

Ⓔ

$$\textcircled{F} = 74/137 = 10254$$

**Prevención de accidentes
causados por explosiones
durante las labores subterráneas
en las minas de carbón**



42998

**Prevención de accidentes
causados por explosiones
durante las labores subterráneas
en las minas de carbón**

ISBN 92-2-301062-4

Primera edición 1974

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en esta publicación no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las sancione.

Las publicaciones de la OIT pueden obtenerse en las principales librerías o en oficinas locales de la OIT en muchos países o pidiéndolas a: Publicaciones de la OIT, Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra 22, Suiza, que también puede enviar a quienes los soliciten un catálogo o una lista de nuevas publicaciones.

IMPRESO POR ATAR, GINEBRA (SUIZA)

Indice

Introducción	1
1. Generalidades	3
1.1. Definiciones	3
1.2. Disposiciones generales	4
1.3. Otras disposiciones aplicables	4
2. Ventilación	6
2.1. Disposiciones generales	6
2.2. Planos de ventilación	8
2.3. Control de la ventilación y de las instalaciones	9
2.4. Ventiladores instalados en el fondo de la mina	10
2.5. Desprendimiento de grisú y ventilación	11
2.6. Zonas de acumulación y lugares vulnerables	14
2.7. Ventilación de los nichos	16
2.8. Interrupción en la captación del grisú	17
3. Desprendimiento de grisú	18
3.1. Frentes en rápida progresión	18
3.2. Consolidación de los terrenos	18
3.3. Cavidades	19
3.4. Formación y dispersión de capas de gas poco espesas	20
4. Detección de gases	21
4.1. Inspección	21
4.2. Emanaciones peligrosas de grisú	23
4.3. Acumulaciones de grisú en las galerías	23
4.4. Toma de muestras de aire y medición del grisú	24
5. Causas de ignición	26
5.1. Disposiciones generales	26
5.2. Restricciones en el empleo de material con aleación ligera.	26
5.3. Pega de barrenos	27
5.4. Aparatos eléctricos	28
5.5. Fuegos e incendios	30
5.6. Material inflamable	31

Prevención de accidentes causados por explosiones

5.7. Líquidos inflamables	31
5.8. Llamas desnudas	32
5.9. Objetos prohibidos	32
5.10. Inspección	32
6. Explosiones de polvo	34
6.1. Disposiciones generales	34
6.2. Agua	34
6.3. Empleo de barreras de polvo de roca o de agua	35
6.4. Espolvoreado de polvo de roca por las vías de los transportadores	36
6.5. Empleo de sales higroscópicas	36
6.6. Tratamiento del polvo húmedo de carbón	36
7. Factores humanos	38

Introducción

El presente Repertorio de recomendaciones prácticas, aunque está redactado en forma de series de reglas, no tiene fuerza legal y por lo tanto no está destinado a reemplazar la legislación nacional ni las normas establecidas. Se trata solamente de un manual de consejos prácticos para uso de quienes en el sector público o privado tienen a su cargo la seguridad en las minas de carbón. El valor de este Repertorio estriba en que reúne los conocimientos y la experiencia de muchos países. Ha sido preparado para servir de orientación a todos aquellos que estén encargados de redactar disposiciones de esta naturaleza, particularmente desde el gobierno, en la dirección de las empresas y en los comités de seguridad, incluidas las personas que proyectan iniciar la explotación de nuevas minas o estudian la reforma o extensión de las existentes.

El riesgo de explosión en las minas tiene orígenes múltiples y su incidencia es irregular ¹. La investigación de los problemas fundamentales del medio ambiente propio de las minas, así como de los medios de prevención de las explosiones, ha proporcionado un acervo de conocimientos que pueden servir de importante contribución para reducir el número de accidentes de ese tipo. Otros factores importantes son el elemento humano y las consecuencias de la mecanización y de la introducción de nuevos métodos de producción. La existencia de estos factores exige que, para evitar

¹ Entre los problemas que debieron aclararse durante la preparación de este Repertorio figura el de la clasificación de las minas en « minas donde se desprende grisú » y « minas donde no hay grisú ». La clasificación en estos dos grupos da lugar a controversias; sin embargo, en todas las minas de carbón puede desprenderse grisú y esto es algo que deberá tenerse en cuenta tanto en la etapa de planificación como en la de explotación de dichas minas. Es importante señalar también que se sabe que muchas minas no carboníferas ubicadas en diferentes regiones del mundo están sujetas a desprendimientos de grisú, razón por la cual muchas de las disposiciones del presente reglamento les son igualmente aplicables.

Prevención de accidentes causados por explosiones

las explosiones, se prevea en la planificación un margen muy amplio de seguridad y se mantenga vigilancia constante en todas las operaciones mineras.

Durante muchos años, la Organización Internacional del Trabajo se ha ocupado activamente de promover normas más elevadas de seguridad en las labores subterráneas de las minas y, en particular, de las minas carboníferas. En especial, publicó en 1950 un *Reglamento-tipo de seguridad en las labores subterráneas de las minas de carbón, para guía de los gobiernos y de la industria carbonera*¹. Más tarde, en 1959, la Oficina publicó dos repertorios de recomendaciones prácticas para la prevención de los accidentes causados por los fuegos y los incendios y por la electricidad en las labores subterráneas de las minas de carbón². Antes había consultado a cierto número de expertos y había llegado a la conclusión de que era preferible tratar sucesivamente los diversos aspectos de la seguridad minera, en vez de intentar nuevamente abarcar la totalidad del tema de la seguridad en un cuerpo de reglas completo.

Esta consideración determinó el contenido del presente Repertorio. La Oficina procedió a la preparación de un proyecto preliminar, que fue enviado a los veintiocho miembros del Grupo de Consultores de la OIT sobre Seguridad en las Minas para que formularan sus comentarios y observaciones. El mencionado Grupo está integrado por consultores especializados en los diversos aspectos del tema y entre ellos figuran personas procedentes de distintos países, que aportan las opiniones y experiencia de sus gobiernos, así como de las organizaciones empresariales y sindicales de la industria minera. Sus observaciones y comentarios fueron incorporados en un segundo proyecto que también fue sometido al Grupo de Consultores para su consideración. En el presente texto se incorporaron los elementos recogidos en esta segunda consulta. Este documento fue aprobado para publicación por el Consejo de Administración de la OIT en su 189.^a reunión (febrero-marzo de 1973).

¹ OIT, Ginebra, 1950.

² OIT, Ginebra, 1959.

1. Generalidades

1.1. Definiciones

1.1.1. En el presente Repertorio se definen como sigue los términos detallados a continuación:

- a) la expresión « autoridad competente » designa un ministro, un servicio gubernamental u otra autoridad pública con facultad para promulgar ordenanzas, órdenes, decretos u otras instrucciones con fuerza de ley relativos a la seguridad en las minas de carbón, o bien otra autoridad encargada de controlar la aplicación de tales reglamentos o instrucciones;
- b) la expresión « director » designa la persona debidamente calificada que es jurídicamente responsable de la dirección técnica y de la administración de la mina, ya se trate del explotador de la mina o de una persona nombrada por éste;
- c) la expresión « supervisor » designa la persona nombrada por el director para vigilar o ejecutar ciertos trabajos, o bien para vigilar el funcionamiento de ciertas máquinas, instalaciones o material; esta persona deberá poseer la competencia requerida para cumplir las obligaciones que se le asignen y ser responsable de su exacta ejecución; a tal fin, recibirá del director todas las instrucciones y medios necesarios;
- d) la expresión « persona autorizada » designa la persona nombrada o escogida por el director para ejecutar tareas especiales; esta persona deberá tener la competencia requerida para los trabajos que deba realizar y ser responsable de su buena ejecución;
- e) el término « barrenero » designa la persona autorizada para la pega de barrenos de conformidad con las disposiciones de la legislación nacional;
- f) la expresión « frente » designa cualquier frente móvil de cualquier tajo, galería, plano inclinado o vía;

Prevención de accidentes causados por explosiones

- g) el término « grisú » designa todo gas inflamable, compuesto principalmente de metano, que se desprenda del carbón o de otros estratos en una mina; y
- h) la expresión « ventilador auxiliar » designa todo aparato cuya utilización se limite a la ventilación de una zona de acumulación localizada, como la galería de avance, el socavón o la galería ciega.

1.2. Disposiciones generales

1.2.1. En la preparación y aplicación del plan de explotación de una mina o de parte de ésta deberían tomarse todas las precauciones posibles, no sólo para prevenir las explosiones de polvo de carbón y de gases inflamables, sino también para impedir que, en caso de explosión, ésta se extienda o propague.

1.3. Otras disposiciones aplicables

1.3.1. La pega de barrenos, si se recurre a ella, debería efectuarse de conformidad con la reglamentación nacional en vigor, con las disposiciones pertinentes del « Reglamento-tipo de la OIT de seguridad en las labores subterráneas de las minas de carbón »¹ (denominado en adelante « Reglamento-tipo ») o de conformidad con disposiciones no menos estrictas.

1.3.2. Todo aparato eléctrico que se instale debería emplearse de conformidad con:

- a) la reglamentación nacional en vigor;
- b) las disposiciones pertinentes del Reglamento-tipo; y
- c) las disposiciones del Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT sobre prevención de los accidentes causados

¹ *Reglamento-tipo de seguridad en las labores subterráneas de las minas de carbón, para guía de los gobiernos y de la industria carbonera* (Ginebra, OIT, 1950).

por la electricidad en las labores subterráneas de las minas de carbón¹, o de conformidad con disposiciones no menos estrictas.

1.3.3. Las precauciones contra el grisú deberían ser conformes a:

- a) la reglamentación nacional en vigor;
- b) las disposiciones pertinentes del Reglamento-tipo;
- c) las disposiciones del Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT sobre prevención de los accidentes causados por los fuegos e incendios en las labores subterráneas de las minas de carbón² o normas no menos estrictas; y
- d) las disposiciones pertinentes del presente Repertorio.

1.3.4. Las precauciones contra el polvo de carbón deberían ser conformes a:

- a) la reglamentación nacional en vigor;
- b) las disposiciones pertinentes³ del Reglamento-tipo;
- c) las recomendaciones pertinentes de las reuniones de expertos en la prevención y supresión del polvo en los trabajos de minas, túneles y canteras, de la OIT, o normas no menos estrictas;
- d) las recomendaciones y consejos pertinentes que figuran en la *Gula para la prevención y la supresión del polvo en las minas, los túneles y las canteras*⁴;
- e) las disposiciones pertinentes del presente Repertorio.

¹ *Prevención de los accidentes causados por la electricidad en las labores subterráneas de las minas de carbón* (Ginebra, OIT, 1959).

² *Prevención de los accidentes causados por los fuegos e incendios en las labores subterráneas de las minas de carbón* (Ginebra, OIT, 1959).

³ Publicadas en *Seguridad e Higiene del Trabajo* (Ginebra, OIT), vol. 3, núm. 1, enero-marzo de 1953, págs. 9-14, e *ibid.*, vol. 6, núm. 2, abril-junio de 1956, págs. 81 a 87.

⁴ *Gula para la prevención y la supresión del polvo en las minas, los túneles y las canteras* (Ginebra, OIT, 1965).

2. Ventilación

2.1. Disposiciones generales

2.1.1. 1) Debería prestarse suma atención a los problemas de ventilación que puedan plantearse durante la explotación de la mina.

2) En la etapa de planificación deberían preverse todas las medidas que aconsejen las condiciones previsibles, habida cuenta de que en todas las minas de carbón pueden producirse emanaciones de grisú.

2.1.2. La ventilación de la mina o de parte de ésta debería ser de tal índole que, en circunstancias normales, el sistema posea suficientes reservas para satisfacer necesidades excepcionales.

2.1.3. 1) La ventilación de la mina debería encomendarse a una sola persona autorizada, bajo la responsabilidad del director.

2) Cuando los tajos de varias minas se comuniquen entre sí, con la consecuencia de que parte de los circuitos de ventilación sean comunes, la comunicación de los circuitos debería sujetarse a la aprobación de la autoridad competente, atribuyéndose a una persona autorizada la responsabilidad de la ventilación de cuantas minas cuenten con circuitos de ventilación comunes.

2.1.4. Cuando estén conectadas varias minas, aunque exista un sistema de ventilación separado en cada una de ellas, deberían instalarse compuertas o barreras resistentes al fuego y a las explosiones para que la separación sea realmente eficaz.

2.1.5. 1) Al estudiarse el método de laboreo de una mina, deberían preverse varios sectores de ventilación independientes, con objeto de limitar las consecuencias de explosión o de incendio.

2) Cada sector debería disponer de un conducto independiente de entrada de aire, que parta de un conducto de ventilación principal, y de un conducto independiente de salida de aire que termine en una galería principal de salida de aire.

3) Convendría fijar el número máximo de personas que puedan encontrarse normalmente en todo momento en cada uno de los sectores ventilados de manera independiente y establecer que ese número sea lo más reducido posible.

2.1.6. La ventilación principal de cada mina de carbón debería asegurarse mediante uno o varios ventiladores, mecánicos o eléctricos, instalados en la superficie, que funcionen constantemente.

2.1.7. 1) Los ventiladores principales deberían construirse y situarse de manera que se reduzcan los riesgos de deterioro en caso de explosión e instalarse en cajas cerradas resistentes al fuego.

2) Se debería disponer de ventiladores de socorro, los ventiladores principales deberían estar alimentados por un circuito de energía separado e independiente del circuito principal de la mina.

3) La inspección de las instalaciones de ventilación debería hacerse cada día y llevarse un registro de estas inspecciones en donde se indiquen los datos de funcionamiento de tales instalaciones.

2.1.8. 1) El cálculo inicial de la capacidad total del ventilador o de los ventiladores, así como de las principales características del esquema de ventilación, debería hacerse de manera que corresponda con el rendimiento máximo que se necesite mientras dure la explotación de la mina.

2) Las características de los ventiladores principales se deberían comprobar *in situ*, ya que, en la práctica, pueden diferir de las curvas teóricas indicadas por el fabricante.

2.1.9. Al determinarse la disposición de la instalación de ventilación, debería procurarse que:

- a) las principales operaciones de arrastre se sitúen en las vías de entrada de aire;
- b) el aire no circule a gran velocidad donde deban funcionar transportadores.

Prevención de accidentes causados por explosiones

2.2. Planos de ventilación

2.2.1. En los planos de ventilación aplicables tanto a la explotación como a la posible expansión de una mina debería figurar el detalle de las instalaciones de ventilación que se utilizarán en cada una de las etapas de desarrollo de los trabajos, así como las respectivas fechas de iniciación de estas últimas.

2.2.2. 1) Todo plano que contenga detalles acerca de la ventilación debería ser aprobado por el director y, cuando corresponda, por el ingeniero especializado o la persona autorizada responsable de asesorarle en cuanto concierne a la ventilación.

2) Los planos deberían hallarse a disposición de la autoridad competente para inspección.

2.2.3. Una vez adoptado el esquema de ventilación, no debería modificarse ninguno de sus elementos importantes sin previo acuerdo del director.

2.2.4. 1) El plano de ventilación aprobado para la mina debería:

- a) indicar los principales circuitos de ventilación y las cantidades de aire calculadas para cada uno de ellos; y
- b) indicar la ubicación y las características esenciales de los principales elementos de las instalaciones de ventilación, comprendidas las compuertas de ventilación, los ventiladores auxiliares, los cruces de vías de ventilación y las barreras.

2) Debería ponerse al día este plano a intervalos aceptados por la autoridad competente.

3) El plano debería conservarse en la oficina de la mina.

2.2.5. 1) Los supervisores encargados directa o indirectamente de la ventilación de la mina deberían conocer a fondo el plano y el esquema de ventilación de la totalidad de la mina.

2) Cada supervisor encargado de un sector de la mina debería conocer a fondo las instalaciones de ventilación de su sector y ser responsable de su buen funcionamiento.

2.2.6. 1) Debería informarse inmediatamente a todos los supervisores interesados acerca de cualquier modificación prevista en el esquema de ventilación de cualquier parte de la mina y ponérseles al corriente de las consecuencias previsibles de tal modificación en el sector de la mina a su cargo.

2) Asimismo, debería informarse rápidamente al responsable de la preparación y actualización del plano de ventilación aprobado acerca de toda transformación prevista, para que pueda modificar el plano en consecuencia.

2.3. Control de la ventilación y de las instalaciones

2.3.1. El director debería poder recurrir a los consejos de especialistas en ventilación y debería dirigirse a ellos cada vez que surjan problemas de ventilación, por ejemplo, con motivo de la apertura de nuevas comunicaciones entre los tajos de una mina o para escoger material de ventilación y determinar cómo deberá utilizarse.

2.3.2. Los sistemas de ventilación, con todas sus instalaciones y medios destinados a impeler el aire hacia los distintos sectores, galerías y otros lugares, deberían ser objeto de control periódico por parte de un ingeniero especializado en la materia o por otra persona autorizada, a fin de:

- a) cerciorarse de que el sistema funcione según el plan establecido;
- b) cerciorarse de que las vías de aeración no estén obstruidas por materiales desprendidos y escombros; y
- c) tomar nota de cualquier nueva circunstancia que pudiese justificar la revisión de las medidas en vigor.

2.3.3. En las grandes minas debería considerarse la posibilidad de emplear una calculadora electrónica para resolver los problemas planteados por el complejo sistema de ventilación y prever los efectos que pueda causar cualquier alteración importante del sistema.

Prevención de accidentes causados por explosiones

2.3.4. Las pequeñas minas deberían proceder en común a fin de disponer de los servicios de un ingeniero especializado en ventilación, como el que suelen emplear las grandes minas.

2.3.5. Deberían tomarse disposiciones en cada mina con objeto de que el ingeniero de ventilación conozca rápidamente toda información relativa a la atmósfera del fondo, su contenido en grisú y los escapes de aire; este ingeniero debería controlar constantemente y a intervalos regulares el estado de la ventilación e informar al director al respecto.

2.4. Ventiladores instalados en el fondo de la mina

2.4.1. 1) Al escogerse los ventiladores secundarios e instalarlos, debería procurarse que el material sea de tipo adecuado, habida cuenta del uso que de él haya de hacerse y de las condiciones existentes en el lugar de instalación.

2) Se debería prestar particular atención a la ubicación de la entrada y la salida del conducto, a fin de evitar el riesgo de que vuelva a circular aire viciado.

2.4.2. 1) Para ventilar un lugar crítico determinado es necesario utilizar medios mecánicos especiales, tales como un ventilador secundario.

2) En casos excepcionales, debería preverse la posibilidad de asegurar una ventilación suficiente del lugar en cuestión, desviando una parte del aire del circuito de ventilación normal mediante tabiques o tuberías ignífugas.

2.4.3. Cuando la ventilación de una galería de avance o de otro tajo determinado se asegure mediante un ventilador secundario eléctrico, deberían tomarse disposiciones o medidas particulares para que:

- a) el ventilador esté situado o se accione de manera que funcione en aire puro que no esté contaminado por el grisú;
- b) se mantenga la corriente de alimentación del ventilador en caso de que dejen de funcionar todas o parte de las demás instalaciones en el lugar de trabajo;

- c) no pueda alimentarse en corriente el lugar de trabajo en cuestión a menos que funcione el ventilador secundario;
- d) la nueva puesta en marcha del ventilador, después de la interrupción prolongada de su funcionamiento, vaya seguida de un período de tiempo suficiente que permita la evacuación de los gases o del aire viciado acumulados antes de restablecer la corriente eléctrica en el tajo.

2.4.4. Cuando la ventilación de una explotación subterránea se asegure mediante un ventilador secundario de aire comprimido deberían tomarse disposiciones análogas a las mencionadas en el párrafo 2.4.3, a), b) y c).

2.4.5. También debería preverse la interrupción de la ventilación en los tajos, según se indica en los párrafos 2.4.3 y 2.4.4, por otros motivos que no sean la avería de un ventilador (por ejemplo, como consecuencia de deterioro de la columna de ventilación); cualquiera que sea la causa de la interrupción, debería ponerse remedio inmediatamente a la situación y, en caso de peligro inminente, debería evacuarse a todas las personas ocupadas en el sector amenazado, exceptuado el personal que haya de intervenir, el que deberá estar dotado de equipo de protección adecuado.

2.4.6. Cuando un ventilador secundario haya de funcionar constantemente para impedir la acumulación de grisú en una galería de avance, se debería prever un dispositivo de alarma que funcione en caso de calentamiento excesivo o avería del motor del ventilador.

2.5. Desprendimiento de grisú y ventilación

2.5.1. En toda parte de la mina que no esté condenada, la ventilación debería ser de tal tipo que:

- a) diluya constantemente los gases inflamables y nocivos, los haga inocuos y los evacue;
- b) aporte un volumen de aire que contenga suficiente cantidad de oxígeno; y

Prevención de accidentes causados por explosiones

c) mantenga condiciones de trabajo aceptables en lo que se refiere a la temperatura, humedad y concentración de polvo.

2.5.2. 1) Para prevenir eficazmente las explosiones de grisú en una parte de la mina donde pueda concentrarse gas en cantidad peligrosa, la ventilación debería ajustarse a los requisitos establecidos en los siguientes incisos 2) a 5).

2) El volumen de aire que pasa a través de dicha parte de la mina debería ser suficiente para diluir el grisú desprendido y disminuir la concentración hasta un valor insignificante y, por ende, permisible ¹.

3) La velocidad del aire debería ser suficiente para impeler el grisú que se desprenda y para impedir que se acumule o se desplace en capas contra el techo, dada su densidad inferior a la del aire.

4) En las escombreras o sectores abandonados que no hayan sido condenados o cegados y donde haya grisú, debería mantenerse una ventilación suficiente, como se indica en el párrafo 2.5.1, o, si esto no fuera posible, deberían tomarse medidas para reducir al mínimo las emanaciones peligrosas de gas y para que la zona donde se considere situado el límite de posibilidad de explosión se encuentre en todo momento bien separada del tajo, sea cual fuere la presión barométrica. No obstante, si en los trabajos o sectores en cuestión hubiese peligro de combustión espontánea, debería procurarse la supresión o reducción al mínimo de cualquier corriente de ventilación que pase por ellos ².

5) En frentes que no sean tajos largos y que no se recalienten, debería mantenerse una corriente de ventilación suficiente desde dichos tajos a través de los antiguos sitios de laboreo. La ubicación de las conexiones a la vía de retorno del aire debería permitir que el aire pase por todo el sector abandonado de modo que todas sus

¹ Se debería tener en cuenta el hecho de que el gas, al diluirse, pasa con mayor o menor rapidez por la fase explosiva.

² Véase también *Prevención de los accidentes causados por los fuegos e incendios en las labores subterráneas de las minas de carbón* (Ginebra, OIT, 1959), parte II, págs. 48-52.

partes estén ventiladas. Se debería prestar especial atención al entibado del techo para asegurarse de que dichas conexiones queden abiertas.

2.5.3. 1) Debería determinarse con regularidad el contenido en grisú del aire que circula por los distintos sectores independientes de ventilación de la mina, así como por las vías principales de entrada y retorno del aire ¹.

2) Deberían precisarse los lugares donde haya que efectuar tales mediciones y la periodicidad a que hayan de sujetarse éstas, con el fin de determinar:

- a) la distribución y volumen normales de desprendimiento de grisú de los tajos de cada sector de ventilación y en toda la mina; y
- b) la distribución y amplitud de las variaciones normales de la cantidad de grisú desprendido.

2.5.4. 1) Se deberían fijar los porcentajes límites de concentración de grisú en el aire del sistema general de ventilación del tajo.

2) Estos límites deberían tener en cuenta los diversos riesgos de ignición y, en particular, el que entraña la utilización de material eléctrico. Podrían preverse dos límites sucesivos: al alcanzarse el límite de mayor concentración, todos los trabajadores deberían abandonar la zona vulnerable; al alcanzarse el límite de menor concentración, debería interrumpirse la alimentación en corriente eléctrica de la zona vulnerable ².

2.5.5. Deberían registrarse todas las mediciones relativas a las emanaciones de gas y a la ventilación.

2.5.6. Al tomarse disposiciones para responder a las necesidades de ventilación, siempre debería preverse margen suficiente

¹ Véanse los párrafos 4.4.1-4.4.8.

² Los valores que se han fijado a estos efectos varían, según las autoridades, entre 1 por ciento para el límite de menor concentración y 2 por ciento para el límite superior.

Prevención de accidentes causados por explosiones

para atender a las contingencias que según la experiencia adquirida puedan surgir en la explotación de cualquier mina, en particular:

- a) al desprendimiento repentino o adicional de grisú provocado por un derrumbe en atierres que contengan grisú, el corte de un soplador o el escape súbito de gas; y
- b) un descenso brusco de la presión barométrica, que provoque la irrupción de grisú procedente de sitios de laboreo abandonados o la emanación, a través de una grieta, del grisú contenido en cavidades o entre dos capas (no necesariamente en un lugar contiguo a la veta trabajada).

2.5.7. Teniendo en cuenta el peligro de que haya irrupción de gas de los atierres hacia los tajos ¹, podría resultar necesario reforzar la ventilación con las siguientes medidas de precaución:

- a) captación del grisú;
- b) mejor consolidación de las capas de tierra en el sector íntegro de la mina;
- c) refuerzo del entibado del techo en el tajo, comprendido el apuntalamiento en los extremos de los sitios de laboreo abandonados.

2.5.8. 1) En los frentes largos en retroceso, en particular, debería preverse la posibilidad de recurrir al drenaje o a cualquier otro sistema de captación del grisú.

2) Al profundizar pozos, deberían tomarse precauciones especiales de protección contra todo desprendimiento de grisú que pueda producirse cuando el pozo se aproxime a terrenos carboníferos o los atraviese.

2.6. Zonas de acumulación y lugares vulnerables

2.6.1. Los supervisores y todo el personal encargado del mantenimiento de una ventilación eficaz y de la detección de los gases

¹ A menudo como consecuencia de movimientos excesivos o anormales del techo o de derrumbes de piedras.

deberían identificar y vigilar muy especialmente todos los lugares de la mina donde sea mayor el peligro que entrañan los gases inflamables; en particular, deberían adoptarse medidas especiales de detección y ventilación en:

- a) todas las zonas de acumulación;
- b) las galerías de avance y las galerías ciegas;
- c) las vías de cruce o galerías transversales donde las condiciones de ventilación sufran variaciones;
- d) los recortes de los tajos cerca del techo;
- e) las cavidades en el techo de las galerías;
- f) los puntos más elevados de las vías;
- g) la parte superior de las grandes vías, en particular aquellas donde la velocidad del aire es débil;
- h) los extremos fijos de los frentes largos;
- i) los extremos de las escombreras;
- j) los cortes inclinados y la parte inferior de los transportadores (o lugares similares) en los frentes de arranque mecanizados;
- k) los nichos para máquinas;
- l) las rozas mecanizadas;
- m) los puntos más elevados de los frentes en fuerte pendiente, los frentes de los contracielos o de las galerías de avance en chimenea, así como los refugios, nichos, etc.;
- n) las inmediaciones de fallas geológicas.

2.6.2. 1) Para prevenir la acumulación de gases inflamables en los lugares detallados en el párrafo 2.6.1 deberían adoptarse constantemente medidas concretas y adaptadas a las circunstancias.

2) Estas medidas deberían ser objeto de constante revisión.

2.6.3. En las rozas, donde no siempre es posible eliminar todo riesgo de inflamación causado por las chispas de fricción, se debería:

- a) evitar en lo posible socavar en el nivel donde puedan producirse chispas;

Prevención de accidentes causados por explosiones

- b)* tomar medidas concretas (utilizando aparatos Venturi, sopladores de aire comprimido, etc.) para prevenir la acumulación de grisú en las rozas; y
- c)* neutralizar toda fuente de inflamación rociando abundantemente los picos de la socavadora.

2.6.4. Habría que precaverse también contra las emanaciones más intensas de grisú y tomar las medidas necesarias para comba-tirlas en los lugares de la mina donde:

- a)* las capas presenten fallas o se disloquen;
- b)* se produzcan o puedan producirse movimientos de terreno excesivamente importantes, como puede ocurrir cuando el frente de un largo tajo se aparta del sector sólido y entra en la fase crítica de sollicitación de las capas al iniciar el trabajo en el frente;
- c)* el carbón se disgregue excesivamente y más o menos brusca-mente, a causa de la pega de barrenos efectuada fuera del sector macizo o por cualquier otra causa; o
- d)* la tasa de laboreo aumente apreciablemente.

2.6.5. Deberían tomarse medidas, no sólo para desviar la corriente de ventilación a velocidad suficiente para orientarla hacia el techo del tajo ¹, sino también para reforzar el entibado y pre-venir la separación de capas y los derrumbamientos de techos en los lugares contiguos a cavidades formadas por capas en separación.

2.7. Ventilación de los nichos

2.7.1. En los nichos para maquinaria no ventilados, que en todos los casos deberían ser lo más reducidos posible, se debería

¹ El riesgo de explosión de grisú en un recorte del techo del tajo es mucho mayor cuando el barrenero efectúa la pega de barrenos en socavones donde la consolidación y el entibado del techo son insuficientes y donde se forman capas de gas bajo el techo y cerca del recorte, debido a que el aire no se des-plaza con suficiente rapidez.

proyectar una corriente de aire hacia la superficie del carbón situado en el nicho a velocidad igual como mínimo a la del aire que pase por el resto del frente y con caudal suficiente para diluir el grisú y dispersar el polvo en suspensión en el aire, reduciendo su contenido a niveles admisibles.

2.7.2. Cuando no se adopte ninguna medida particular para evacuar el grisú, y al dejar hundirse los techos a medida que se va explotando un frente largo, se provoque la acumulación de gas hacia los extremos de las escombreras y su contacto con la corriente de aire, deberían tomarse precauciones eficaces para que el aire cargado de grisú no se proyecte hacia un nicho para máquinas.

2.7.3. Si se recurre a galerías de avance en los frentes largos con objeto de evitar la necesidad de practicar nichos, y si el frente de estas galerías puede situarse en una zona de desprendimiento de grisú, para neutralizar eficazmente estos desprendimientos, debería asegurarse una ventilación suficiente en el frente de la galería.

2.8. Interrupción en la captación del grisú

2.8.1. 1) En las minas donde el grisú se elimina por captación, el director debería adoptar todas las precauciones indicadas para evitar la interrupción de la captación o una avería en las instalaciones.

2) Convendría tener en cuenta las consecuencias del rápido aumento del contenido en grisú de la atmósfera de la mina no sólo en lo que atañe al sector afectado, sino a la totalidad de la mina. Deberían adoptarse medidas permanentes para advertir con tiempo acerca de la situación a todos los supervisores interesados y ponerles al corriente de lo que haya que hacer.

3. Desprendimiento de grisú

3.1. Frentes en rápida progresión ¹

3.1.1. 1) Si bien es posible atenuar los efectos de las emanaciones cada vez mayores de grisú mediante la proyección de más cantidad de aire hacia el frente de arranque, no se debería olvidar que esta práctica tiene limitaciones, especialmente en lo relativo a la velocidad admisible de la corriente de aire.

2) Mientras no sea posible aplicar otras medidas para impedir la excesiva concentración de grisú en la corriente de aire, convendría estabilizar la tasa de desprendimiento del grisú, evitando que aumente aún más la tasa de extracción del carbón y su disgregación.

3.2. Consolidación de los terrenos

3.2.1. 1) Debería asegurarse una buena consolidación de los terrenos ².

2) Convendría que los ingenieros de ventilación y los encargados de la consolidación de terrenos trabajen en estrecha relación.

¹ Si bien la captación de grisú eliminará gran parte del gas de las capas lindantes, con lo que se mantendrá aislado el sector donde se haya alcanzado el umbral de probabilidad de explosión de los extremos de las escombreras, tendrá poco efecto sobre las emanaciones de grisú procedentes del frente. Cuando el frente avanza rápidamente a través de una capa que contiene grisú, la cantidad de gas puede aumentar considerablemente hacia el final de la semana de trabajo. También puede aumentar al término de una serie continua de pasadas de la máquina. La cantidad de grisú desprendida en un lapso determinado depende de la velocidad de avance del frente y del grado de disgregación del carbón

² La consolidación de los terrenos constituye un importante factor en la reducción del riesgo de explosión. Los desplazamientos excesivos o anormales del techo provocan a menudo la caída de piedras que pueden desplazar el grisú y entorpecer el funcionamiento normal de la ventilación, con la consiguiente reducción del margen de seguridad habitual.

3) El director debería poder consultar a un ingeniero especializado en consolidación de terrenos cada vez que lo estime necesario.

3.2.2. 1) Al comenzarse el trabajo en un nuevo frente deberían tomarse precauciones particulares para neutralizar los efectos de la sollicitación de las capas al iniciarse los trabajos y disminuir así los riesgos de emanación de grisú que con frecuencia se producen.

2) Las medidas que se adopten deberían ajustarse a las circunstancias:

- a) cuando el frente comience a avanzar convendrá reforzar el sistema ordinario de entibado en el tajo y de apuntalamiento en el límite de las escombreras;
- b) en circunstancias excepcionales quizá debería preverse el relleno completo o por capas, o bien un relleno completo del muro de la parte maciza a lo largo de las vías de acceso.

3.2.3. 1) El relleno a lo largo de las vías y los rellenos intermedios, que constituyan un elemento del sistema normal de consolidación de techos, deberían ajustarse convenientemente y desarrollarse sistemáticamente lo más cerca posible del tajo, de modo que se logre la consolidación regular de las capas y se impida una fragmentación excesiva de las capas.

2) Cuando estos rellenos sean estancos, debería tenerse en cuenta una posible acumulación de grisú detrás de los mismos.

3.3. Cavidades

3.3.1. Para impedir la formación de cavidades en las galerías, deberían consolidarse perfectamente los terrenos e instalarse rápidamente un entibado muy estable en las galerías.

3.3.2. En caso de que se forme una cavidad en una galería, debido al hundimiento del techo, deberían adoptarse rápidamente medidas apropiadas para apuntalarlo e impedir que cunda el hundimiento.

Prevención de accidentes causados por explosiones

3.3.3. 1) Cualquier cavidad que se forme en las galerías debería rellenarse lo antes posible.

2) Mientras no se haya efectuado el relleno, deberían ventilarse adecuadamente las galerías con el fin de que no se acumule grisú en tales cavidades.

3.3.4. Convendría tener presente que, como consecuencia del hundimiento del techo en una cavidad llena de grisú, este gas puede bajar y mezclarse con la corriente de aire que circula por la galería; en este caso, el contenido en grisú de la atmósfera cerca del suelo de la galería puede situarse dentro de los límites del riesgo de explosión.

3.4. Formación y dispersión de capas de gas poco espesas

3.4.1. Deberían adoptarse medidas eficaces para impedir que se acumulen gases en capas poco espesas en la parte superior de los tajos y galerías, así como para dispersar las capas que se hayan formado.

3.4.2. 1) El principal medio para impedir la formación de capas de gases debería consistir en lograr que la velocidad de la corriente de ventilación sea suficiente para diluir el gas a medida que se desprenda.

2) Si esto no fuera posible, debería procurarse el paso del aire a mayor velocidad por la zona donde se halle estancada la capa de gas.

3.4.3. Debería llevarse al conocimiento de todos los supervisores de la mina el hecho de que se puede formar una capa de gas en la parte superior de las galerías y de los frentes de arranque, y desplazarse luego en contra de la corriente de aire ¹.

¹ En efecto, en una galería en pendiente, aunque el aire circule hacia abajo, el grisú puede ascender a menos que la velocidad del aire en la parte superior baste para contrarrestar este fenómeno. Además, convendría informar a los supervisores de que las linternas de seguridad de tipo corriente no permiten detectar las capas de este tipo.

4. Detección de gases

4.1. Inspección

4.1.1. El control de los lugares de trabajo, antes del comienzo de cada turno, y la determinación a intervalos regulares del contenido en grisú de la atmósfera de la mina, deberían efectuarse de conformidad con las disposiciones de las leyes y reglamentos nacionales.

4.1.2. 1) Los supervisores y otros miembros del personal de la mina, encargados de inspeccionar o controlar la existencia de gas y de comprobar el sistema de ventilación, deberían conocer perfectamente los sectores de la mina bajo su responsabilidad.

2) A medida que se perforen nuevas galerías o se abran nuevos tajos y se cierren otros, el funcionario superior debería informar a los supervisores respecto de toda modificación introducida en la organización de la inspección.

3) También debería informárseles acerca de cualquier cambio en el sistema de ventilación que afecte sus sectores respectivos.

4) Además, convendría que tomen conocimiento de cualquier otro tipo de gas que pueda encontrarse en la mina y de las medidas que deban tomar cuando se detecten tales gases.

4.1.3. Toda persona encargada de detectar la presencia de grisú debería efectuar su trabajo minuciosa y acabadamente y estar precavida en todo instante contra la falsa impresión de seguridad que pueda surgir de la suposición errónea de que el grisú no se infiltrará en lugares donde nunca se haya detectado su presencia.

4.1.4. Toda persona encargada de la detección de gas y de comprobar el sistema de ventilación debería indicar en su informe cualquier indicio de la presencia de grisú y cualquier incidente o anomalía que pueda influir desfavorablemente sobre la eficacia del sistema de ventilación que pueda poner en peligro la seguridad; por ejemplo:

Prevención de accidentes causados por explosiones

- a) el porcentaje de concentración de grisú o de otro gas que haya localizado y su situación;
- b) la detención de un ventilador auxiliar;
- c) la aparición de indicios de deterioro del entibado del techo o de los hastiales de una galería que pueda provocar desprendimientos; o
- d) cualquier otra causa posible de obstrucción o interrupción de la ventilación.

4.1.5. 1) Debería subrayarse la importancia de efectuar mediciones para detectar la existencia de grisú, no sólo en la atmósfera en general sino también en lugares como los indicados en el párrafo 2.6.1.

2) En los tajos largos deberían efectuarse mediciones de grisú a lo largo del frente y en la vía de retorno del aire, para determinar el grado en que pueda haber gas en la corriente de ventilación.

3) Convendría analizar muestras de aire cuando se observe un paso concentrado de gas procedente de sitios de laboreo abandonados hacia los tajos o en lugares donde se crucen antiguas entradas o salidas de ventilación incluso a cierta distancia del frente largo, ya que el grisú puede continuar desprendiéndose a un ritmo apreciable durante cierto tiempo en las inmediaciones de los pilares.

4.1.6. 1) Para proceder a la determinación del contenido en grisú en frentes de laboreo que no sean los frentes largos, deberían escogerse puntos apropiados para la toma de muestras de aire, habida cuenta de la distribución de las corrientes de ventilación en el sector.

2) Cuando el sistema de ventilación comprenda dispositivos de captación de gas, la persona a cargo de la inspección debería indicar en su informe el estado en que se encuentran las entradas de esos dispositivos y su eficacia en lo relativo a la evacuación de grisú procedente de sitios de laboreo abandonados.

4.1.7. Si la escombrera no está sólidamente rellena, puede ser necesario tomar muestras de aire en su interior para determinar si hay peligro de que se produzcan emanaciones de grisú hacia los tajos o vías. Cuando se considere necesario efectuar las tomas, la dirección debería disponer que las mismas se hagan a distancia en lugar de confiarlas al personal.

4.2. Emanaciones peligrosas de grisú

4.2.1. Cuando el análisis de las muestras señale que existe la probabilidad de un desprendimiento de grisú en cantidad peligrosa procedente de una escombrera, deberían aplicarse las disposiciones pertinentes de los capítulos 2 y 3 del presente Repertorio. Deberían proseguirse las pruebas a intervalos regulares con objeto de cerciorarse de la eficacia de las medidas adoptadas.

4.2.2. Antes de provocar un derrumbe deliberado del techo en los tajos donde haya pilares debería determinarse la concentración de grisú. Si esta concentración es peligrosa, debería interrumpirse el trabajo hasta que se hayan hecho los cambios apropiados en el sistema de ventilación con objeto de reducir la concentración de gas a un nivel admisible.

4.3. Acumulaciones de grisú en las galerías

4.3.1. Debería alertarse a los supervisores y demás personal en funciones dentro de la parte subterránea de la mina, encargado de la detección de gas y de las inspecciones, acerca de los peligros que puede entrañar el desplazamiento, por cualquier causa que sea, de una acumulación o « tapón » de gas por los tajos ¹.

¹ La situación descrita en el párrafo 4.3.1 puede producirse en particular como consecuencia de una emanación instantánea de gas. Convendrá prevenirla también, en ciertos casos, como secuela de una interrupción o irregularidad de la ventilación que cause un estancamiento durante el cual se pueda acumular el gas. Al restablecerse la ventilación normal, este tapón de gas podrá ser desplazado por los tajos.

Prevención de accidentes causados por explosiones

4.3.2. Cuando se produzcan taponos de gas deberían tomarse precauciones contra la ignición, tales como:

- a) evacuación de los trabajadores ocupados a lo largo del trayecto previsible del tapón de gas;
- b) interrupción de la corriente eléctrica; y
- c) medición de las concentraciones de gas antes de reanudar el trabajo.

4.4. Toma de muestras de aire y medición del grisú

4.4.1. Aun cuando los resultados de los análisis del contenido en grisú del aire — efectuados de conformidad con la reglamentación nacional y con el Reglamento-tipo — muestren que la cantidad de gas desprendido es muy escasa y que el grisú se halla bien diluido, en los lugares alejados de la corriente principal de ventilación, como son los mencionados en el párrafo 2.6.1, deberían mantenerse iguales la frecuencia y minuciosidad de los análisis.

4.4.2. 1) Si los resultados de sucesivos análisis de muestras tomadas en el curso normal del trabajo muestran que el contenido en grisú tiende a aumentar, el origen y la causa del aumento deberían investigarse minuciosamente.

2) No debería descuidarse ni siquiera el más insignificante aumento, ya que los efectos localizados de la variación del contenido pueden ser sumamente importantes.

4.4.3. 1) En todas las minas donde exista el riesgo conocido de desprendimiento de grisú se debería reunir información sobre las variaciones de la cantidad de gas desprendido y llevarse un registro de los datos correspondientes.

2) Cuando se comprueben importantes emanaciones, debería preverse la instalación de grisúmetros registradores.

4.4.4. 1) Cuando las circunstancias lo permitan, debería estudiarse la posibilidad de instalar un « servicio central de detección » para reunir y consignar constantemente los datos que sobre el

contenido de grisú en el aire transmitan las instalaciones de control situadas en puntos neurálgicos de la mina.

2) Este servicio podría encargarse de interrumpir automáticamente la corriente eléctrica cuando la concentración de grisú exceda determinado límite.

3) El servicio también podría recoger datos sobre toda modificación peligrosa que se produzca en el sistema de ventilación.

4.4.5. 1) Cuando las circunstancias lo aconsejen, debería estudiarse la posibilidad de mantener un control permanente del grisú durante los trabajos de arranque del carbón, mediante aparatos de control incorporados a máquinas tales como las arrancadoras continuas.

2) Estos aparatos podrían regularse para advertir al operario cuando haya grisú y para cortar la alimentación en corriente eléctrica de la máquina si la cantidad de grisú acumulado se aproxima al nivel crítico.

4.4.6. Los supervisores y todo el personal que trabaje en la mina y cuyas obligaciones y responsabilidades comprendan la detección del grisú deberían recibir instrucción suficiente y detallada acerca del empleo de la linterna de seguridad de llama desnuda, así como de otros instrumentos que sirvan para detectar el grisú. De vez en cuando, debería comprobarse la eficacia de la instrucción impartida y si fuera necesario debería ampliarse la instrucción.

4.4.7. 1) Todas las personas encargadas de la detección del grisú, en especial con linternas de seguridad de llama desnuda, deberían disponer en todo momento de medios apropiados para hacer mediciones rápidamente en lugares de difícil acceso.

2) Para detectar las capas de grisú a proximidad del techo de una galería pueden utilizarse sondas provistas de una pera de caucho, que permitan captar el grisú e inyectarlo en el grisúmetro.

4.4.8. Al inspeccionar el subsuelo, los funcionarios principales de la mina deberían disponer siempre de una linterna de seguridad de llama desnuda y de otro instrumento aprobado de detección del grisú.

5. Causas de ignición

5.1. Disposiciones generales

5.1.1. Deberían tomarse todas las medidas posibles para eliminar las causas conocidas de ignición ¹.

5.1.2. Cuando exista una causa de ignición como la pega de barrenos, cuando puedan producirse importantes desprendimientos de roca de cuarzo o piritita en sitios de laboreo abandonados, o cuando los picos de una socavadora puedan chocar contra este tipo de rocas en una roza, deberían tomarse precauciones especiales para impedir que pueda inflamarse la atmósfera en el lugar mismo o a proximidad inmediata.

5.2. Restricciones en el empleo de material con aleación ligera

5.2.1. 1) Dado que la fricción o el choque del acero oxidado contra las aleaciones ligeras de magnesio o de aluminio pueden originar ignición, debería prohibirse la utilización de todo equipo que tenga estas aleaciones en aquellos sectores de la mina donde la presencia de grisú constituya o pueda constituir un riesgo.

¹ Las causas más importantes de ignición pueden clasificarse en seis categorías principales:

- a) aparatos eléctricos por proyección de chispas (cierres o apertura de circuitos o cortacircuitos), o calentamiento de la superficie exterior;
- b) descarga disruptiva electrostática;
- c) superficies calientes o chispas producidas por el choque o fricción de piezas de metal o de fragmentos de rocas;
- d) fragmentos incendiarios originados por la deflagración de explosivos;
- e) fuegos o zonas de recalentamiento en el fondo de la mina; y
- f) llamas desnudas y fuegos abiertos, o ciertas prácticas prohibidas, como fumar en el fondo de la mina.

2) Si, por razones de orden práctico, fuera necesario utilizar equipo que contenga una aleación ligera, debería recubrirse la aleación con una capa de zinc¹ o protegerla con una chapa o con una materia plástica apropiada.

5.2.2. Debería prohibirse la introducción, en una mina donde pueda producirse el riesgo de grisú, de hojas metálicas susceptibles de provocar una reacción termita².

5.3. Pega de barrenos

5.3.1. Deberían observarse escrupulosamente las disposiciones muy minuciosas que establecen habitualmente los países mineros para el uso de explosivos en la pega de barrenos, así como las disposiciones suplementarias relativas a las minas donde hay grisú y las disposiciones pertinentes del Reglamento-tipo.

5.3.2. 1) En las minas donde haya grisú deberían introducirse sólo explosivos, detonadores y accesorios autorizados o de uso « admitido ».

2) Su utilización debería sujetarse a las instrucciones de la autoridad competente y del fabricante autorizado y deberían escogerse cuidadosamente según el trabajo que deba hacerse.

3) Para el atacado de los orificios de barrenos debería utilizarse material autorizado.

5.3.3. La pega de barrenos y todas las operaciones conexas deberían confiarse únicamente a barrenderos competentes provistos de la autorización profesional correspondiente. Antes de la pega del barreno, los barrenderos deberían cerciorarse, mediante un dispositivo de control autorizado, de que no haya gas inflamable en el aire.

¹ De 0,2 a 0,3 mm. de espesor.

² Cuando un trozo de hoja metálica (del tipo que se usa habitualmente para embalajes) que está en contacto con un objeto de acero herrumbrado recibe un golpe oblicuo, se puede producir una reacción termita capaz de provocar la ignición del grisú.

Prevención de accidentes causados por explosiones

5.3.4. Debería ejercerse un control muy severo de la distribución de explosivos y de la recuperación de los que no hayan sido utilizados; además, deberían tomarse precauciones para evitar que los explosivos o los detonadores sean botados o escondidos en el fondo.

5.4. Aparatos eléctricos

5.4.1. Además de aplicarse estrictamente las normas relativas a la utilización de la electricidad en el fondo de la mina, según se definen en la reglamentación nacional pertinente en vigor y en las disposiciones del Reglamento-tipo, así como del Repertorio de recomendaciones prácticas sobre la prevención de los accidentes causados por la electricidad en las labores subterráneas de las minas de carbón, de la OIT, debería procurarse muy especialmente que, al escogerse los aparatos eléctricos, según su diseño y fabricación, y según el lugar donde sea preciso utilizarlos en el fondo de la mina, se tengan debidamente en cuenta no sólo los peligros que entraña la presencia de gases inflamables, sino también el hecho de que estos aparatos pueden sufrir desperfectos por caída de piedras o por haber sido manipulados con brusquedad durante ciertas operaciones.

5.4.2. Deberían adoptarse medidas eficaces para proteger debidamente todos los aparatos o cables eléctricos que puedan producir chispas incendiarias en caso de daños durante su transporte e instalación, así como una vez emplazados.

5.4.3. 1) Convendría velar, de manera muy especial, por la eficacia del entibado del techo y de los hastiales de la galería o del tajo a proximidad inmediata de los aparatos eléctricos.

2) Debería evitarse también todo riesgo de presión del terreno o del entibado sobre dichos aparatos.

5.4.4. Cuando lo aconsejen las características geológicas o las condiciones de explotación, debería preverse una protección suple-

mentaria para ciertos accesorios o piezas de los aparatos que convenga recubrir con resguardos especiales.

5.4.5. En previsión de los riesgos que puede entrañar la presencia de grisú, el director debería cerciorarse de que, en la medida de lo posible, habida cuenta de la necesidad de mantener sus dimensiones y peso dentro de límites admisibles, los aparatos estén contruidos de manera tal que:

- a) ofrezcan una resistencia mecánica adecuada contra los daños que las caídas u otras causas puedan provocar; y
- b) estén provistos de una protección eléctrica adecuada a fin de atenuar el riesgo de propagación de chispas incendiarias en caso de avería mecánica.

5.4.6. 1) Debería otorgarse especial atención a la protección eficaz y apropiada de los cables o instalaciones eléctricas, en particular donde se proceda a la pega de barrenos.

2) Convendría evitar las instalaciones provisionales; el método que se adopte en cada oportunidad debería ser el que mejor corresponda a las circunstancias particulares del caso.

5.4.7. Además de los requisitos a que se hace referencia en el párrafo 5.4.1, debería tenerse especial cuidado con los cables de remolque destinados al fondo de las minas de carbón, en particular:

- a) estos cables deberían ajustarse a las normas fijadas por la autoridad competente en cuanto concierne a su naturaleza y utilización;
- b) su fijación en las máquinas debería hacerse con dispositivos mecánicos, con el fin de evitar que se ejerza presión en los empalmes eléctricos;
- c) cuando estén bajo tensión, se debería evitar su conexión o desconexión; y
- d) debería prohibirse la utilización de cables deteriorados que puedan producir chispas o recalentamiento.

Prevención de accidentes causados por explosiones

5.5. Fuegos e incendios

5.5.1. 1) Al comienzo de la explotación de la mina deberían tenerse en cuenta la reglamentación nacional pertinente en vigor y las disposiciones del Reglamento-tipo y de los Repertorios de recomendaciones prácticas de la OIT¹, así como cualesquiera otras instrucciones que se hayan dictado en la materia, con objeto de establecer el mejor plan o sistema posible para combatir o atajar un incendio y de prever los medios necesarios a tal fin.

2) En previsión de casos en que puedan fracasar los métodos directos de lucha contra incendios o calentamiento en el fondo, deberían efectuarse estudios y experimentos prácticos en cada mina a fin de determinar los efectos producidos por cualquier alteración de la red de ventilación y posible inversión de la corriente de aire a consecuencia de un incendio o por otras causas.

3) Con esta información sería posible optar por la obstrucción de un sector de la mina o la modificación de la ventilación en el más breve plazo posible y con pleno conocimiento de los factores que podrían influir en las concentraciones o desplazamientos de grisú en caso de una posible explosión.

5.5.2. Cada vez que puedan acumularse gases inflamables a proximidad de un incendio — ya sea por causa de un desplazamiento de grisú hacia el foco del incendio, de un desprendimiento de gas procedente de los terrenos situados cerca del incendio o por cualquier otra causa² —, a menos que haya motivos justificados para proceder de otro modo:

- a) el ventilador o ventiladores principales deberían continuar funcionando normalmente; y
- b) el volumen de la ventilación debería mantenerse lo más normal posible hasta que se hayan construido barreras antiexplosivas.

¹ Véanse párrafos 1.3.2 a 1.3.3.

² Salvo algunas excepciones, el riesgo de explosión, en caso de incendio en el fondo, se debe a la acumulación de grisú o, a veces, de gases inflamables procedentes del incendio mismo, cuando se interrumpe o disminuye considerablemente la ventilación normal.

5.5.3. 1) Cuando se estime necesario reducir el volumen de la ventilación, por ejemplo, con objeto de permitir la instalación de barreras que retarden la propagación del fuego o para combatir un incendio, esa reducción se deberá controlar rigurosamente.

2) El grado de reducción que se efectúe debería determinarse únicamente en función del conocimiento exacto de la cantidad de gas que se desprende en el sector de la mina y de los análisis que se realicen en el lugar para determinar las variaciones en el contenido de la atmósfera en todo el sector.

5.6. Material inflamable

5.6.1. En lo posible, debería comprobarse la resistencia al fuego de todo material destinado a ser utilizado en el fondo de la mina y, en particular, las lonas, las canalizaciones de la ventilación, las correas de transmisión y los materiales estancos para construir barreras.

5.7. Líquidos inflamables

5.7.1. Sólo deberían emplearse en el fondo de las minas para transmitir energía líquidos hidráulicos resistentes al fuego.

5.7.2. Los lugares situados a proximidad inmediata del lugar de utilización o de almacenamiento de aceite o de otro líquido inflamable deberían cercarse o construirse con materiales resistentes al fuego o ignífugos, o bien con materiales tratados para hacerlos resistentes al fuego.

5.7.3. Cuando haya que utilizar líquidos inflamables en el fondo de las minas, la cantidad disponible no debería rebasar el mínimo indispensable.

5.7.4. Deberían suministrarse los medios necesarios para extinguir todo principio de incendio de líquidos inflamables.

5.7.5. Deberían tomarse precauciones para reducir al mínimo el riesgo de contacto de un fluido hidráulico con superficies calien-

Prevención de accidentes causados por explosiones

tes o con aparatos eléctricos, como consecuencia de la ruptura de un tubo flexible o de cualquier otro elemento frágil de una máquina.

5.7.6. Cuando se utilicen aparatos eléctricos que funcionen en un baño de aceite aislante, deberían tomarse las precauciones adecuadas para impedir la ignición de los vapores de aceite; al respecto deberían seguirse las disposiciones de los párrafos 62 a 68 del Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT sobre la prevención de los accidentes causados por la electricidad en las labores subterráneas de las minas de carbón.

5.8. Llamas desnudas

5.8.1. 1) Ninguna mina de carbón está exenta del peligro de emanación de gas o de explosión de grisú. Por ende, para mayor seguridad, convendría prohibir el uso de llamas desnudas en el fondo.

2) Si fuera necesario utilizar una llama desnuda para trabajos especiales (de soldadura, por ejemplo), debería requerirse autorización especial sujeta a disposiciones especiales.

5.9. Objetos prohibidos

5.9.1. 1) Debería prohibirse estrictamente la introducción de material para fumar como tabaco, papel de fumar, fósforos, mecheros, papel de aluminio u otros objetos que puedan contribuir a la ignición del grisú.

2) Para mejor cumplimiento de esta regla, debería establecerse un sistema de control consistente, por ejemplo, en registrar a una proporción de los trabajadores que penetren en la mina, o cerciorarse de otro modo de que no introduzcan objetos del género indicado.

5.9.2. Todo trabajador a quien se sorprenda en el acto de fumar en la mina o en posesión de objetos prohibidos debería ser pasible de la sanción que establezca la autoridad competente.

5.10. Inspección

5.10.1. 1) Cuando se trate de minas donde pueda producirse combustión espontánea de carbón, debería dedicarse atención particular a las disposiciones de los párrafos 203-205 y 223-224 del Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT sobre la prevención de accidentes causados por el fuego y los incendios en las labores subterráneas de las minas de carbón, relativas a la inspección del fondo y a la detección del monóxido de carbono.

2) Para facilitar una vigilancia permanente debería preverse la utilización de detectores de gas que funcionen sin interrupción.

6. Explosiones de polvo

6.1. Disposiciones generales

6.1.1. 1) Debería prevenirse en todo lo posible la formación de polvo de carbón.

2) Las galerías subterráneas, comprendidas las vías de retorno de aire, deberían mantenerse libres de polvo, y el que se haya depositado debería evacuarse o hacerse inocuo ¹.

6.1.2. 1) Para impedir o limitar la propagación de explosiones, deberían neutralizarse el techo, el suelo y los hastiales de las galerías, aplicándose a intervalos frecuentes polvo de roca cuyo uso se haya autorizado ². También deberían recogerse periódicamente muestras del contenido incombustible de la mezcla.

2) Convendría recurrir oportunamente a la utilización de barreras contra las explosiones, que deberían instalarse de manera adecuada y mantenerse en buen estado.

6.2. Agua

6.2.1. Debería recomendarse la utilización de agua como medio para combatir el polvo en su punto mismo de origen e impedir mediante pulverización, cortinas de agua, etc., que quede polvo en suspensión en el aire, así como para asegurar la limpieza de los tajos mediante riego y blanqueo.

¹ Para prevenir la explosión de polvo en las minas de carbón que no sean de antracita (o en las minas donde se haya comprobado mediante análisis que no hay riesgo de explosión de polvo), conviene asegurar en todo momento un grado elevado de limpieza.

² En función de la sílice que contengan.

6.2.2. 1) Debería emplearse agua en los puntos de transbordo y en otros lugares donde se desprenda polvo.

2) Siempre que sea posible, deberían lavarse con abundante cantidad de agua las instalaciones de transporte y sus inmediaciones.

6.3. Empleo de barreras de polvo de roca o de agua

6.3.1. 1) La instalación de barreras de polvo de roca o de agua debería considerarse como factor fundamental del dispositivo de prevención destinado a impedir que se propaguen las explosiones por las vías de acarreo del carbón por transportadores.

2) El diseño, construcción y selección del emplazamiento de estas barreras deberían fundarse en cuidadoso estudio completado por ensayos prácticos en que se tomen en cuenta las condiciones efectivas de utilización.

3) Estas barreras deberían mantenerse en buen estado para que funcionen con eficacia.

6.3.2. 1) Las barreras de polvo de roca o de agua deberían ser objeto de una reglamentación o de instrucciones aprobadas en que se precise el tipo de barreras y se indique la forma de construirlas, especificando las cantidades de polvo de roca o de agua que deban utilizarse.

2) En esas normas debería preverse la inspección y conservación de las barreras a intervalos regulares con arreglo a las disposiciones precedentes.

6.3.3. 1) El director debería especificar el lugar de instalación de las barreras en los tajos largos, así como en los que se utilicen planchas y pilares, basándose en las prescripciones aplicables y en los consejos de especialistas.

2) El lugar de instalación debería indicarse en el plano de ventilación o en cualquier otro plano de la mina.

Prevención de accidentes causados por explosiones

6.4. Espolvoreado de polvo de roca por las vías de los transportadores

6.4.1. 1) En todas las minas donde haya peligro de explosión de polvo de carbón debería insistirse en la necesidad de dedicar particular atención a los sistemas de transportadores.

2) Para evitar que las explosiones de grisú a proximidad de un tajo den lugar a explosiones de polvo, debería esparcirse metódicamente polvo de roca en cantidad suficiente por las vías de los transportadores así como por todas las galerías de avance apropiadas.

3) La cantidad de material que pueda caer fuera de los transportadores debería reducirse al mínimo.

6.5. Empleo de sales higroscópicas

6.5.1. Habida cuenta de su eficacia, debería recomendarse, siempre que sea posible, la utilización de sales higroscópicas, en forma de pasta o de disolución, para fijar el polvo en las galerías y limitar su dispersión.

6.6. Tratamiento del polvo húmedo de carbón

6.6.1. En los tajos que normalmente estén mojados o húmedos, el elemento básico de protección contra las explosiones debería ser el agua. No obstante, la existencia de agua en el fondo o su utilización con el fin de impedir que el polvo de carbón pueda propagar una explosión entraña ciertos riesgos residuales que deberían tenerse presentes.

6.6.2. En ningún caso debería permitirse que en las galerías se acumule polvo de carbón, aunque sea húmedo o en forma de barro ¹.

¹ Si bien no es grande el riesgo de que el polvo de carbón completamente mojado propague una explosión, ello puede ocurrir en ciertas circunstancias.

6.6.3. Deberían tomarse precauciones apropiadas para evitar que se propague una explosión, esparciendo polvo de roca hidrófugo en cantidad suficiente habida cuenta de las normas impuestas con respecto a otras galerías.

6.6.4. 1) A intervalos apropiados, deberían tomarse muestras de polvo de diversas galerías, estén éstas húmedas, mojadas o secas.

2) En lo posible, estas muestras deberían ser tomadas en la capa superficial, que se dispersa con mayor facilidad.

7. Factores humanos

7.0.1. 1) Debería insistirse en todo momento acerca de la importancia del factor humano en la prevención de las explosiones.

2) Deberían tomarse medidas para que los mineros, los supervisores y el personal de dirección estén debidamente informados acerca de los diferentes aspectos de los riesgos de explosión y de su prevención y se esfuercen por colaborar de la manera más amplia posible con objeto de lograr la aplicación eficaz de los métodos de prevención y de garantizar así la explotación segura de la mina.

7.0.2. Si bien la seguridad depende en gran parte de la medida en que el personal — la dirección y los mineros por igual — desee que la mina reúna condiciones de seguridad y esté dispuesto a hacer todo lo posible para conseguirlo, el ejemplo debería ser dado por la dirección.

7.0.3. Cada persona empleada en la mina debería velar por su propia seguridad y la del lugar donde trabaja y tener presente en todo momento la seguridad de los demás trabajadores; además, debería hacer lo posible por subsanar cualquier fallo observado en el curso de su trabajo que pudiera disminuir la seguridad.

7.0.4. Las disposiciones reglamentarias relativas a la seguridad no deberían considerarse como un repertorio de obligaciones y sanciones, sino como un conjunto de recomendaciones aceptadas de buen grado y que todos se esfuercen por cumplir; cada vez que alguien infringiera tales disposiciones los demás deberían llamarle la atención inmediatamente.

7.0.5. No debería escatimarse esfuerzo alguno, especialmente por medio de la formación y de la educación, incluyendo la enseñanza sistemática de los principios fundamentales de la seguridad, para inculcar y fomentar en cada individuo el sentido de su propia responsabilidad en cuanto concierne a la seguridad en el trabajo.

7.0.6. 1) Debería insistirse en todo momento en la necesidad de una acción común de la dirección y de los mineros.

2) Convendría desplegar el máximo esfuerzo en reuniones de comités consultivos y de seguridad en la mina, para asegurar el mayor aprovechamiento de los conocimientos y experiencia adquiridos por los trabajadores en materia de seguridad y de buenas prácticas mineras, y para forjar la indispensable colaboración entre todos.

3) La autoridad competente debería colaborar en estos esfuerzos con sentido constructivo y procurar por todos los medios a su alcance no sólo que se apliquen las disposiciones legales pertinentes, sino también que se eliminen los riesgos, se fomenten las investigaciones en materia de seguridad y se promueva la formación e información del personal.

Otras publicaciones de la OIT sobre seguridad e higiene en el trabajo

Prevención de los accidentes causados por la electricidad en las labores subterráneas de las minas de carbón

ISBN 92-2-300148-X

Guía para la prevención y la supresión del polvo en las minas, los túneles y las canteras

ISBN 92-2-300954-5

Manual de protección contra las radiaciones en la industria, parte VI: Protección contra las radiaciones en la extracción y el tratamiento de minerales radiactivos

ISBN 92-2-300949-9

Normas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores y montacargas eléctricos

ISBN 92-2-300159-5

Seguridad e higiene en la construcción y las obras públicas

ISBN 92-2-300974-7

Reglamento-tipo de seguridad en las labores subterráneas de las minas de carbón, para guía de los gobiernos y de la industria carbonera

ISBN 92-2-300942-1