor será la presión de los estratos sobre las paredes y pilares, lo cual contribuye a la generación de carbón roto y fisurado. La temperatura y la presión de la ventilación también pueden influir en la propagación de la combustión espontánea a ciertas profundidades (ver nota sobre el gradiente geotérmico).
- La presencia de piritas de hierro. Aunque no es una causa directa de la combustión espontánea, su presencia en los estratos puede contribuir a la degradación del carbón, en particular cuando las piritas entran en contacto con la humedad y el aire. En su artículo titulado “La Ciencia de los Incendios y Explosiones en Minas”, Hunneyball sugiere que las piritas de hierro se oxidan y se hinchan a medida que se calientan, exponiendo así más carbón al proceso de oxidación

### **Gradiente geotérmico**

A una profundidad de aproximadamente 15 metros, la temperatura de los estratos permanece constante durante todo el año. A esta profundidad, la temperatura asciende a 10°C en promedio. A mayor profundidad, el gradiente geotérmico aumenta 1°C por cada 40 metros. En los estratos de yacimientos de carbón, el gradiente de temperatura es más pronunciado, ya que varía entre 1°C por cada 25 metros y 1°C por cada 35 metros.

## **DETECCIÓN DE LA COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA**

### **Señales físicas**

Con frecuencia, el primer indicio de que se está desarrollando una combustión espontánea es un "hedor de socavón" en el aire (por lo general en el retorno del aire desde el sitio del calentamiento). El hedor a socavón es inconfundible cuando está presente en concentraciones fuertes y se parece al olor de los vapores de combustible. Este olor se produce a medida que el carbón se destila y también puede producir hidrógeno sulfurado (sulfuro de hidrógeno), que tiene un olor muy desagradable. Puede haber variaciones en la cantidad de gases presentes durante este proceso de destilación y esto tiene un efecto sobre el olor producido, que se ha descrito como:



- i) olor a humedad
- ii) olor a petróleo o parafina
- iii) olor aromático tal como el que precede la quema de basuras
- iv) olor a mercaptano, el olor de la quema de basuras activas (o el olor que se le agrega al gas propano para darle su olor característico).

Un fuerte olor a menudo indica que la combustión espontánea está firmemente establecida, aunque ha habido instancias de combustiones espontáneas que alcanzan proporciones graves en algunas minas sin que haya ningún olor inusual reconocible como 'hedor a socavón'. En algunas circunstancias, el olor producido por la combustión espontánea está enmascarado por otros olores producidos dentro de la mina, por ejemplo, en las proximidades de las fallas.

En la primera sospecha de que pueda haber un olor inusual que se asemeje a una combustión espontánea, se debe llevar a cabo una cuidadosa investigación para obtener evidencia concluyente y determinar si efectivamente esta se ha producido.

En las minas que son naturalmente secas, una inspección de los estratos y de los arcos de acero y soportes puede revelar manchas de humedad. Cuando los gases provenientes de las acumulaciones de estéril saturados con vapor de agua se enfrían, se presenta la condensación de la humedad. Esto es más común en superficies metálicas y se conoce como 'transpiración'.

Un brote de sonido, similar al asociado con las presiones del techo, puede ser una indicación de que los estratos están afectados por tensiones, lo cual puede ocurrir si el techo oculto sobre la zona de combustión espontánea se expande debido al calor.

Una inspección simplemente tocando los hastiales de las vías, los mantos, las grietas, los estratos que presentan grietas y fisuras puede revelar puntos tibios o incluso calientes.

La combustión espontánea puede ocurrir sin presentar ninguno de los indicios mencionados anteriormente, y la primera evidencia sería la presencia de vapor o humo que emanan tanto del manto como de los estratos de respaldo.

## ANÁLISIS DE GASES

### Monóxido de carbono (CO)

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. El trabajo de Chamberlain demostró que, sin duda alguna, el monóxido de carbono es el indicador más fiable (y sensible) de la aparición de la combustión espontánea.

Se mide con facilidad y precisión mediante el uso de un sistema de haces de tubos, instrumentación fija o portátil, multidetectores y muestreo para análisis en laboratorio. El monóxido de carbono se forma debido a una combustión incompleta del carbón, pero también se produce en minas por voladuras y emisiones de motores diésel. En el aire fresco solo se encuentran cantidades mínimas como contaminante. Las concentraciones normales de este gas en las distintas áreas de la mina se pueden establecer con facilidad y cualquier desviación de esta normalidad sería un indicio temprano de combustión espontánea.

Por lo general, el monóxido de carbono se comienza a producir durante la oxidación del carbón a temperatura cercana a 40°C. Entre más fácil se oxide el carbón, se produce más monóxido de carbono a temperaturas menores. A medida que ocurre el calentamiento, el nivel de monóxido de carbono aumenta lentamente (los pequeños incrementos pueden tardar varias semanas en ocurrir). Eventualmente se puede detectar una diferencia entre los niveles normales del área afectada de la mina y los de la combustión espontánea. A medida que continúa el proceso, el nivel de monóxido de carbono también aumenta hasta llegar a un punto en el que el nivel de monóxido de carbono aumenta súbitamente. Posteriormente, el ritmo de oxidación disminuye a medida que se agota el contenido de oxígeno en la vecindad inmediata. Sin embargo, la temperatura de calentamiento aumenta en esta etapa y atrae el aire en la ventilación local. Al aumentar nuevamente el oxígeno, se presenta un aumento adicional en la actividad. El objetivo de una detección exitosa de la combustión espontánea es identificar el aumento constante en el monóxido de carbono antes de que llegue al punto en el que se presente el aumento súbito en la cantidad de monóxido de carbono producido.

### **El índice de Graham**

En 1930, J. Ivan Graham propuso inicialmente la relación entre el monóxido de carbono y la deficiencia de oxígeno expresada como un porcentaje como medio para evaluar la severidad de una combustión espontánea. En términos simples, se analiza una muestra de aire. El monóxido de carbono producido por el

calentamiento y el oxígeno absorbido por el proceso de oxidación son usados para obtener un indicio del progreso de una combustión espontánea.

La relación Graham se puede utilizar para determinar la etapa alcanzada por una combustión espontánea, por ejemplo:

Una relación Graham de 0,7 indica una temperatura de al menos 100°C

Una relación Graham de 1,6 o más indica una temperatura mínima de 150°C

Una relación Graham de 2,5 puede indicar una temperatura mínima de 200°C.

### **Hidrógeno**

Este gas se produce a partir de la combustión espontánea a temperaturas entre 100°C y 200°C, dependiendo de la clasificación del carbón. La medición del hidrógeno producido no es un indicador fiable de la ocurrencia de combustión espontánea, pero es altamente preciso en el seguimiento de su avance.

### **Medición de los gases**

La clave para la detección temprana de la combustión espontánea es el control regular o permanente del entorno subterráneo. Las medidas generales se pueden tomar usando instrumentos electrónicos, el sistema de haces de tubos o mediante la toma de muestras para análisis de laboratorio.

### **Instrumentos electrónicos**

Hay una amplia gama de instrumentos electrónicos portátiles y fijos para detectar gases en el entorno general. El principal problema con estos detectores es que las unidades dejan de funcionar si las concentraciones de gases superan el rango del sensor. Principalmente, los instrumentos portátiles se utilizan para obtener lecturas localizadas y así reducir el área de probable presencia de combustión espontánea. Por otro lado, un estudio completo utilizando instrumentos de laboratorio determinará con precisión el sitio que presenta el calentamiento anormal. Siempre se deben tener cuidados apropiados para no exponer ninguno de los instrumentos a lecturas por encima del rango del sensor. Las cabezas del sensor se pueden “contaminar”, evitando así la toma de lecturas adicionales y dañando los instrumentos.

### **Sistema de haces de tubos**

El sistema de haces de tubos es un equipo para la realización de análisis rutinarios de gases y es muy valioso en la detección y el seguimiento de la combustión espontánea. No depende de la energía subterránea y suministra análisis controlados por computadora con calidad de laboratorio. Una ventaja particular del sistema

es su capacidad de monitorear desde detrás de los tabiques de aislamiento. Las muestras también se pueden obtener mediante sondeo en la superficie para un análisis especializado.

### **Análisis de laboratorio**

En este sistema se toman muestras en algunos puntos en la mina y estas se transportan a la superficie, donde se analizan utilizando una gran variedad de instrumentos. En tales circunstancias, el papel de salvamento minero es generalmente la toma y el correcto etiquetado de las muestras, utilizando el equipo adecuado (por ejemplo una bomba CRE con tubo).

*Cabe señalar que si se sospecha la presencia de gas de hidrógeno, se deben utilizar cápsulas (tubos) de acero inoxidable. El hidrógeno reacciona con cuerpos compuestos y produce más hidrógeno, dando así una lectura falsa.*

### **PREVENCIÓN DE LA COMBUSTIÓN ESPONTANEA**

En la fase de diseño:

- a) disposiciones simples que se puedan aislar fácilmente;
- b) el uso de tajos en retroceso;
- c) planificación del diseño en relación con otras excavaciones en diferentes mantos;
- d) Pilares adecuados para evitar trituración excesiva.

Durante la producción:

- a) Salvamento final y aislamiento de los distritos dentro de los tres meses siguientes al cese de la producción
- b) reducir al mínimo las fugas de aire en toda la mina mediante una distribución correcta del aire (especialmente las fugas hacia depósitos subterráneos de estéril donde el carbón fracturado en pequeños fragmentos quedó almacenado con los estériles en lugares mal ventilados)
- c) compuertas, reguladores, tabiques, etc. bien localizados
- d) la presión de la ventilación debe ser estable y la parada de todos los ventiladores debe ser mínima
- e) el avance de los frentes debe ser constante con sólidos pilares de sostén. En mantos de alto riesgo, se debe utilizar un revestimiento sellador junto con inhibidores en los pilares de sostén de la vía, en los pilares de carbón, y en las líneas de inicio de los frentes de trabajo.
- f) los apoyos, especialmente los de madera, no se deben dejar en los pilares de sostén y en el carbón y, a menos que sean tratados de manera especial, no deben ser utilizados como material de relleno.



- g) las vías deben ser lo suficientemente grandes como para mantener la velocidad del aire lo más bajo posible.
- h) los tabiques de aislamiento en el manto de carbón con diferencial de alta presión pueden calentarse cuando la fuga de aire pasa a través del carbón.

## 2. CÓMO COMBATIR LA COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA

### Excavación y retiro

La excavación y retiro puede ser posible en situaciones en las que se conoce la ubicación exacta del calentamiento y cuando esta sea descubierta en las primeras etapas, y está cerca de la vía en el circuito de ventilación de entrada. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se debe evitar. Los principales riesgos son el peligro de encender el grisú y la posibilidad de intensificar el calentamiento mediante el acceso libre de aire. En muchos casos, tras un examen más detallado, se determina que la extensión del calentamiento es mucho mayor de lo esperado y por lo tanto son necesarios otros métodos de tratamiento.

### Agua

El agua solo se debe utilizar con mucho cuidado. El polvo que rellena las grietas puede deslavarse, agravando el ingreso de aire y por consiguiente, el calentamiento. La reacción del agua sobre el carbón caliente puede producir gas de agua, que es en sí explosivo y también contribuirá a incrementar la humedad y el peligro de quemaduras. Si la pendiente del manto es favorable, se puede utilizar el agua para inundar la zona de calentamiento, lo cual enfría y sofoca el incendio.

### Revestimiento de vía

El aire puede ser excluido con el fin de amortiguar el calentamiento ya sea rociando un revestimiento sellante o revistiendo con yeso o con materiales a base de cemento retenidos mediante encofrados. Aplicar el material por aspersión es el método más rápido, pero no el más efectivo. Si no se sellan todos los vacíos con efectividad, esta operación puede involucrar la búsqueda de pasos de aire de un área a otra.

El encofrado debe instalarse desde abajo en piso sólido hasta sobrepasar la altura del manto. Donde todo el perímetro requiere revestimiento puede ser necesario instalar un segundo conjunto de arcos de acero de menor altura dentro de los arcos originales, revestirlos y rellenar el vacío entre ellos bombeando 'hardstop' u otro material apropiado.

## Inyección de gel de bentonita

El objetivo del 'bougeeing' es rellenar las grietas, fracturas y vacíos en los estratos y pilares de sostén. Se perforan agujeros de 2 a 6 metros de longitud y 50 mm de diámetro en la vía/estrato. Se colocan tuberías en la boca de las perforaciones, las que están selladas en su boca libre. Antes del bombeo, se retiran los sellos y se bombean materiales cementosos a presión a través de estos agujeros en los estratos.

## Inyección de nitrógeno

Usando este método, el nitrógeno (un gas inerte) se transporta a la superficie de la mina y se bombea bajo tierra a la zona afectada a través de las tuberías con el fin de detener la propagación de la combustión espontánea (a través de la disminución de oxígeno y enfriamiento). Este es un método costoso para combatir la combustión espontánea y el costo de su utilización debe sopesarse frente a los beneficios que se pueden obtener. El principio de funcionamiento es tratar de inundar la zona de combustión con nitrógeno, lo cual debe limitar o excluir el contenido de oxígeno en la zona de calentamiento y SOFOCAR efectivamente el fuego. Los beneficios de usar nitrógeno son los siguientes:

- a) Puede permitir que la producción continúe o se salve en un sector con una combustión espontánea incipiente.
- b) Puede acelerar el proceso de extinción de la combustión espontánea o un incendio después de la instalación de tabiques de aislamiento.
- c) Puede ayudar en la reapertura o reapertura parcial de un sector.

## Dióxido de carbono

Como gas inerte, el CO<sub>2</sub> se puede utilizar de una manera similar al nitrógeno. Sin embargo, el CO<sub>2</sub> es más pesado que el aire y se deposita en lugares bajos. Por lo tanto, se puede usar donde la pendiente del manto ayude a dirigir el gas inerte hacia el calentamiento o donde los tabiques puedan contener el gas en ese lugar.

## Motor de reacción – GAG

Con la instalación de un GAG subterráneo, el efecto es el mismo que el de la inyección de nitrógeno. El GAG quema todo el oxígeno en la ventilación de la mina que pasa a través del mismo. Esto crea una atmósfera deficiente en oxígeno que no soporta la combustión, con lo que la combustión espontánea se extingue.

Nota: una vez que se ha controlado una combustión espontánea mediante la inyección de nitrógeno o dióxido de carbono o el uso del GAG, es importante que se adopten otras medidas de control como el aislamiento de las vías o el traslado del frente, ya que es muy probable que la combustión espontánea vuelva a ocurrir cuando se vuelva a introducir oxígeno. Es importante entender que se requiere tiempo para disipar el calor en los estratos que rodean la ubicación de la combustión espontánea. A menos que se inunde la zona, esta se debe

enfriar por debajo de la temperatura de ignición para garantizar que el fuego no vuelva a empezar inmediatamente. A menudo, este periodo puede ser de 100 días o más para un incendio bien desarrollado.

### Aislamiento (Tabiques)

Este método, en muchos casos es la última opción, y se usa para prevenir que la combustión espontánea se convierta en un incendio y así minimizar su propagación que puede tener un impacto significativo en la producción de la mina y en la seguridad de los trabajadores. Se deben instalar tabiques con el fin de limitar el flujo de oxígeno a la zona de calentamiento y, si se utilizan junto con el nitrógeno, pueden acelerar el proceso de extinción de la combustión espontánea o del incendio.

## COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA - 2

### PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE

Al final de la sesión, los delegados podrán:

1. Entender por qué se seleccionan los sitios para el aislamiento y cómo se construyen los sitios preparados.
2. Conocer los principales tipos de tabiques empleados en la actualidad en cuanto a su construcción y los materiales utilizados
3. Entender los tipos y el uso de tubos de acceso
4. Entender por qué se utilizan tubos de muestreo y drenaje
5. Conocer la importancia del aislamiento simultáneo
6. Entender la necesidad del equilibrio de presión
7. Conocer las precauciones de seguridad que se deben tomar al aislar un incendio o una combustión espontánea

### DESCRIPCIÓN GENERAL

1. Introducción	
2. Selección de sitios y sitios preparados	
3. Tipos de tabiques	
4. Construcción	
5. Tubos de acceso y tubos de suministro	
6. Sellado simultáneo	
7. Equilibrio de presión	
8. Disposiciones varias	

## INTRODUCCIÓN

Un tabique de aislamiento, como su nombre indica, se utiliza bajo tierra para evitar (o detener) el paso del aire más allá de ese punto y por lo tanto se utiliza para desviar el circuito de ventilación que fluye a través de la mina.

Se emplean en la mina por varias razones y las siguientes son las más comunes:

- a) Prevenir acceso
- b) Desviar aire hacia otras partes de la mina
- c) Suspender y aislar obras viejas y abandonadas
- d) evitar que una explosión pase través de la mina o se dirija a los depósitos subterráneos de estéril
- e) Aislar una zona que contiene un incendio o combustión espontánea

y se pueden construir utilizando diferentes materiales, dependiendo de la tarea que tengan que realizar. El ejemplo que vamos a discutir consiste en el uso de 'tabiques de aislamiento' para aislar una zona que contiene un incendio o combustión espontánea activa, que es la razón más común para la participación de Salvamento Minero.

Una vez que se ha establecido que no se puede controlar un incendio subterráneo o calentamiento espontáneo con los métodos normales de ataque directo, o que la presencia de gases inflamables u otras circunstancias pueden dar lugar a condiciones peligrosas en la zona del incendio, puede ser necesario retirarse y controlar la situación mediante el aislamiento de la zona afectada dentro de la mina. Este método de control emplea el uso de los tabiques de aislamiento, también conocidos como cortafuegos o tabiques.

El objetivo de un 'tabique de aislamiento' puede ser doble:

1. Sofocar el incendio o calentamiento al impedir el flujo de aire dentro de la zona afectada, privando efectivamente al fuego de oxígeno, y
2. En el caso de una explosión, poder contener de forma satisfactoria cualquier explosión.

Después de aislar cualquier zona donde se esté desarrollando un incendio, siempre existe el riesgo de que una acumulación de grisú o la recirculación de los 'productos de la combustión' puedan llegar hasta la llama abierta y causar una explosión. Por lo tanto, el 'tipo' de tabique seleccionado siempre debe tener esto en cuenta.

No es fácil de evaluar con precisión la intensidad de una explosión, pero los experimentos han demostrado que un tabique a prueba de explosiones debería ser capaz de soportar y contener presiones de entre 350 y 850 kN / m (50 a 120 psi).



## 2 SELECCIÓN DEL SITIO DEL TABIQUE

Si se toma la decisión de ‘sellar’ un sector, la siguiente etapa de la operación consiste en seleccionar un sitio apropiado para el tabique. Hay varios factores que influyen en el proceso de toma de decisiones y por lo tanto tienen que ser considerados. Estos incluyen los siguientes:

**Grisú.** Todas las minas de carbón producen grisú de forma natural. Por lo tanto, es una **ventaja** saber cuál es la tasa de producción de grisú para esa zona. Esto va a determinar el lugar de ubicación del tabique en relación con el incendio. En general, cuanto mayor sea la tasa de emisión de grisú, será mayor la distancia que debe separar el tabique de la fuente de peligro.

- **Ventilación.** Esta se puede relacionar directamente con la producción de grisú en la medida en que la cantidad y distribución de ventilación durante la construcción de un tabique es necesaria para diluir y mantener los niveles de grisú por debajo de los límites explosivos inferiores por motivos de seguridad.
- **Estratos.** Se debe tener en cuenta los estratos que rodean el sitio de barricada propuesto. Es más beneficioso excavar los cimientos en suelo sólido que en suelo fragmentado a causa de las fugas (de aire y lodo).
- **Inclinación.** Siempre es preferible construir el tabique en un suelo nivelado que en uno inclinado. Algunas de las razones son: la cabeza hidráulica (presión sobre uno de los muros), ‘cabezales’ de bombeo y acumulaciones de grisú.
- Las **condiciones ambientales** han de tenerse en cuenta particularmente en ductos de ventilación de retorno contaminados, ya que reduce considerablemente los tiempos de uso debido a la temperatura/humedad del lugar. Esto se puede ver agravado por el humo en la atmósfera, lo que limita la visión. Esta situación aumentará el tiempo de construcción y, consecuentemente generará condiciones de trabajo más duras para portadores de los equipos de respiración.
- El **transporte** de materiales al sitio también se debe tener en cuenta, ya que el acceso cerca de la obra de construcción reducirá la necesidad de transporte manual de equipos y materiales.
- **Servicios públicos.** Disponibilidad de electricidad y agua en relación con la colocación de las máquinas.

- **Riesgo de explosión.** Si hay una posibilidad de explosión, se deben adoptar medidas para contrarrestarla y proteger la mano de obra, como, por ejemplo, polvo de piedra o barreras inclinadas de agua.
- **Además,** también se tiene que tener en cuenta la 'selección del sitio' para la posible adición de 'cámaras de equilibrio de presión' con el fin de evitar o reducir al mínimo las fugas de aire.

Estos aspectos se estudian normalmente estando en la superficie donde la información esté disponible o los especialistas pertinentes puedan acceder a ella. Sin embargo, una vez que se ha sido seleccionada la ubicación, es aconsejable que un funcionario o empleado de salvamento experimentado examine físicamente la zona para determinar su posición exacta.

### 3. TIPOS DE TABIQUES DE AISLAMIENTO

Hay tres tipos de tabiques de aislamiento universalmente aceptados por tener una construcción sólida y suficiente para satisfacer los criterios mencionados anteriormente:

- a) con bolsas de arena
- b) de agua
- c) monolíticas

#### Barricadas con bolsas de arena

Como su nombre lo indica, este tipo de barricada se construye utilizando sacos llenos de arena dispuestos en la modalidad de sogas y tizón, atravesando la vía para formar un relleno hermético de la longitud requerida. Aunque el concepto es simple, son físicamente difícil de construir para los miembros de la cuadrilla de salvamento y son altamente intensivos en mano de obra, ya que se deben colocar alternando entre posiciones verticales y horizontales para formar un paquete apretado y dar fuerza integral. Si el objeto del tabique es contener una explosión, se deben colocar vigas de acero en forma de 'H', tanto vertical como horizontalmente para lograr mayor resistencia.

Normalmente se deja un túnel al nivel del suelo con el fin de permitir el acceso entre los dos muros en construcción y mantener la ventilación durante el proceso. Por razones de seguridad, el túnel se cierra con bolsas de arena al terminar la barricada principal. Vale la pena señalar que a medida que se secan los sacos de arena, serán propensos a 'desplomarse', lo cual puede causar espacios para fuga de aire, en particular entre la parte superior del tabique y el techo.



En la actualidad, este tipo de tabique se usa muy raramente para aislar un área, ya que no solo son altamente intensivos en mano de obra, sino que también toman mucho tiempo. Sin embargo, es posible que sean considerados cuando la mina cuente con instalaciones limitadas en relación con el suministro de electricidad y agua.

#### Barricada de agua

Esta es quizás la forma menos intensiva en mano de obra de construir un tabique. Este método utiliza la geología natural del manto donde se permite que las cavidades (que están presentes en la vía) se llenen con agua y se cree un tabique hermético al aire. Tiene la ventaja añadida de poder ser "construido por control remoto"; el tabique puede ser colocado simplemente permitiendo que el agua corra hacia una 'cavidad' o, alternativamente, mediante bombeo en esa dirección.

Los problemas principales de este método son los siguientes:

- a) El tiempo que puede tomar llenar estas cavidades naturales, ya que las cantidades de agua requerida pueden ser significativas.
- b) Los movimientos geológicos pueden generar un drenaje natural del agua y permitir que el aire reingrese a la zona aislada.

#### **Tabique monolítico**

Este es el tipo más común de tabique que se utiliza actualmente bajo tierra en las minas. El principio de construcción es construir dos muros (frontal y posterior) y rellenar del vacío con una anhidrita líquida o material a base de cemento para crear un tapón impenetrable. El material cementoso se puede mezclar y se bombea desde una estación remota o se transporta bajo tierra en bolsas de 25 kg y se mezcla con agua cerca al sitio de sellado en máquinas de colocación especiales. Estas máquinas bombean la mezcla líquida a través de una manguera de donde descarga al vacío. El trabajo manual y el tiempo de construcción se reducen considerablemente mediante la adopción de este método.

#### ***Las ventajas de adoptar este método se resumen a continuación:***

- El medio de sellado se mezcla y se bombea en el sitio (o desde un punto remoto), lo que implica una reducción proporcional en tiempo y costos.
- Los muros solo tienen que ser lo suficientemente fuertes como para contener la lechada hasta que se haya solidificado para soportar su propio peso (generalmente 20-30 minutos). Por lo tanto, los materiales de construcción son generalmente ligeros y pueden ser transportados fácilmente al sitio.

- Debido a los avances tecnológicos, el material de relleno se puede bombear desde una distancia considerable; por lo tanto, un menor número de personal estará expuesto a peligros durante el tiempo de construcción.
- El material anhidrita o cemento bombeado al interior del tabique fluirá a las grietas o fisuras en los estratos, sellando de esta manera posibles vías de fuga

### 3. CONSTRUCCIÓN

Como se comentó anteriormente, el tipo más común de tabique es el de tipo 'monolítico' y, por lo tanto, es el que discutiremos con más detalle.

La fase de construcción se puede dividir en 4 secciones, las cuales se describen con más detalle a continuación:

- a. Excavación de zanjas
- b. Construcción de muros de contención
- c. Relleno del tabique
- d. Llenado a tope

#### **Excavación de zanjas:**

Es esencial preparar el terreno adecuadamente antes de la construcción de los muros de contención. Por eso es necesario, una vez que se haya seleccionado el sitio para los muros frontal y posterior, eliminar todo el material de revestimiento de la vía, como el revestimiento de madera, las chapas de acero, la malla soldada y las losas de revestimiento de hormigón. Esto permite el acceso al estrato, el cual se debe excavar una profundidad de 300 mm o hasta encontrar suelo sólido. Este proceso de 'zanjado' se lleva a cabo no solo en el suelo, si no en ambos lados de la vía y en su caso en el techo con el fin de dar una buena base en la que se puedan construir los muros de contención.

#### **Construcción de los muros de contención:**

Después de retirar todos los equipos e instalaciones de servicios públicos innecesarios tales como carriles, estructura de transporte, tuberías, etc. de la zona preparada para el tabique, la operación procederá con la construcción de los muros de contención.

Estos muros de contención son, por definición, dos paredes construidas a lo largo de la vía a una distancia calculada con anterioridad, siendo su finalidad contener el material de relleno hasta que se haya solidificado. Pueden construirse utilizando diversos materiales, entre los cuales se destacan: madera, paneles de gypklith, ladrillos o planchas de acero prefabricado.



### Para construir los muros utilizando maderas y tablas

Una serie de postes de madera se colocan verticalmente desde la parte inferior de la zanja al techo con una ligera inclinación hacia afuera en la parte superior, dando forma de cuña. Los postes se unen entre sí mediante miembros transversales clavados horizontalmente a lo largo de la vía para formar un fuerte entramado de madera. Al clavar las tablas hacia el interior de la madera, se completará el muro. Para garantizar un sellado eficaz y evitar fugas, se debe verter una mezcla suelta de cemento o yeso y agua (o materiales de espuma aprobados) sobre las tablas, lo que garantiza el sellado de todos los agujeros, sobre todo alrededor del perímetro.

### **Relleno del tabique:**

Existen varias marcas de material de relleno que se pueden elegir en la actualidad. Sin embargo, el método de relleno es esencialmente el mismo.

Este método utiliza una máquina accionada eléctricamente de mezcla y bombeo para cemento o yeso seco que se carga en una tolva superior, la cual entrega el material seco (por tornillo de Arquímedes) a un tanque de mezcla, en donde se añade agua (en cantidades predeterminadas) y se mezclan ambos ingredientes.

Una vez mezclada, la lechada resultante se bombea desde la máquina mediante una bomba integral D6 al sitio de sellado. El modo de entrega es o bien a través de una manguera de 25 mm reforzada o más comúnmente a través de una manguera contra incendios de 65 mm.

### **Llenado a tope:**

Las tuberías de llenado a tope y de ventilación son tuberías de acero de 50 mm de diámetro cortadas a la longitud adecuada e instaladas a través de la pared frontal (o posterior). Estas tuberías están colocadas estratégicamente con el fin de alcanzar el punto más alto del tabique (tubería de tope estará instalada ligeramente por encima).

La lechada continuará fluyendo hacia el tabique desde una manguera abierta hasta que el punto más alto de la parte frontal (o posterior) del muro. A partir de entonces, se utiliza el tubo de llenado a tope (para relleno de final) y de respiración (para liberar el aire). Se detiene la bomba de la mezcla y la manguera de suministro se conecta a la tubería de llenado a tope. Todos los demás accesos se sellan y la bomba comienza a operar. A medida que la lechada llena el tabique, comenzará a salir por la tubería de ventilación, lo cual indica que el vacío está casi lleno. En ese momento, la tubería de ventilación estará sellada, el tabique estará **'presurizado'**

y la tubería de llenado a tope estará asimismo sellada. Al finalizar el proceso, se descarga agua limpia a través de la bomba y las mangueras para asegurar que no haya acumulación de material en el sistema de entrega.

#### 4. TUBOS DE ACCESO Y TUBERÍAS DE SERVICIO

Hay diversos tipos de tuberías que se instalan en un tabique por diferentes motivos, los cuales incluyen los siguientes:

- a) Tubos de acceso
- b) Tuberías de muestra
- c) Tuberías de liberación de agua

##### **Tubos de acceso**

Existen varios tipos de tubo de acceso: ARMCO, 1m SQUARE, BRAITHWAITE. A pesar de ser elaborados por diferentes fabricantes, esencialmente cumplen las mismas funciones:

- *Mantener la ventilación* - Durante la construcción de una barricada, es importante reducir la posibilidad de una explosión al mínimo. Esto se logra mediante la incorporación de un "tubo de acceso" a lo largo de los muros de tabique que permite que circule ventilación suficiente sobre la zona del incendio con el fin de diluir cualquier acumulación peligrosa de gases.
- *Permitir el acceso al muro posterior* – Durante la construcción, es necesario tener acceso al muro posterior del tabique para verificar que no haya fugas durante la etapa de bombeo. También puede ser necesario tener acceso más allá del muro posterior para erigir barreras de polvo de piedra y proveer una protección adicional contra explosiones durante la construcción.
- *Lavado de mangueras* – Durante la etapa de bombeo, es aconsejable limpiar las mangueras de vez en cuando con agua limpia, lo cual se puede hacer a través del tabique para mantener limpio el sitio de construcción.
- *Permitir el sellado simultáneo ver sección 5 más adelante*
- *Facilitar la reapertura de una zona aislada*– Algunos tipos de tubos de acceso son lo suficientemente fuertes como para resistir una explosión. Estos tubos de acceso tienen compuertas de sección pesadas que se cierran para proteger contra una explosión si llega a darse después de que se haya completado el tabique. Las compuertas pueden, por supuesto, ser utilizadas en una etapa posterior en una operación

para volver a abrir el sector, o se puede llenar el tubo se entre las compuertas si hay pocas posibilidades de reingresar.

#### **Tuberías de muestreo:**

Se instalan a través del tabique de aislamiento para permitir la toma y análisis de una muestra de la atmósfera en la zona aislada. Este análisis dará una mejor indicación de las condiciones en el costado de la excavación en relación con los incendios, las combustiones espontáneas y los gases combustibles presentes.

Normalmente, se instalan en pares, en un punto aproximadamente dos tercios de la altura del tabique y se extienden 2m y 20m, respectivamente, hacia el costado de la excavación del muro posterior (para controlar el 'efecto de la respiración'). La tubería de muestra es un tubo de cobre de 6 mm equipado con un juego de válvulas en el muro en dirección contraria al frente y está recubierto por un tubo de acero de 50 mm para proporcionar la protección necesaria.

#### **Tubería de liberación de agua:**

Se instalan en la barricada con el fin de evitar un aumento sustancial de agua detrás del muro de entrada, lo cual puede erosionar los cimientos o acumular una carga hidráulica y dañar la estructura.

El número de tubos de liberación de agua a utilizar depende del volumen de agua que se debe descargar. Normalmente es suficiente un solo tubo de liberación de agua, con una longitud de 150 mm de acero instalada a nivel del suelo con una trampa en forma de 'U' montado en el muro en dirección contraria al frente. Es imperativo, que, al instalar una tubería de alivio de presión de agua, la trampa en forma de 'U' esté llena de agua en todo momento. De lo contrario, existe la posibilidad de que el gas puede migrar desde detrás del tabique. Existen instancias donde se han construido trampas de sedimentos a lo largo de la vía en dirección hacia la excavación del tabique donde se monta la tubería de alivio de presión de agua. Esto ayuda a mantener el muro posterior seco y evitar sedimentos en la tubería de alivio de presión de agua.

N.B. Se pueden instalar tuberías en un tabique por otras razones, por ej. sistema de drenaje de metano, pero se considera que los discutidos anteriormente son los que se utilizan con más frecuencia.

### **5. AISLAMIENTO SIMULTÁNEO**

Durante las operaciones de aislamiento que involucren grandes incendios, si una barricada se termina antes que otra, el incendio suele atraer su propia ventilación, lo que eventualmente produciría una acumulación de los 'productos de combustión' en esa zona.

Estos 'productos de combustión', al no tener a dónde ir y no tener medios de dilución pueden devolverse a la zona del incendio y aumentar el riesgo de una explosión.

Con el fin de minimizar este riesgo, se instalan tubos de acceso en los tabiques, incluyendo puertas con mamparas y bisagras capaces de soportar una explosión. Estas puertas se dejan abiertas hasta terminar todos los tabiques, permitiendo que la ventilación natural diluya los gases peligrosos que se puedan acumular y así reducir la posibilidad de una explosión. Las operaciones finales de aislamiento deben planearse con cuidado y todos deben conocer la importancia de cerrar las puertas simultáneamente. Esto se logra con una buena comunicación entre los sitios de la barricada y un punto de control central, usualmente la base de aire fresco. La orden para cerrar las puertas se dará desde el punto de control a ambos o todos los sitios de aislamiento simultáneamente.

Al terminar esta tarea, se instalarán las puertas de salida y la barricada se aislará; posteriormente, todo el personal se retirará a la Base de Aire Fresco.

Al terminar cualquier aislamiento simultáneo, se debe evacuar la mina durante un periodo mínimo de 24 horas (durante este tiempo, la probabilidad de que ocurra una explosión en el área aislada es mayor), y normalmente se instalarían equipos electrónicos de medición para monitorear si ocurrió una explosión. Una vez que el ambiente detrás de los tabiques sea inerte es decir, no pueda ser explosivo sin oxígeno adicional, el peligro de explosiones se habrá reducido. Sin embargo, los tabiques todavía pueden "respirar", lo cual permite el paso de pequeñas cantidades de aire en la zona aislada. Si esto se evita o se supervisa periódicamente, se permite un tabique de 50 psi; si no se realiza seguimiento, se requiere un tabique de 120 psi.

## 6. EQUILIBRIO DE PRESIONES

Debido a que el tabique de aislamiento nunca será completamente hermético (no importa cuán sólidamente se construya y cuánto se inyecten los estratos circundantes), es probable que exista un movimiento del aire a través de los estratos o del tabique que está influenciado por cualquier diferencia de presión entre la entrada y el retorno. Siendo este el caso, a veces es necesario minimizar o eliminar la diferencia de presión en el frente de los tabiques. Este proceso es conocido como el "equilibrio de presiones".

El equilibrio de presión se consigue mediante ajustes realizados en el sistema de ventilación o mediante la instalación de una cámara de equilibrio de presión en dirección opuesta al tabique o trampa de aire. La cámara de compensación (1trampa de aire) es básicamente un muro construido a pocos metros de distancia del frente del tabique para crear una cámara tan hermética como sea posible. Esta cámara se suministra con



una presión positiva o negativa, con el objetivo de igualar la presión en las dos caras del tabique, anulando así el movimiento del aire ya que no hay diferencia de presión.

Este 'equilibrio' se puede lograr ya sea mediante la instalación de una tubería sellada entre cada cámara de compensación, o mediante el uso de motores de aire o, en casos graves, con ventiladores a máxima potencia.

## 7. DISPOSICIONES VARIAS

**Longitud del tabique de aislamiento:**

La longitud de una barricada se define a continuación, y especifica tanto la técnica de construcción como la longitud de un tabique entre una entrada principal y un conducto de ventilación de retorno.

Con respecto a la regulación anterior, la longitud de un tabique se calcula normalmente utilizando una fórmula probada y confiable conocida como la "Fórmula de Willett". El Dr. Willett calcula que para contener una explosión, el grosor o la longitud del tabique debe ser relevante con respecto a la altura y el ancho de la vía en el que se construye. Por lo tanto, después de extensas pruebas, calculó que la **ALTURA** de la vía, debe añadirse al **ANCHO** de la vía y la cifra resultante se debe dividir por 2 y se **suma 0,6 m**.

Ejemplo: Calcule la longitud del tabique utilizando la fórmula de Willett si las dimensiones de la vía son altura de 3 m y ancho de 5 m.

$$\frac{H + W}{2} + 0,6 = \frac{3 + 5}{2} + 0,6 = 4 + 0,6 = \underline{\underline{4,6 \text{ m}}}$$

Según el cálculo, la longitud del tabique en una vía de 3 m de altura y 5 m de ancho es **4,6m**.

**Símbolos:**

Los sitios de los tabiques de aislamiento están generalmente marcados en los planos de la mina utilizados por las cuadrillas de salvamento. Los símbolos utilizados son:

- a) Los **tabiques** están representados por dos líneas paralelas verticales que cruzan la vía en ángulo recto.
- b) Los tabiques (**a prueba de explosiones**) están representados por dos líneas paralelas verticales que cruzan la vía en ángulo recto y seis líneas verticales más cortas.
- c) Los **sitios elegidos para un tabique** (SSS) están marcados en los planos de la mina para mostrar sitios que han sido seleccionados debido a su posición en una vía principal o conducto que lleva a los sectores más grandes.
- d) Los **sitios preparados para un tabique** (PSS) están marcados para mostrar dónde se han realizado los trabajos de preparación para la construcción del tabique. El tipo de trabajo de preparación realizado incluiría el retiro del revestimiento de la vía alrededor de su periferia y un



tabique con lechada para formar un contacto estrecho entre el techo del piso y los lados. A menudo, una viga de acero laminado RSJ puede ser instalada para soportar la sección superior de la pared.

Además de los anteriores, las iniciales "ED" (del inglés, *emergency dump*) denotan los botaderos de emergencia que a menudo se incluyen en los planes de salvamento. Esto significa que en ese lugar hay un suministro de materiales de construcción bajo tierra.

## **DÍA 9**

### **PRÁCTICA**

## Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Manejar los equipos de Salvamento Minero mientras se hacer un rescate simulado en condiciones de combustión espontánea.			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Priorizar el uso de equipos de respiracion durante la preparaicon de un tabique en una vía de la mina debido a una combustión espontánea. Luego debe desplazarse al lugar donde ha caído el techo y ha quedado atrapado (y aplastado) un trabajador minero.			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	420			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b> SI	<b>Mecanico</b> Opcional	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor debe crear un escenario basado en una cuadrilla de salvamento se desplaza por una minera y que está aptamente equipada para crear las paredes de retención para un aislamiento a prueba de explosiones. Ellos deben simular el trabajo en aparatos de respiración en 3000ppm de monóxido de carbono. La cuadrilla debe preparar el sitio (escavar) para las paredes de retención. Una vez completada esta tarea, la cuadrilla debe iniciar el viaje de retorno a la base al aire libre. La cuadrilla entonces será redireccionada a un colapso de techo con una víctima atrapada en el borde del colapso. La cuadrilla seguirá operando en 3000ppm de monóxido de carbono. La víctima debe estar equipada con equipos de reanimación. La cuadrilla debe asegurar el área del colapso del techo e instalar soportes temporales. La víctima luego será retirada del área de caídas y sus lesiones (fractura en pantorrilla y cortes) serán tratadas. Una vez la víctima haya sido estabilizada, el reanimador debe ser retirado y ser reemplazado por un equipo de escape de oxígeno químico. La víctima luego será transportada a una base al aire libre.			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número suficiente de RPE por alumno en el curso</li> <li>• Sistema anti empañante para visores de las máscaras</li> <li>• Número suficiente de compresas de hielo para el "refrigerador"</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Tarjeta indicadora del cuadrillero</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Monitor de gas que probablemente será utilizado por los socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Equipo de escape de oxígeno químico</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP's</li> <li>• "Maniqui" o "víctima" viva para cargar en la camilla y transportarla</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	SI			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	SI			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			

## DÍA DIEZ

DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar la Autoevaluación del candidato)

### Teoría

Explosiones mineras y sus efectos

### PRÁCTICA:

La cuadrilla debería ser desplegada para entrar a una mina luego de una explosión con múltiples mineros perdidos y un mínimo de dos accidentes.

Usar equipos básicos de la cuadrilla de salvamento

- Monitor ambiental
- Camillas y accesorios
- Resucitador de oxígeno
- Higrómetro giratorio
- Kit de primeros auxilios
- Comunicaciones
- Bolsas de elevación
- Equipo de corte, elevación, arrastre y apertura o separación

La cuadrilla debería tener que decidir sobre la prioridad de la víctima (triaje), libere a las víctimas de la infraestructura de la mina. Curar y transportar por medio del humo espeso.

Evaluación del curso final y graduación

PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE	<p>Para el final de esta sesión, los candidatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocerán los ingredientes de una explosión y entenderán las medidas preventivas;</li> <li>• Conocerán las fuentes de ignición de una explosión y entenderán las medidas preventivas;</li> <li>• Entenderán la evidencia que debe recogerse luego de una explosión bajo tierra.</li> </ul>
-----------------------------	--

## RESUMEN

1. Introducción – Triángulo del Fuego/Explosión	
2. Ocurrencia(s) de cada ingrediente del triángulo explosivo en una mina de carbón	
3. Medidas Preventivas	
4. Características de una explosión	
5. Examen / investigación de trabajos luego de una explosión	

## 1. EL “TRIÁNGULO” DE LA EXPLOSIÓN

### Definiciones:-

Combustión: ‘Una reacción química acompañada por la producción de calor’

Explosión: ‘Combustión muy rápida durante la que se alcanzan temperaturas extremadamente altas’

Para que ocurra un incendio debe haber tres ingredientes presentes en las cantidades correctas en el tiempo correcto, y estos son:

- a) combustible
- b) calor
- c) oxígeno

Este es conocido como el “triángulo de la combustión”; remover solo uno de estos componentes del triángulo impedirá que ocurra un incendio o apagará el incendio.

Para que ocurra una explosión, también se requiere que tres elementos estén presentes, estos son:

- a) una sustancia explosiva
- b) una fuente de calor/ignición
- c) oxígeno

Ambos triángulos son muy similares. Sin embargo, la combustión asociada con una explosión es más rápida. Esto se debe a dos factores conocidos como *Suspensión* y *Confinamiento*.

Una de las sustancias explosivas más comunes encontradas bajo tierra es el gas metano y este se encuentra normalmente en *Suspensión* en el aire. Pequeñas partículas de polvo de carbón también se pueden encontrar en suspensión, pero esto puede deberse a una ráfaga súbita de aire o eventualmente a una caída del techo que produce el mismo efecto.

El *Confinamiento* mantiene al metano y/o a las partículas de polvo de carbón en proximidad cercana una a otra luego que sean puestas en suspensión. Esto permite una rápida transferencia de calor permitiendo así que la explosión se propague.

La combinación de suspensión y confinamiento en conjunto con oxígeno, una fuente de ignición y la sustancia explosiva, diferencian así una explosión de un incendio.

Dentro del “triángulo de explosión”, la remoción o reducción significativa de alguno de los tres ingredientes principales que impide la posibilidad de una explosión no es suficiente para confiar como un resguardo. El enfoque del ingeniero minero siempre deberá ser reducir o eliminar dos o más de estos componentes, los cuales son usualmente “la presencia de una sustancia explosiva” y la “fuente de calor”.

## 2. OCURRENCIA(S) DE CADA INGREDIENTE DEL “TRIÁNGULO EXPLOSIVO” EN UNA MINA DE CARBÓN

### Sustancias explosivas

#### a) Metano

Este es el constituyente más frecuente involucrado en una explosión en una mina de carbón. Se desprende naturalmente de los mantos de carbón y es controlado normalmente por medio de la dilución en la ventilación general de la mina y por medio del drenaje de metano. Ya que el metano es más ligero que el aire, éste tenderá a acumularse cerca al techo y se acumulará en las cavidades del techo o lugares en donde la ventilación es limitada como en las acumulaciones de estériles y en antiguas vías en desuso. En rutas inclinadas podrá haber una posibilidad de superposición de gas.

#### b) Polvo de carbón

El polvo de carbón se produce por e las operaciones de corte de carbón, , cintas transportadoras y operaciones de voladura. El polvo de carbón se transporta por medio de la ventilación de la mina y es depositado en pisos, vigas, arcos, etc. Es muy raro que el polvo de carbón inicie una explosión por sí mismo, pero su presencia en todas las partes de la mina y su capacidad para esparcirse fácilmente en el aire, puede influenciar tremendamente la intensidad y dispersión de la explosión.

#### c) Gas de agua, hidrógeno, vapores de aceite combustible e hidrocarburos

El gas de agua, hidrógeno, los vapores de aceite combustible y los hidrocarburos formados por la descomposición de aceites no son fuentes frecuentes de combustión explosivas pero sin embargo son riesgos potenciales por derecho propio. El gas de agua es producido normalmente al usar agua como un medio de enfriamiento durante las operaciones conrainscendios. El agua está compuesta de hidrógeno y oxígeno y en ciertas circunstancias ambos gases pueden ser liberados debido al calentamiento del agua. El hidrógeno y le oxígeno constituyen dos partes del triángulo de la explosión. Si se permite que esos gases pasen sobre el área del incendio entonces hay la posibilidad de que ocurra una explosión, ya que está presente una fuente de calor. El hidrógeno se puede producir como resultado de la carga de baterías. Los vapores de aceite combustible se producen por medio de la descomposición de aceites, principalmente



aquellos usados en el equipo de aire comprimido. Los vapores de hidrocarburos se pueden producir si un sistema hidráulico de alta presión desarrolla una fuga. Esta es una razón por la que los fluidos hidráulicos resistentes al fuego son exigidos en algunas aplicaciones.

d) Gases destilados

Cuando ocurre un incendio en una mina de carbón, a menudo es necesario sellar el área afectada limitando así el suministro de oxígeno, lo cual causará que la llama se extinga. La temperatura del carbón en y cerca de la base del área del incendio a menudo será muy alta. Este carbón seguirá calentándose en la ausencia de aire y producirá una cierta cantidad de vapor y gas llamada “materias volátiles”. El hidrógeno, el metano, el monóxido de carbón, el dióxido de carbón, el sulfuro de hidrógeno, el dióxido de azufre y el gas de amoníaco se pueden producir de esta manera. Si la ventilación es restaurada al área afectada los gases se mezclarán con aire (introduciendo oxígeno a la mezcla) y cuando ellos pasen sobre las “áreas calientes” hay una posibilidad distinta de que pueda ocurrir una explosión.

**Fuentes de ignición/calor**

a) Explosivos

Si bien esta fuente de ignición ha sido eliminada casi por completo (Salvo casos de minería ilegal), gracias a los desarrollos en la fabricación del material usado, una mejor capacitación y la introducción de regulaciones estrictas que rigen su uso. Los socorredores deben ser conscientes del peligro de dejar explosivos o detonadores en un lugar de emergencia.

b) Electricidad

Cuando el equipo eléctrico es operado, se producen chispas que pueden suministrar una fuente de ignición para explosiones. Las chispas producidas pueden ser muy efectivas para encender el gas, ya que su temperatura puede exceder normalmente los 1100°C.

c) Formación de chispas de fricción

Estas son chispas causadas por máquinas y herramientas de corte de carbón en donde se produce calor por medio del “frotamiento” o “impacto” de picas. A medida que el carbón se fragmenta se libera gas, y la combinación de gas y oxígeno con las chispas de fricción calientadas podrán ser suficientes para causar una explosión. Es más probable que las capas de piedras areniscas que contienen cuarzo y otras capas con piritas produzcan estas chispas.

d) Chispas inflamables

Las aleaciones con base de magnesio, las aleaciones con base de aluminio e incluso aluminio puro al ser golpeado con hierro que contiene óxido u otro transportador de oxígeno pueden producir una chispa que está a una temperatura suficiente para encender una sustancia explosiva. Los socorredores deben ser conscientes de este riesgo. Sin embargo, no ha habido incidentes de esto que ocurran cuando se usan aleaciones de aluminio con menos de 0,5% de magnesio.

e) Fuego abierto y material ingresado a la mina subrepticamente.

Afortunadamente, en las minas de carbón modernas el contrabando parece que ha sido eliminado como una fuente de ignición para explosiones. Los fuegos abiertos podrán plantear un problema en el uso de lámparas de seguridad mal mantenidas o el uso indebido de la lámpara en la prueba de gas.

f) Chispa electrostática

La electricidad estática es producida cuando dos sustancias diferentes se ponen en contacto una con otra y liberan electrones entre sí. Estos electrones producen una carga eléctrica que, si no se disipa, puede seguir creciendo y se mantiene como energía electrostática. Una cinta transportadora que corra sobre rodillos de metal y un ventilador auxiliar son buenos ejemplos de fuentes potenciales para crear electricidad estática. Una vez la carga estática haya desarrollado suficiente energía, ésta podrá “saltar” a un objeto cercano puesto a tierra y para este efecto puede producir una chispa que pueda ser suficiente para encender una sustancia explosiva.

## Oxígeno

Sin oxígeno no hay posibilidad de que ocurra una explosión. Este no es nativo en las minas de carbón, pero es introducido por medio de sistemas de ventilación que les permite a los trabajadores respirar mientras trabajan bajo tierra. En algunas circunstancias, el oxígeno se puede producir al usar ciertos explosivos.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

a) Explosivos

Seguir los procedimientos documentados para usar explosivos y asegurar que solo el personal competente realice estos deberes usando equipos mantenidos de forma apropiada asegura que el potencial para producir una fuente de ignición capaz de encender una sustancia explosiva sea casi eliminado. Solo los explosivos “permitidos” se pueden usar en minas de carbón.

b) Electricidad



El uso de equipos a prueba de fuego e intrínsecamente seguros en conjunto con el mantenimiento regular por parte de personal calificado, reducirá una vez más el riesgo de chispas que se produzcan que sean capaces de encender una sustancia explosiva.

c) Formación de chispas de fricción

Buena ventilación, uso de rociadores de agua en picos de la cortadora, mantenimiento regular de maquinaria y el cambio de picos, combinados con el conocimiento de la capacidad de las capas para producir una chispa (conocido como ITP – potencial de temperatura inflamable) deberían minimizar la producción de chispas capaces de encender una sustancia explosiva y limitar el tamaño de una ignición si las condiciones lo permiten.

d) Formación de chispas inflamables

La eliminación de aleaciones a base de magnesio y aluminio del uso bajo tierra y la clasificación de papel de aluminio como contrabando han eliminado prácticamente la posibilidad de que estos materiales produzcan chispas.

e) Formación de chispas electrostáticas

La puesta a tierra efectiva de todos los equipos que tengan el potencial de producir chispas electrostáticas debería reducir este riesgo. Las revisiones regulares y el mantenimiento de este equipo garantizarán que los sistemas de puesta a tierra permanezcan en su lugar y sigan siendo eficaces.

### 3. LAS CARACTERÍSTICAS DE UNA EXPLOSIÓN

La combustión explosiva podrá ser iniciada por una variedad de fuentes, y una vez iniciada, continuará en la medida en que el medio siga siendo inflamable. La temperatura del material que se enciende incrementará a aproximadamente 2000°C y este se concentrará en la llama. La llama proporciona una fuente de ignición continua, permitiendo así que la explosión continúe propagándose a través de cualquier medio que aún no se haya quemado. La expansión debida al calor desarrolla una presión que empuja igualmente contra el gas ya quemado y lo que queda sin quemar.

Un buen ejemplo de este movimiento sería una ignición de una mezcla de ‘metano y aire’ en el frente de avance. Mientras se expande el metano (debido al calor) el frente de llamas y gases no quemados son empujados hacia adelante (lejos del extremo cerrado del túnel). La llama avanza a una velocidad que depende de su tamaño y de la composición de los materiales que se están encendiendo. La llama tenderá

a acelerar cuando pase de un extremo ciego hacia un extremo abierto. Sin embargo, la llama que se mueve de un extremo abierto hacia el extremo ciego se moverá más lentamente y de manera constante debido a los gases en el aire que se comprimen en el área restringida.

Incluso con una explosión que ha iniciado cerca de un extremo cerrado y que se propague al exterior, podrá haber un movimiento considerable de gas quemado de la llama hacia la fuente de ignición. Esto es particularmente evidente si la explosión aumenta rápidamente en intensidad y presión. Finalmente, mientras el gas quemado detrás de la llama se enfría, hay una contracción general que tiende a tirar de la llama hacia atrás; esto es información útil para los investigadores que estarán tratando de determinar los distintos aspectos de la explosión.

Si el polvo de carbón está implicado, un ‘golpe de aire’ violento generalmente acompaña a la explosión. Esta onda explosiva se desplaza delante de la llama y levanta una nube de polvo lo suficientemente rica en polvo de carbón para ser inflamable a menos que el polvo de roca se disperse con el polvo de carbón y el frente de llamas se apague. La explosión de aire y metano luego encenderá la nube de polvo y seguirá una explosión de polvo de carbón. Esto seguirá propagándose hasta que la composición o la densidad del polvo se convierta en desfavorable (ausencia de polvo de carbón que se encienda o polvo de roca). Debido a que el polvo en la ruta sigue dispersándose en la medida en que la onda explosiva pasa sobre él, se forma una nube que podrá propagarse, y usualmente lo hace, más allá de donde originalmente se encontraba depositado el polvo de carbón. La dimensión de la nube de polvo formada delante de la llama depende de la expansión efectiva (en esa dirección) del medio de la explosión hasta ese punto.

Los principales efectos de una explosión son:

**Onda explosiva** – causando daños y disturbios que se extienden a menudo mucho más allá de los límites de la llama.

**Quema** – el alcance de la llama se asume, usualmente, como el alcance de la explosión.

**Mezcla irrespirable de gases** – es el ‘subproducto de la combustión’, principalmente dióxido de carbono y monóxido de carbono. El vapor y el nitrógeno, con humo y polvo, llenan inicialmente la zona recorrida por las llamas. Luego son succionados por el enfriamiento y ocuparán un volumen de espacio similar al del medio explosivo original. Luego, estos se disiparán o dispersarán por la mina, algunas veces constituyendo un mayor peligro que la explosión original. Los socorredores podrán notar que la nube de polvo reduce

severamente la visibilidad y hace que la exploración sea más difícil. La cámara de imagen térmica aún funcionará en el polvo.

#### 4. ANÁLISIS/INVESTIGACIÓN DEL ÁREA DESPUÉS DE UNA EXPLOSIÓN

Después de una explosión bajo tierra habrá un gran interés por parte una variedad de interesados en las causas de la explosión. Antes de investigación o análisis, la administración y la inspección de la mina deberán estar satisfechos con que ninguna persona (s) involucrada en esta labor estará en riesgo.

Hay dos etapas en este proceso; la investigación y el análisis. La investigación involucra la recolección de la información y datos relevantes, incluyendo muestras e información de testigos oculares. Esta información luego es analizada para determinar factores comunes que puedan proporcionar una indicación de la naturaleza del accidente. Es importante que todos los socorredores involucrados en operaciones en las áreas en las que haya ocurrido una explosión, en tanto sea razonablemente posible, no alternen el área ya que esto puede destruir indicios potenciales que puedan ayudar con las investigaciones para establecer la causa de la explosión.

En esta lección no nos concentraremos en el proceso de investigación, ya que el análisis de la información recolectada será realizado por investigadores especialistas altamente entrenados. Las cuadrillas de salvamento podrán participar en estas investigaciones, acompañando al equipo de investigación mientras recorren el área afectada. Las siguientes características pueden proporcionar pistas con relación al origen o fuente de la explosión:

##### Indicadores de llama

El límite de la llama normalmente se considera como la representación del límite de una explosión, aunque el estallido normalmente afectará un área mucho más grande de la mina. Los indicadores de llama pueden ser utilizados para establecer la presencia, intensidad y duración de la llama. Los signos comunes de daños en minas por llamas son:

- Materiales combustibles o quemados con bajas temperaturas de ignición y grandes áreas de superficie – como astillas de madera, papel, plástico, envolturas, cabello, etc.
- Recubrimientos superficiales, tales como pintura, quemados.
- Cuerda quemada o derretida y otros materiales con una gran área de superficie.
- Coque de polvo de carbón (cuando una llama pasa por una nube de polvo de carbón hay un residuo de polvo parcial o completamente quemado que es finalmente depositado en el camino)
- Incineración de materiales resistentes a las llamas

- Alteración térmica de objetos metálicos

Se debe tener en cuenta que el paso de la llama durante una explosión es muy rápido, y esto puede resultar en efectos imperceptibles en la maquinaria pesada/materiales. Y una lupa puede ayudar en este caso (las muestras en microscopio son el método más preciso para determinar las señales de quemaduras superficiales).

#### Indicadores de onda explosiva

La propagación de la explosión también se puede determinar de un estudio de los efectos de su onda expansiva. Los indicadores del estallido pueden ser evaluados a partir de los siguientes indicios:

- El movimiento y situación de los equipos eléctricos, bombas, equipo de transporte, ventiladores y ductos.
- En general, los movimientos de los equipos pesados proporcionan la indicación más segura de la dirección e intensidad del estallido. Con el fin de medir el desplazamiento de un elemento, su ubicación previa a la explosión deberá ser conocida junto con su posición después de la explosión.
- El movimiento y situación de los equipos móviles, especialmente equipos del frente de producción y elementos pequeños como herramientas manuales.
- Desplazamiento de estructuras subterráneas – incluyendo tabiques de ventilación, puertas, cubiertas, doblamiento de rieles en intersecciones, etc.
- Daños en elementos fijos como soportes de techo, estructuras de transporte, etc. (doblamiento en una dirección)
- Desplazamiento de objetos livianos como almacenamientos de material, elementos de vestir, etc.
- El posicionamiento de cuerpos dentro del área también puede dar pistas (daño en tejidos, lesiones sufridas)

#### **Zona Estática**

A medida que atraviesa un área explosiva, puede encontrarse una parte del camino en la que el área parezca intacta/inalterada. Ninguna parte de esta área mostrará signos de violencia, explosión, quemaduras, etc. esta área de suelo intacto ha recibido el nombre de “Zona Estática” y esta área, en muchos casos, ha sido el punto de origen de la explosión.

## **DÍA 10**

### **PRÁCTICA**



## Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Realizar una evaluación de las competencias adquiridas por los candidatos y de su conocimiento de la teoría y practica en los diferentes equipos y condiciones que podran enfrentar en una accion de Salvamento Minero.			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Manejo de multiples equipos e instrucciones en condiciones extremas por explosion.			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	370			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b> SI	<b>Mecanico</b> Opcional	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
<b>Descripcion o Escenario:</b>	El instructor deberá crear un escenario con base en una cuadrilla de salvamento que se desplaza por una mina con el equipo apropiado para manejar los efectos de una explosión. Deberán simular el trabajo con aparatos respiratorios en 6000ppm de monóxido de carbono. La cuadrilla deberá pasar por condiciones difíciles involucrando escaladas y obstrucciones al movimiento. La cuadrilla deberá manejar múltiples víctimas (Dos). Una sufrirá de intoxicación por monóxido de carbono. La otra sufrirá una deficiencia de oxígeno. A una de las víctimas se le deberá acomodar el equipo de reanimación (la de deficiencia de oxígeno). La otra tendrá el equipo de escape de oxígeno químico (monóxido de carbono). Una víctima (con el equipo de escape de oxígeno químico) tendrá la columna fracturada. La otra víctima tendrá una herida importante en la pierna. La cuadrilla deberá decidir si puede transportar a las dos víctimas o si debe dejar a una para la segunda cuadrilla. La cuadrilla deberá entonces devolverse por la misma ruta, teniendo que escalar las obstrucciones con la víctima en una camilla.			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número suficiente de RPE por alumno en el curso</li> <li>• Sistema anti empañante para visores de las máscaras</li> <li>• Número suficiente de compresas de hielo para el "refrigerador"</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Tarjeta indicadora del cuadrillero</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Monitor de gas que probablemente será utilizado por los socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Equipo de escape de oxígeno químico</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP's</li> <li>• "Maniquí" o "víctima" viva para cargar en la camilla y transportarla</li> <li>• Dispositivos de comunicación</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	SI			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	SI			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			

**DÍA ONCE**

DISCUSIÓN DEL DÍA ANTERIOR (Revisar Autoevaluación del candidato)

FINAL DE LA SEMANA 2: EVALUACIÓN DE PROGRESO

CONFERENCIA: MÉTODOS DE REAPERTURA DE ZONAS AISLADAS

- Factores que influyen en la elección del método
- Métodos de reapertura

**PRÁCTICA: (Si el tiempo lo permite)**

- **BG4** – Exámenes del usuario, procedimiento de pruebas, e inspecciones del Cuadrillero
- 75 minutos usando el **BG4**
- Trabajo en zonas bajas y restringidas para recuperar un maniquí utilizando una camilla y un resucitador.
- Práctica tomando muestras con una bomba CRE y cápsulas, un detector multigas y un higrómetro giratorio.
- Utilizar equipos de comunicación para comunicarse con la base de aire fresco (FAB)
- (Sistema de comunicación)
- Hacer mantenimiento del **BG4** después de su uso

**Curso Inicial - 'FINAL de la SEMANA 2'**

**Examen de Evaluación**

1. Mencione cómo examinaría y probaría un metanómetro D6 (o detector electrónico equivalente) antes de llevarlo bajo tierra.
2. ¿Cuáles son los beneficios de utilizar la bomba y los tubos CRE?
3. Indique dos condiciones médicas asociadas con condiciones calientes y húmedas.
4. Mencione tres circunstancias en las que se podría necesitar que un plano de incendios y de salvamento esté actualizado al cabo de 24 horas.
5. ¿Cuáles son los tres elementos que deben estar presentes para que inicie un fuego?
6. Indique tres fuentes de ignición que se encuentren comúnmente bajo tierra.
7. Explique qué entiende usted por el término 'combustión espontánea'.
8. Mencione tres señales físicas asociadas con la combustión espontánea.
9. Indique seis factores que deben considerarse al seleccionar un sitio apropiado para un tabique de aislamiento.
10. Indique tres métodos para equilibrar la presión a través de los tabiques de aislamiento.

**MÉTODOS DE REAPERTURA DE SECTORES AISLADOS****PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE**

Al final de esta sesión, los candidatos:

- Comprenderán los factores que afectan la elección de reabrir un sector aislado;
- Comprenderán los métodos de reapertura que puedan ser adoptados

REGULACIONES Ninguna específica

**DESCRIPCIÓN GENERAL**

1. Introducción	
2. Factores que influyen en la elección del método	
3. Métodos de reapertura <ul style="list-style-type: none"><li>• Directo</li><li>• Inspección</li><li>• Etapa</li><li>• Reapertura parcial</li></ul>	

## INTRODUCCIÓN

Ocasionalmente, las publicaciones técnicas han incluido descripciones sobre el trabajo realizado para la reapertura de sectores que habían sido aislados anteriormente debido a incendios o a una combustión espontánea. El método adoptado en cada caso de reapertura ha variado según las condiciones.

Se debe considerar seriamente este tipo de trabajo antes de tomar la decisión de reabrir o no. Un elemento fundamental que se debe considerar antes de reabrir un área aislada, es la interpretación de muestras que se toman del área detrás de los tabiques de aislamiento.

Los métodos para reabrir los sectores pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Método Directo**

Se rompen ambos o todos los tabiques y se permite que circule el aire alrededor de todo el sector, sin inspección por parte de las cuadrillas de salvamento experimentadas.

- **Método de Inspección**

Los miembros de cuadrillas de salvamento con amplia experiencia inspeccionan el interior del área afectada por los tabiques permanentes y a continuación se permite la circulación de aire a través del área si las condiciones y las muestras de aire son favorables.

- **Método de Etapas**

Los miembros de cuadrillas de salvamento con amplia experiencia realizan una inspección y se permite la circulación del aire por etapas, si las condiciones y las muestras de aire son satisfactorias.

- **Método Parcial**

Este método requiere que socorredores experimentados construyan tabiques de aislamiento al interior de los aislamientos existentes, antes de que el aire circule a través del sector.

Al construir los tabiques para aislar un sector a causa de un incendio o calentamiento, es conveniente tener en cuenta que el sector puede tener que reabrirse. Los dos elementos esenciales a ser considerados, son la posición de los tabiques y su diseño. Las consideraciones que se hacen para el proceso de aislamiento y de reapertura son complementarios entre sí. La cercanía a una vía de conexión entre la entrada y la salida apoya el trabajo de aislamiento y también garantiza un suministro de aire fresco en el frente del tabique de aislamiento, con una consecuente reducción de la cantidad de trabajo que se tendrá que realizar durante la reapertura, mientras que se usa un equipo de respiración autónomo.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE REAPERTURA

- **Tipo y extensión del fuego**

Si un sector ha sido aislado por cuenta de una combustión espontánea, es conveniente no adoptar el método de circulación directa. Las excepciones a esta norma general podrán ser en minas y/o sectores con baja presencia de gas que han estado aislados durante muchos años y en los cuales se sabe que la extensión del calentamiento ha sido reducida. Por lo general, la reapertura parcial es el método más seguro para adoptar la reapertura de un sector aislado por cuenta de la combustión espontánea. Incluso en el caso de un incendio por fricción, puede haber casos en que no sea conveniente adoptar el método directo. Si, por ejemplo, el incendio por fricción ha sido extenso, aún existe la posibilidad de fuertes caídas y restricción de ventilación, con una mayor tendencia a que el aire avive cualquier material caliente. Por lo tanto, es preferible enviar primero una cuadrilla de salvamento al sector para realizar una inspección preliminar en tales casos.

Puede ser posible perforar un agujero de muestreo en la zona anteriormente caliente, para que se pueda determinar si las condiciones indican que se enfrió el calentamiento. La temperatura, así como las medidas de CO, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> se pueden tomar con una sonda y un tubo de muestreo que son descendidos al manto del carbón. Si se detecta el calentamiento, este agujero puede servir luego como una manera de inyectar nitrógeno o gas inerte de dióxido de carbono.

- **Tiempo permitido para enfriamiento**

Si, por cualquier motivo, se ha decidido reabrir un sector no mucho tiempo después del aislamiento, no se debería adoptar el método directo y se debería considerar el uso de nitrógeno con el fin de producir una atmósfera inerte

- **Tamaño del sector aislado**

Un pequeño sector aislado se presta más fácilmente al método de circulación directa. En sectores grandes que constan de un número de paneles individuales, es probable que surjan complicaciones si se utiliza el método directo. El control sobre tales situaciones usualmente se obtiene mejor mediante la adopción del método de etapas.

- **Puertas de ventilación**

Si se sabe que algunas de las puertas en las rutas del interior que conectan la entrada y la salida se dejaron abiertas antes del aislamiento, o que pueden haberse quemado como resultado del fuego, obviamente es imprudente adoptar el método directo de circulación, pues este no despejaría todo el sector. En esos casos, es



conveniente adoptar el método de etapas o, si es posible, enviar una cuadrilla de salvamento al interior para cerrar las puertas en las vías de conexión.

- **Gas**

Cualquiera que sea el método de reapertura que se adopte en el caso de sectores gaseosos, llega un momento en el que el gas debe ser eliminado. Por cuenta del peligro que pueda derivarse del paso de un gran cuerpo de gas a lo largo de las vías de salida, subiendo por los pozos y fuera del difusor del ventilador, es necesario garantizar que tal operación se lleve a cabo en un momento en el que no esté funcionando la mina y cuando se hayan tomado las debidas precauciones para aislar cualquier suministro eléctrico en los alrededores. El tiempo disponible para realizar todo este trabajo podrá necesitar el despeje del sector por etapas. Otro motivo para la adopción del método de etapas en esos casos es que la cantidad total de aire disponible, podrá no ser suficiente para diluir un gran cuerpo de gas a las proporciones correctas antes de que llegue a la superficie de la mina. Asegúrese de vigilar la zona exterior en donde los gases de la mina se liberarán en la superficie, para asegurar que no haya fuentes de ignición o personal.

- **Inclinación de las rutas**

Si el sector es grande y las rutas son excesivamente empinadas, las cuadrillas de salvamento podrían no llegar a examinar el foco del incendio en una sola operación. Es necesario, en tales casos, adoptar el método de etapas o el método directo de circulación.

- **Accesibilidad de las rutas**

En algunos casos, ciertas rutas podrán cerrarse completamente ya sea como resultado de la devastación o de la presión normal de los estratos. En esos casos, la reapertura por etapas es una necesidad y podrá requerirse la ventilación auxiliar.

- **Agua**

En algunos casos en que una cantidad sustancial de agua está entrando a un sector, puede ser imposible obtener la circulación del aire hasta que el agua haya sido bombeada hacia el exterior. Por lo tanto, es necesario adoptar el método de etapas de reapertura, junto con la ventilación auxiliar y el uso de bombas.

- **Temperatura**

En minas de carbón profundas, la temperatura y la humedad en sectores aislados puede ser muy alta, por ejemplo, atmósferas saturadas de 33°C no son desconocidas. En consecuencia, siempre existe la posibilidad de colapso por calor, si los socorredores permanecen en tales atmósferas durante un período demasiado largo.

Por este motivo, en el caso de las minas de carbón más profundas puede no ser posible llegar hasta el foco del incendio en una sola operación.

#### ▪ Presión Barométrica

Esta tendrá una influencia directa sobre la programación de una operación de reapertura. Es mejor llevar a cabo este tipo de operación durante una presión barométrica constante y no en un escenario en que sea probable que la presión fluctúe dramáticamente.

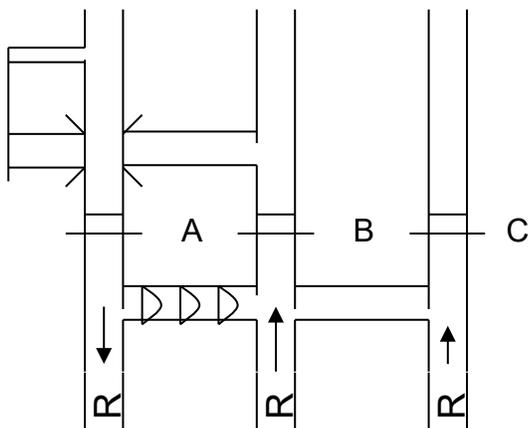
### MÉTODOS DE REAPERTURA

#### ▪ Precauciones Generales

El primer elemento fundamental es mantener al mínimo el número de hombres en la mina durante el periodo de reapertura, y que las cuadrillas de salvamento estén disponibles incluso si no se tiene previsto usarlas. A lo largo de varios cientos de metros, la ruta externa a los tabiques deberá estar completamente cubierta de polvo de roca y la vía de ventilación de retorno deberá estar cercada. El equipo eléctrico en el retorno deberá estar aislado y se tendrán las precauciones en la superficie para garantizar que no haya luces sin protección y que no haya posibilidad de chispas en los alrededores del difusor del ventilador. La comunicación telefónica entre la base de aire fresco y la superficie es primordial.

#### MÉTODO DIRECTO

Figura 11.1



- i ruptura de tabiques A, B y C
- ii cierre las puertas o los reguladores entre el ingreso y el retorno en abertura de conexión y circule aire

Figura 11.1 – Método de Circulación Directa

- **Trampas de aire**

Si la presión en los tabiques se ha balanceado y los tabiques están ubicados cerca de una vía que conecta la entrada y el retorno, las trampas de aire no son necesarias cuando el método directo de reapertura sea adoptado.

- **Ruptura de tabiques**

Normalmente es posible que prácticamente la totalidad del tapón del tabique de aislamiento de ingreso sea retirada por hombres que no estén utilizando equipos de salvamento, siempre y cuando se hayan tomado medidas para dirigir el aire de la conexión de ingreso/retorno en el frente del tabique por medio de un tabique de ventilación u otros medios. Sin embargo, es una buena precaución que la mayor parte del tapón de retorno sea retirado por hombres que utilizan equipos de respiración.

- **Cantidad de aire a circular**

No se recomienda que durante una operación circulen grandes cantidades de aire en un sector durante la reapertura. Es preferible que no se circule más de 2,5m<sup>3</sup>/Segundo. Esto usualmente se puede obtener cerrando parcialmente las puertas en la vía que conecta el ingreso y el retorno, para que esto actúe como regulador. El aire restante que pase por la vía de conexión permite algo de dilución en una etapa temprana.

- **Observación y pruebas**

En las etapas tempranas de reapertura, es conveniente tomar muestras en el tabique de retorno a intervalos que no excedan media hora o de manera continua si hay disponibilidad de equipos de monitores continuo.

También se deberá organizar un sistema para el análisis inmediato de las muestras de aire y los resultados deberán ser entregados vía telefónica a la base de aire fresco, tan pronto como sea posible.

- **Tiempo de circulación**

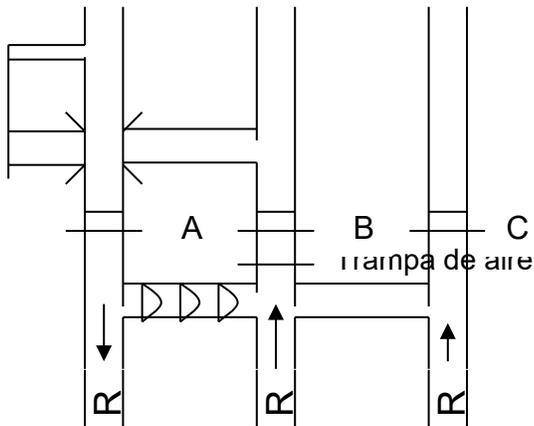
El aire se deberá dejar circular por varias horas y se deberá monitorear continuamente antes de realizar la inspección.

- **Inspección**

La parte inspectora deberá ser tan pequeña como sea posible, consistente con la representación de todas las partes interesadas. Los trabajadores no deberán ser admitidos en el sector para labores normales hasta que se haya examinado todas las partes del sector y se haya determinado que son seguras.

## MÉTODO DE INSPECCIÓN

Figura 11.2



- i construir tabiques externos a la trampa de aire que se está rompiendo, por ejemplo, el B
- ii romper tabique de aislamiento B
- iii inspección por parte de la cuadrilla de salvamento
- iv romper los tabiques A y C
- v abrir puertas de la trampa, cerrar puertas o reguladores entre el ingreso y retorno en la apertura de conexión y circular aire

Figura 11.2 Método de Inspección

- **Precauciones Generales**

En las últimas etapas del método es necesario adoptar las mismas precauciones generales mencionadas en el método anterior. En la etapa temprana, la precaución más importante es el mantenimiento de las “presiones balanceadas” en los tabiques.

- **Trampas de aire**

Es importante prevenir la filtración de aire durante el tiempo en que los tabiques se están rompiendo y mientras las cuadrillas de salvamento están al interior. Por este motivo, se deberá instalar una trampa de aire al exterior del tabique que va a romper, para el grupo de inspección. Es una práctica común instalar una o dos puertas de acero en el exterior de este tabique con dicho fin. Se deberán instalar dos juegos de puertas, pero en esta etapa es más importante su capacidad hermética que su fuerza. Por ejemplo, es mejor emplear dos puertas de madera que tengan un ajuste perfecto, a dos puertas antiexplosivas que tengan un ajuste deficiente. Esto se deriva del hecho que cuando existe un riesgo mayor de explosión, es decir, cuando está circulando el aire, las puertas anti explosiones estarán abiertas.

- **Ruptura de tabiques**

Se deberá establecer una base de aire fresco en el exterior de la trampa de aire y todo el trabajo que se realice más allá de la misma, deberá ser realizado por socorredores.

- **Inspección por parte de cuadrillas de salvamento experimentadas**

El cuadrillero deberá estar bien informado con respecto a lo que debe hacer su cuadrilla. Especialmente, se le deberá informar que tome lecturas del higrómetro y de las muestras de aire en los alrededores del área del incendio y que examine el material cálido. Una cámara de imágenes térmicas facilitará este procedimiento. Deberá notar la posición de caídas de techo y, hasta donde sea posible, informar la condición de las puertas en las vías que conectan el ingreso y el retorno.

- **Evaluación de la información obtenida**

Cualquier muestra obtenida por la cuadrilla deberá ser analizada lo más pronto posible y, sin importar el informe del cuadrillero, la circulación del aire no se deberá intentar hasta que se hayan considerado los resultados de las muestras. Si la cuadrilla de salvamento reporta derrumbes que imposibilitan el paso, o una comunicación abierta entre el ingreso y el retorno, evidentemente no tendrá objeto hacer circular aire. Será necesario adoptar el método de etapas, indicado a continuación.

Si el informe es satisfactorio y los resultados de las muestras indican condiciones de extinción (sin evidencia de un fuego en curso), entonces es seguro proceder con la ruptura de los demás tabiques. La circulación del aire y las observaciones e inspecciones posteriores se deben seguir tal como se indicó anteriormente en el Método de Circulación Directa.

## MÉTODO POR ETAPAS

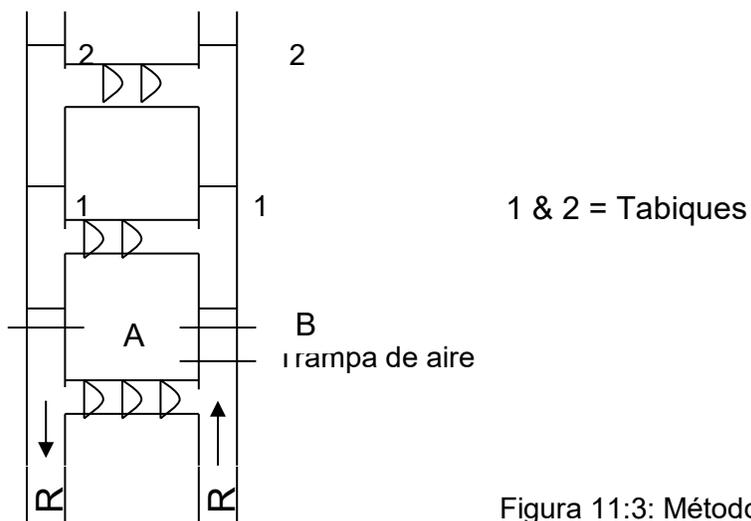


Figura 11:3: Método de etapas

- i construir la trampa de aire hacia afuera del tabique que se va a romper, por ejemplo B
- ii romper el tabique B
- iii inspección por parte de la cuadrilla de salvamento hasta el límite de la Etapa 1
- iv levantar pantallas en el límite de la Etapa 1
- v abrir puertas en la ranura de conexión inmediatamente externa a las pantallas
- vi romper los tabiques A
- vii circular aire en la etapa 1, como en el método de inspección
- viii repetir el procedimiento para las etapas 2 y 3

El método de etapas se adopta usualmente cuando:

- el sector aislado es largo
- las rutas están fuertemente inclinadas
- hay conexiones abiertas entre la entrada y el retorno en el sector aislado
- se espera que no habrá un camino con salida para la ventilación
- la atmósfera en el sector es caliente y húmeda, limitando el progreso de la cuadrilla de salvamento

En cada caso, las precauciones generales que se deben observar, la necesidad de esclusas y el método de ruptura del tabique a través del cual entrarán los socorredores, son los mismos que en el método de inspección.

### **Inspección por parte de las Cuadrillas de Salvamento y la elección de posiciones para los Tabiques o las Pantallas Temporales**

No puede haber una regla clara y definida con respecto a la distancia que una cuadrilla de salvamento pueda recorrer por fuera de la base de aire fresco, ya que todo depende de las condiciones. La distancia segura puede variar entre tan solo 100 metros en circunstancias de dificultad, hasta más de 2.000 metros en condiciones fáciles de viaje.

Durante la preparación del programa para la reapertura, se debe buscar la asesoría del ingeniero de la estación de salvamento y antes de enviar una cuadrilla de salvamento al sector aislado, se le debe informar al cuadrillero que él no debe avanzar más allá de un punto dado, independientemente de lo que encuentre.

Antes de que la cuadrilla de salvamento sea enviada al sector, se deberá tomar una decisión con respecto a las posiciones deseadas de los tabiques o las pantallas temporales. Cuando sea posible, estos deben estar



ubicados no más de 5 metros hacia adentro de la conexión entre la entrada y el retorno, con el fin de facilitar la ventilación posterior. El cuadrillero debe recibir instrucciones para medir el área de la sección trasversal en los lugares escogidos para los tabiques o pantallas temporales y debe hacer un bosquejo. También debe recibir instrucciones para tomar lecturas higrométricas y de muestras de aire en puntos predeterminados.

No se debe hacer ningún trabajo adicional más allá de la base de aire fresco hasta que estas muestras hayan sido analizadas y hasta que los resultados hayan mostrado que el incendio o combustión espontánea no se ha avivado.

### **Tipos de tabiques o pantallas temporales**

La resistencia a las fugas de aire, más que la fortaleza, constituye el requisito principal de un tabique temporal construido dentro de un sector aislado. Al mismo tiempo, es importante que el tabique temporal sea de un tipo que pueda ser levantado fácilmente por una cuadrilla de salvamento. Cuando sea posible, es preferible usar doble cortina, listón machihembrado o tableros de encofrado normal de la mina con una puerta para permitir el paso.

### **Levantamiento de tabiques o pantallas temporales**

Con base en el bosquejo hecho por el cuadrillero, se deberán preparar y ensamblar los materiales necesarios. Si se le ha dado suficiente planificación a este asunto, la cuadrilla de salvamento puede levantar un tabique o una pantalla temporal muy rápido. Las herramientas y materiales suministradas para el tabique o la pantalla no deben emanar chispas peligrosas.

### **Ventilación durante la primera etapa**

En caso de que sea posible levantar tabiques o pantallas temporales dentro de una conexión entre el ingreso y el retorno, y cuando haya un circuito abierto de ventilación, el siguiente paso es romper el tabique de retorno (o cualquier tabique que no haya sido roto) y establecer la ventilación hasta la ruta de conexión, en la forma ya discutida para el método de circulación directa.

### **Procedimiento en la segunda etapa y en las etapas posteriores**

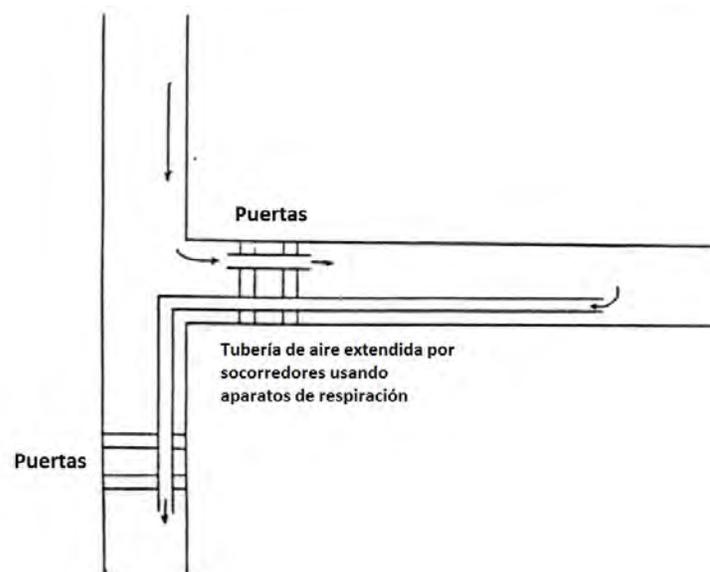
Una vez concluida la primera etapa, la base de aire fresco se puede mover hacia adelante en aire entrante, cerca de los tabiques o pantallas temporales. Entonces, el procedimiento de la primera etapa se repite. Una cuadrilla de salvamento es enviada al sector para hacer una inspección hasta el punto preestablecido para evaluar el mejor sitio para los siguientes tabiques o pantallas temporales y para tomar muestras y lecturas higrométricas. La ventilación es establecida luego hasta el segundo tabique o pantalla temporal y el trabajo es repetido hasta que se recupere todo el sector.

## Ventilación auxiliar

Si hay un circuito abierto para la ventilación de alguna sección que se está reabriendo, se requerirá ventilación auxiliar a menos que la obstrucción pueda ser fácilmente despejada por hombres con equipos de respiración. Dos métodos, que han sido demostrados como útiles en dichos casos, se muestran en la Figura 11.4.

El Método 1 ha sido adoptado en un número de ocasiones en donde ha sido posible usar la presión de la ventilación normal de la mina para ventilar el área a reabrir.

Figura 11.4 Método 1 – Ventilación de un sector por medio de presión de ventilación normal



El Método 2, que requiere el uso de un ventilador auxiliar, ha prestado un buen servicio en casos en donde la presión disponible en las inmediaciones de los tabiques no ha sido suficiente para la adopción del Método 1. En ambos casos, el ducto del ventilador es extendido por socorredores con equipos de respiración autónomos y los marcos de las puertas son movidos hacia adelante en intervalos convenientes de acuerdo con las condiciones, por ejemplo, en intervalos de 100 metros a 200 metros.

Para el éxito de este método, es esencial contar con uniones en buen estado ya que el ducto debe extenderse una buena distancia. En un caso en donde hubiera una presión de 10,2 cm c. a. (columna de agua) y un ducto de 1 metro de diámetro (con buenas uniones) que se extendiera por 600 metros, únicamente 1,4 m<sup>3</sup>/segundo alcanzaría el extremo de descarga del ducto, aunque se la ventilación estuviera suministrando 3,8m<sup>3</sup>/segundo al inicio del ducto. Por lo tanto, se debe tener en cuenta la pregunta de la fuga de aire en la planeación del método de reapertura con base en la ventilación auxiliar.

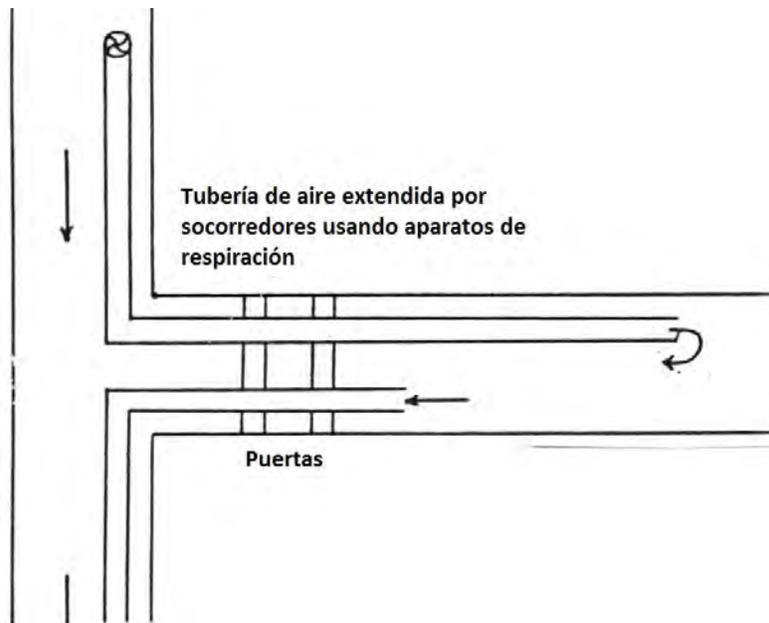


Figura 11.4 Método 2 - Ventilación de un sector con un ventilador auxiliar

Aunque la presión necesaria para ventilar un sector durante la reapertura se puede obtener al insertar un ventilador de succión en un ducto de retorno rígido, y este método haya sido adoptado con éxito en varias ocasiones, el uso de un ventilador en un cuerpo de gas está tan lleno de peligros, incluso si el ventilador tiene buen mantenimiento, dicho método debería evitarse a menos que sea un último recurso.

### MÉTODO PARCIAL

Este es el método más difícil de reapertura. En general, únicamente se adopta en casos en los que, por alguna razón, habría un peligro potencial si todo el sector se abriera, por ejemplo, cuando se desee reabrir parte de un sector poco después de que haya sido aislado debido a una combustión espontánea.

Se deben tomar las mismas precauciones generales para los métodos de **inspección** y **etapas** y se debe construir una trampa de aire y romper un tabique en la forma que ya se discutió. En ciertos casos de reapertura parcial, podría ser posible adoptar el método de etapas hasta el inicio de la etapa final de trabajo cuando, en vez de circular aire alrededor del frente del carbón, los tabiques sean construidos en aire fresco en el sitio de entrada de aire hacia las pantallas internas temporales. Este método tiene muchos beneficios ya que reduce considerablemente el trabajo que deben hacer los socorredores en una atmósfera irrespirable. Si este método es adoptado, es esencial que la atmósfera en los alrededores del incendio o del área de combustión espontánea se mantenga inerte en toda la operación. En caso de duda, los tabiques de entrada deben ser construidos por

cuadrillas de salvamento que usen equipos de respiración autónomos. Los miembros de estas cuadrillas deben recibir capacitación para este arduo trabajo y se sugiere que se adopte el siguiente procedimiento para la reapertura parcial.

### **Elección de sitios para los tabiques de entrada propuestos**

Los sitios se deben elegir para que sea posible ventilar el frente de los tabiques luego de que el resto del sector se abra. En la medida de lo posible, estos deben ser dispuestos con el fin de que se puedan equilibrar las presiones de ventilación.

### **Inspección por parte de la cuadrilla de salvamento al sitio del tabique de entrada propuesto**

Se debe enviar una cuadrilla de salvamento experimentada al sector para tomar lecturas higrométricas y muestras de aire y para anotar, particularmente, el área de la sección transversal en los lugares en donde se deben construir los tabiques y la posición de cualquier material apropiado para construir las paredes.

No se debe realizar ningún trabajo adicional más allá de la base de aire fresco hasta que las muestras hayan sido analizadas y hasta que los resultados hayan mostrado la atmósfera extintiva en el sitio de los tabiques propuestos.

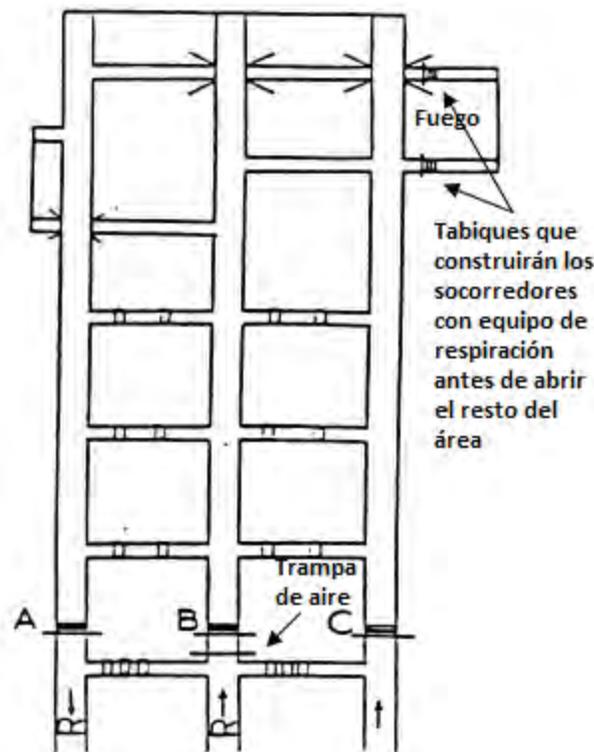


Figura 11.5 Método de reapertura parcial

i construir la esclusa a la salida del tabique que va a romperse, por ejemplo B

- ii romper tabique B
- iii inspección por parte de la cuadrilla de salvamento hasta los tabiques de entrada propuestos
- iv construir tabiques de entrada
- v romper tabiques A & C
- vi circular aire
- vii equilibrar la presión en los tabiques de entrada

- **Equipos**

El material debe estar disponible para levantar las paredes y ubicar los tabiques

- **Personal de salvamento requerido**

El número de cuadrillas de salvamento y de socorredores dependerá principalmente de la distancia que tienen que viajar los socorredores y del número de tabiques construidos. La temperatura y humedad en el sector aislado también influirá sobre el número de cuadrillas requeridas. Es importante organizar las medidas de tal forma que el trabajo avance con la mayor agilidad posible una vez se comience.

- **Circulación de aire en el área reabierta**

El procedimiento es el mismo que para el método directo, es decir romper los demás tabiques y luego circular el aire, manteniendo las presiones tan equilibradas como sea posible en los tabiques.

- **Herramientas a prueba de chispas**

Si se toma la decisión de reabrir un sector aislado, se debe tener gran cuidado en todo momento y cualquier trabajo se debe realizar con el uso de herramientas especiales.

Las herramientas generalmente se refieren a herramientas a prueba de chispas de bronce fosforado y hay una gran variedad disponible en Estaciones de Salvamento en todo el país. La variedad incluye: Palas Cuadradas, Palas Redondas, Mazos de 14lb, Picas, Cuñas, Barras y barretones, Llave Inglesa de Tubos y Martillos. Estas herramientas permiten la mayoría de los trabajos manuales bajo tierra en el programa de reapertura que se debe llevar a cabo de forma segura. Estos deben no producir una chispa con suficiente calor para encender una concentración peligrosa de una mezcla explosiva de gas metano.

***Cierre la sesión preguntándoles a los delegados si tienen alguna pregunta.***

**DÍA 11**

**PRÁCTICA**



## Sesion Practica

<b>Objetivo de la Practica:</b>	Realizar el alistamiento típico del usuario de los equipos y las pruebas e inspeccion necesaria para hacer uso de los diferentes equipos.			
<b>Alcance de la Practica:</b>	Uso del BG4 durante 75 minutos que incluyen: a. Trabajar en áreas bajas y restringidas en la recuperación de una víctima, usando un resucitador. b. Practicar la toma de muestras con la bomba y tubos CRE, detector multi-gases e higrómetro giratorio. c. Use el sistema de comunicación Res.comm.			
<b>Duracion Estimada (Min):</b>	240			
<b>Personal Responsable:</b>	<b>Instructor</b> SI	<b>Mecanico</b> Opcional	<b>Socorredor</b>	<b>Auxiliar</b>
<b>Descripcion o Escenario:</b>	No hay escenario			
<b>Recursos Necesarios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número suficiente de RPE por alumno en el curso</li> <li>• Sistema anti empañante para visores de las máscaras</li> <li>• Número suficiente de compresas de hielo para el “refrigerador”</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Tarjeta indicadora del cuadrillero</li> <li>• Esfero / lápiz</li> <li>• Monitor de gas que probablemente será utilizado por los socorredores</li> <li>• Camilla de salvamento</li> <li>• Cobija/sábana de traslado</li> <li>• Férulas</li> <li>• Reanimador de oxígeno</li> <li>• Equipo de escape de oxígeno químico</li> <li>• Higrómetro giratorio / gráfico indicador</li> <li>• Lámparas mineras</li> <li>• EPP's</li> <li>• “Maniqui” o “víctima” viva para cargar en la camilla y transportarla</li> <li>• Dispositivos de comunicación</li> </ul>			
<b>Requiere Analisis de Riesgos:</b>	<b>SI</b>			
<b>Requiere Evaluacion:</b>	<b>SI</b>			
<b>Tipo de Evaluacion:</b>	<p>La evaluación es una parte extremadamente importante del proceso de aprendizaje. El tiempo dedicado a la realización de una evaluación analítica, cuidadosa y específica es esencial para mejorar el desempeño. Estas son sugerencias para ayudarlo a evaluar el rendimiento del equipo o de los miembros del equipo y reconocer los sucesos traumáticos que puedan producir reacciones emocionales graves e inusitadas que podrían interferir con sus habilidades durante o después de los hechos.</p> <p>Siga estos tres pasos para evaluar el rendimiento de su equipo:  <b>Observe</b> y registre el rendimiento  Durante la ejecución de cada actividad, usted (o alguien que trabaje con usted) evalúa el equipo (o los miembros individuales del equipo) según como sea apropiado para la actividad. (Comparado al Estándar)  <b>Revise</b> los resultados de observación con el equipo  Sostenga una sesión de revisión tan pronto como sea posible luego de que el equipo haya terminado la actividad.  Revise los aspectos negativos y los positivos del rendimiento del equipo.  Concédales tiempo a los miembros del equipo para que hagan cualquier pregunta que puedan tener sobre la actividad o sobre la evaluación del instructor.  <b>Recomiende</b> una capacitación futura  Con base en sus observaciones, usted debería estar en la capacidad de recomendar áreas en las que el equipo o el aprendiz necesite más conocimiento o experiencia para demostrar competencia y cumplir con los estándares.  Por ejemplo, esto podría significar revisar cierta información o podría significar alterar una actividad futura para darle al equipo más experiencia en un área específica (por ejemplo, preparar un accidente de transporte)</p>			