



**PROTECCION LABORAL
SEGURO**



**MINISTERIO DE MINAS
Y
ENERGIA**



**SERVICIO NACIONAL
DE
APRENDIZAJE**



**ECOCARBON
LTDA.**



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y
TECNOLOGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE MINAS**



**SECRETARIA
DE MINAS
BOYACA**

N o r m a

Sobre Ventilación y Control de Polvos en las Explotaciones Mineras



**REPUBLICA DE COLOMBIA
PROGRAMA DE DIVULGACION Y CAPACITACION
EN SALUD OCUPACIONAL MINERA**

**Proyectos Especiales
ARP - ISS**



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
Dirección General de Minas

Norma

Sobre Ventilación y Control de Polvos en las Explotaciones Mineras

SANTAFE DE BOGOTÁ, D. C.



**PROTECCION LABORAL
SEGURO**

Instituto de Seguros Sociales

Dr. Antonio Yepes Parra
Presidente

Vicepresidencia de Protección de Riesgos Laborales - ISS

Dr. Javier Parga Coca
Vicepresidente PRL

Proyectos Especiales

Dra. Vianney Motavita García
Dr. Leonardo Briceño Ayala
Dr. Luis Fernando García

Proyecto Riesgos Profesionales **SECTOR DE LA MINERIA**

Dr. Luis Francisco Castillo
Coordinador

Ing. Jairo A. Tristancho

Comité de Salud Ocupacional Minero

Instituto de Seguros Sociales — ISS

Md. Luis Francisco Castillo
Md. Javier Parga Coca

Ministerio de Minas y Energía

Ing. Manuel Acevedo

Servicio Nacional de Aprendizaje — SENA

Ing. Juan Agudelo

**Empresa Colombiana de Carbón Ltda.
ECOCARBON**

Ing. Luis Ariel Albarracín
Ing. Franklin Alarcón

**Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
UPTC**

ESCUELA DE MINAS

Ing. Guillermo Jarro Tobo
Ing. Alejandro Fonseca

Secretaría de Minas Departamento de Boyacá

Ing. Orlando Velandia

Presentación

El Ministerio de Minas y Energía en coordinación con los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud, expidieron el Decreto N° 1335 del 15 de julio de 1987, con el propósito de reglamentar la seguridad en las labores subterráneas, el cual se ha venido aplicando en el territorio nacional.

El citado decreto establece que el Ministerio de Minas y Energía debe elaborar las correspondientes normas complementarias al mismo. En ese sentido se aunaron esfuerzos tanto de las empresas del sector oficial como del sector privado, para obtener documentos que sirvan de guía a empresarios y trabajadores mineros para el desarrollo de la actividad extractiva en todas las regiones del país.

Por lo anterior, el Ministerio de Minas y Energía en concordancia con lo contemplado en los Artículos 30 y 40 del Decreto N° 1335 de 1987, expidió la norma correspondiente a los requerimientos técnicos que deban cumplir las labores subterráneas sobre ventilación y control de polvos, que en las páginas siguientes se describe.

El mejoramiento de los procedimientos va siempre respaldado de una amplia divulgación de las correspondientes normas de carácter técnico, tarea en la cual está empeñado el actual gobierno.

Deseo que el presente documento, redunde en beneficio de todo el sector minero en el territorio nacional.

Cordial saludo,

JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO
Ministro de Minas y Energía.

VENTILACION Y CONTROL DE POLVOS EN LAS EXPLOTACIONES MINERAS

1. OBJETO

1.1 Esta Norma tiene como objeto complementar lo establecido en el párrafo del artículo 34 y en el artículo 40 del Decreto N° 1335 de 1987, reglamentario de la seguridad en las labores subterráneas.

1.2 Esta Norma establece las bases para la conservación del ambiente de trabajo en condiciones aceptables minimizando los riesgos en las labores subterráneas.

2. VENTILACION

2.1 DISPOSICIONES COMUNES A TODAS LAS MINAS

2.1.1 Toda labor subterránea debe poseer por lo menos dos conexiones de las excavaciones subterráneas con la superficie, una de estas servirá para llevar el aire fresco al subsuelo, y la otra para evacuar el aire viciado después de hacer el recorrido por las diferentes secciones de la mina.

2.1.2 Para que se origine un flujo de aire natural en una labor subterránea debe existir en ella, una diferencia de presión, el aire fluirá desde el sitio de presión más alto al sitio de presión más bajo.

2.1.3 La ventilación natural se debe medir a diferentes horas del día, según los cambios del clima ocasionados por variaciones de la temperatura ambiente.

2.1.4 Siempre que la ventilación natural no sea suficiente, para suministrar la cantidad de aire necesario, se hará uso de la ventilación mecanizada.

2.2 VENTILACION PRINCIPAL

2.2.1 Los ventiladores principales se deben instalar en sitios donde se encuentren protegidos contra derrumbes, avenidas de agua, golpes, explosiones o agentes extraños. Además, se debe contar con:

- Un segundo ventilador accionado por una fuente de energía independiente de la que alimenta al ventilador principal.
- Un manómetro de presión o tubo en U y poseer un dispositivo automático de alarma que avise posibles paradas del ventilador.
- Circuitos eléctricos para los ventiladores que sean independientes de otros circuitos en bajo tierra.
- Dispositivos que permitan, en caso de necesidad, la inversión del sentido del flujo de la corriente de aire, los cuales deben estar sometidos a verificaciones periódicas en la forma que establezca la dirección de la mina o labor subterránea.

2.2.2 Las interrupciones no previstas en el funcionamiento de los ventiladores instalados en superficie deben notificarse de inmediato al jefe o encargado de la labor subterránea, quien debe adoptar las medidas necesarias para garantizar la seguridad de las personas que se encuentran en el interior de la labor subterránea.

2.2.3 Todos los conductos de aire deben tener dimensiones adecuadas para que por ellos pueda circular la cantidad de aire calculada.

2.2.4 Los conductos deben ser inspeccionados periódicamente y conservados en buen estado.

2.2.5 El director de la mina o titular del derecho minero debe garantizar que las labores subterráneas dispongan de un plano de ventilación manteniéndolo al día y en el que deben estar indicadas:

- La dirección y distribución de la corriente de aire.
- La ubicación de las puertas principales, de los ventiladores y de identificación de corriente, de las estaciones de aforo y de los cruces de aire.

2.2.6 En el interior de las labores subterráneas a donde no llegue la ventilación por difusión, se deberán instalar ventiladores auxiliares accionados por energía eléctrica o neumática, siempre y cuando llenen los siguientes requisitos:

- El motor debe ser a prueba de explosiones, lo cual deberá ser certificado por el fabricante.
- Que se evite toda circulación del aire viciado, en zonas muertas, y el paso del aire viciado del retorno al canal de ventilación auxiliar.

2.3 VENTILACION AUXILIAR

2.3.1 Sólo personas autorizadas, (electricistas) son las encargadas de la puesta en marcha, paradas u otras operaciones de los ventiladores auxiliares.

2.3.2 Todo ventilador auxiliar debe estar conectado a tierra para que no se presente una acumulación de cargas electrostáticas.

2.3.3 Antes de instalar un ventilador auxiliar para airear un frente de trabajo, se debe cerciorar de que llegará al ventilador una cantidad de aire suficiente de manera que no haya recirculación del aire.

2.3.4 Todo ventilador auxiliar soplante debe instalarse en el lado de entrada, y todo ventilador aspirante en el lado de retorno del lugar que se ha de ventilar, para evitar la recirculación del aire. (ANEXOS: I, II y III).

2.3.5 El director de la mina o labor subterránea donde se usen ventiladores auxiliares, debe elaborar un reglamento sobre ventiladores auxiliares que regulen el funcionamiento de estos, exhibirlo en un lugar visible y con las siguientes prescripciones:

- El sistema de ventilación auxiliar (soplante, aspirante o mixto), que debe utilizarse cuando hay personas trabajando en galerías de avance, y cuando éstas estén desocupadas.
- El equipo de ventilación a utilizar (clase de ventiladores, tubos, mangueras. etc.).
- La cantidad mínima de aire que debe enviarse al frente de arranque cuando haya personal trabajando en él y cuando esté desocupado.
- La elaboración de un plano de cada sistema de ventilación y su exhibición a la entrada de las galerías de avance, donde se lo pueda explicar a los trabajadores que laboren en ella.
- El funcionamiento del ventilador debe ser continuo, salvo en caso de interrupción prevista para trabajos de mantenimiento o inspección.
- Las medidas o procedimientos a aplicar en caso de interrupción imprevista del ventilador o de funcionamiento anormal del sistema.
- El método a seguir para reiniciar los trabajos en las zonas cerradas, con inclusión del procedimiento que debe utilizarse para eliminar el gas que pudo haberse acumulado en cantidades peligrosas.
- La frecuencia con que una persona capacitada debe realizar inspecciones en el sistema, las cuales deben hacerse a cualquier aparato de control integrado a él.

2.3.6 Nadie debe permanecer en un lugar equipado con ventilador auxiliar cuando éste se encuentra apagado, salvo la persona autorizada para ello.

2.3.7 En los sitios donde se prohíbe la ventilación por difusión, se deben utilizar ventiladores auxiliares con tubo soplante, siempre que el aire de retorno no afecte a otros frentes o tajos de explotación.

2.3.8 Los conductos de la ventilación auxiliar no deben tener escapes o entradas de aire en toda la longitud o en sus empalmes, tampoco se debe permitir los estrangulamientos o cambios bruscos de dirección.

2.3.9 Cuando se presente una interrupción o parada en un ventilador auxiliar y antes de ponerlo a funcionar, debe hacerse un chequeo de presencia de grisú en el lugar donde se encuentre instalado dicho ventilador.

2.3.10 No se debe suspender la corriente de un ventilador en un frente ciego; en caso de hacerlo debe ser por orden escrita o por fallas en el equipo. En todo caso, el personal de estos frentes debe retirarse a lugares donde circule aire fresco.

2.3.11 Todos los frentes bajo tierra que encierren grave riesgo por falta de ventilación, deben cerrarse por medio de dos tablas cruzadas a la entrada de los mismos, con el signo convencional "X" o con la anotación "Peligro, falta de

ventilación acceso prohibido”, con excepción del personal de supervisión y del Cuerpo de Salvamento Minero, quienes lo harán con los correspondientes equipos de respiración y con autorización previa del jefe de la labor subterránea.

2.3.12 El conducto de ventilación para instalaciones de ventilación soplante debe tener su entrada de aire del codo de llegada de la corriente de aire principal.

La distancia “D” de la toma del aire fresco a la boca del frente que va a ventilar, se define teniendo en cuenta el caudal “Q” de la corriente principal y de la cantidad de aire que pueda suministrar el ventilador auxiliar a fin de evitar recirculación y zonas muertas (ANEXO I). Para evitar la recirculación $Q/q \geq 1,5$. En general $D = 6,0$ metros.

2.3.13 El conducto de ventilación para instalaciones de ventilación aspirante debe tener su salida de aire, del lado opuesto a la llegada de la corriente de ventilación principal. La distancia “D” es definida de manera similar, como la ventilación soplante (ANEXO I).

2.4 REGULACION DE LA VENTILACION DE LAS LABORES SUBTERRANEAS

2.4.1 La regulación de la ventilación dentro de las labores subterráneas o minas debe hacerse por medio de puertas y tabiques, las puertas de ventilación y los marcos deben ser metálicos, los muros que las soportan deben ser de construcción sólida, herméticos y resistentes al fuego:

- En caso que separen directamente la corriente principal de salida las corrientes de entrada.
- En sitios donde existan peligros de explosiones e incendios.

2.4.2 En los sitios donde sea necesario instalar puertas de ventilación, se debe colocar por lo menos dos puertas espaciadas entre sí, de tal manera que por lo menos una de estas puertas quede siempre cerrada para impedir el paso del aire (ANEXO IV).

2.4.3 En los lugares donde haya movimiento de tráfico por las puertas de ventilación y que la apertura de una de ellas, provoque una perturbación notable en la ventilación, se deben tomar medidas para garantizar que por lo menos una puerta de ventilación permanezca siempre cerrada.

2.4.4 Toda puerta de ventilación debe ser instalada con la inclinación y articulaciones necesarias para que cierre por sí misma.

2.4.5 Cuando se abra una puerta de ventilación debe asegurarse que ella se cierra por sí misma. En caso que la puerta no cierre por sí misma es necesario cerrarla y advertir de esta anomalía al supervisor de la labor subterránea o mina.

2.4.6 Deben tomarse medidas para que aquellas puertas que normalmente deban permanecer abiertas, no sean cerradas intempestivamente sin la orden de las personas autorizadas para hacerlo.

2.4.7 Las puertas que no estén prestando servicio, aún temporalmente, deben ser retiradas y ubicadas en lugares donde no estorben.

2.4.8 Todas las puertas de ventilación que presenten daño o deterioro deben repararse y cuando sea necesario llevarlas a superficie, y colocar otras en su reemplazo.

2.4.9 Las puertas que regulen la ventilación deben tener avisos claros para mantener informados a los trabajadores de cuáles deben permanecer abiertas o cerradas.

2.4.10 Se deben construir tabiques en todos los tambores o accesos a labores que no se estén trabajando con el fin de evitar las desviaciones del aire y poder guiar la ventilación a los frentes donde se desarrollen trabajos.

2.4.11 No pueden modificarse las disposiciones generales de la ventilación de las labores subterráneas sin orden del ingeniero jefe de las labores o el encargado, sin embargo, en caso de emergencia los supervisores pueden tomar las medidas inmediatas, previo aviso al jefe respectivo o al encargado de la labor subterránea.

2.5 CONTROL DE LA VENTILACION Y DE LAS INSTALACIONES

2.5.1 Todo trabajo en los conductos, vías y equipos de ventilación sólo puede ser autorizado por el encargado de la labor subterránea. Los trabajos se deben ejecutar de acuerdo con las reglamentaciones específicas sobre ventilación.

2.5.2 Para garantizar una ventilación suficiente que evite la acumulación de gases tóxicos, asfixiantes, combustibles o explosivos y proporcione el aire necesario para todas las labores subterráneas y demás elementos que lo necesiten en la actividad minera siempre se debe:

- Mantener en funcionamiento ventiladores principales o auxiliares.
- Evitar la modificación, interrupción, daño u obstrucción en las vías e instalaciones de ventilación o variar de un modo prolongado la posición de las puertas de ventilación.

2.5.3 Los medios de ventilación, con todas sus instalaciones y procedimientos destinados a guiar el aire hacia los distintos sectores, galerías, tambores, etc., deben ser objeto de control periódico por parte del personal capacitado en ventilación para:

- Cerciorarse de que el sistema funcione con los requerimientos establecidos.
- Verificar que las vías de aireación no presenten obstrucciones por materiales desprendidos o que la tubería de conducción de aire no esté desconectada del ventilador.
- Prever riesgos que pudieran justificar la revisión de las medidas de rigor.

2.5.4 Para las máquinas Diesel en operación, la velocidad mínima del aire no debe ser de 0,25 m/seg.

2.5.5 En los lugares donde operen equipos diésel, se deben tomar periódicamente muestras del medio ambiente y de los gases del exosto como: monóxido de carbono, gases nitrosos y gases sulfurosos, de los cuales se debe llevar un registro.

2.5.6 Las muestras de los gases del exosto se deben tomar a una distancia máxima de 30 centímetros del exosto, las muestras del medio ambiente se deben tomar a una distancia de 2 metros alrededor de la máquina.

2.5.7 La concentración de gases tóxicos en el exosto no debe exceder de los siguientes límites por volumen:

Monóxido de Carbono	0,25%
Gases Nitrosos	0,10%
Gases Sulfurosos	0,10%
Aldehídos	0,001%

2.6 DISPOSICIONES ESPECIALES PARA LABORES SUBTERRANEAS GRISUTUOSAS

2.6.1 Las minas grisutuosas o grisuogenas deben ser divididas en secciones independientes. Dos secciones se consideran independientes cuando no tengan en común, bajo el punto de vista de la ventilación, más que las galerías de entrada y salida del aire.

2.6.2 Las minas o secciones de las mismas se consideran divididas en tres categorías de acuerdo al porcentaje existente de grisú, polvos inflamables o explosivos, o gases tóxicos.

2.6.3 Se debe suspender el transporte con locomotoras de combustión interna tipo Diesel en minas clasificadas como grisutuosas en los siguientes casos:

- En las galerías de retorno de ventilación en que existen minados antiguos, sin macizo natural o artificial de protección que los separe de la galería, y puedan producir la invasión de la misma por grisú.
- En las galerías de entrada o retorno de ventilación que se hallen en la zona de influencia de explotaciones en las que, como consecuencia de grietas o fallas, puedan dar lugar a invasiones de grisú.

2.6.4 Con excepción de la realización de trabajos indispensables para la seguridad de la mina o del salvamento de personas en peligro inminente, no se permite trabajar, circular o permanecer en cualquier parte de una mina donde se compruebe que el contenido de grisú en la corriente general de ventilación, excede de la cifra que es permisible.

2.6.5 Si en caso de salvamento, de peligro inminente o de tareas indispensables, es necesario trabajar en lugares en que exista una acumulación peligrosa de grisú, los trabajos sólo deberán ser realizados:

- Siguiendo las indicaciones directas del jefe de la mina o del jefe del cuerpo de salvamento.
- Por mineros debidamente formados y entrenados.

2.6.6 Está absolutamente prohibido entrar a lugares cerrados, salvo por una cuadrilla del cuerpo de salvamento minero.

2.6.7 Donde exista peligro de erupciones repentinas de grisú o de otros gases nocivos, se debe preparar y aplicar un plan apropiado, que cubra los siguientes requisitos:

- Los tajos deben trazarse de manera que la corriente de aire de retorno procedente de cada frente llegue directamente al circuito de retorno de la ventilación.
- Deben instalarse sistemas de alarmas automáticas, así como otros medios de comunicación, para la transmisión de mensajes de advertencia a otros lugares de trabajo que puedan correr peligro como consecuencia de un desprendimiento de grisú en un tajo.

- El encargado de la mina debe adoptar medidas necesarias para que todo el personal conozca los procedimientos requeridos en caso de desprendimiento repentino de grisú y de los aparatos que están dotados los lugares expuestos a esa eventualidad.
- No deben disiparse o diluirse las acumulaciones de grisú importantes o no, por proyección de aire comprimido.

2.6.8 Para la detección del metano o grisú se deben utilizar metanómetros debidamente calibrados o lámparas de seguridad.

2.6.9 Antes de proceder a la perforación de barrenos de sondeo con el fin de captar metano y drenarlo mediante cualquier sistema destinado a ello, debe disponerse de una tubería en la que el metano pueda captarse y enviarse a un punto donde sea posible evacuarlo en condiciones seguras.

2.6.10 En cada barreno de sondeo debe de disponerse de lo necesario para que sea posible medir el volumen de gas que fluye y el porcentaje de metano que contiene.

2.6.11 Deben tomarse las medidas necesarias para que en aquellos tajos abandonados, en los que puedan producirse acumulaciones de metano, las acumulaciones peligrosas o se retengan o se eliminen.

2.6.12 Las medidas a tomar según el tenor de metano se dan en el cuadro 1.

CUADRO 1

MEDIDAS A TOMAR SEGUN LA CONCENTRACION DE GRISU

SI LA CONCENTRACION DE METANO ES	CARACTER DE ESTA CONCENTRACION	MEDIDAS A TOMAR
SUPERIOR A 0,5% (Con Metanómetro)	Tenor límite para efectuar quemas en frentes de desarrollo y preparación.	- Cortar la corriente eléctrica en las instalaciones que no estén protegidas contra explosiones.
VISIBLE A LAMPARA DE SEGURIDAD A FALTA DE UN CONTROL CON METANOMETRO		- Poner fuera de servicio locomotoras trolley en las zonas de contaminación. - Prohibición de voladuras.
SUPERIOR A 1,0%	Tenor límite cualquiera que sea el lugar.	- Poner fuera de servicio las locomotoras diésel. - Prohibición de voladuras.
	Tenor límite en tajos de explotación y en los retornos principales de aire.	- Cortar la corriente en las instalaciones eléctricas en el frente de galerías y túneles con ventilación auxiliar y en los retornos principales de aire. - Poner fuera de servicio locomotoras trolley y de batería en la zona contaminada.
SUPERIOR A 1,5%	Tenor límite en los retornos de tajos de explotación y en frentes de desarrollo y preparación.	- Cortar la corriente de todas las instalaciones eléctricas comprendidas en el sector contaminado. - Poner fuera de servicio locomotoras trolley y de batería
SUPERIOR A 2,0%	Tenor peligroso en cualquier lugar.	- Evacuar todo el personal. - Cerrar el frente, con palancas de madera en cuadro Colocación de tableros de control de gas y de un aviso que diga: "NO ENTRE - PELIGRO"

2.6.13 Los equipos que se deben usar para la medición y control del grisú, son las lámparas de seguridad y los metanómetros.

3 CONTROL DE POLVOS

3.1 LUGARES DONDE SE PRODUCEN POLVOS

3.1.1 Toda mina o frente de trabajo independiente, que contenga polvo de carbón en suspensión, debe ser dividida en varias secciones de ventilación, de tal manera que una explosión de polvo de carbón que se produzca en una sección cualquiera no pueda propagarse a las otras secciones de ventilación.

3.1.2 Se tiene una sección de ventilación, cuando ésta se encuentra aislada de otras corrientes de ventilación por medio de barreras de polvo incombustible o barreras de agua en sus galerías de entrada y salida. También se tienen varias secciones de ventilación cuando en una galería o transversal, una misma corriente de aire está dividida por varios juegos de barreras.

Quando las barreras no existen, entonces pertenecen varias vías de ventilación a una sección o circuito de ventilación. (Anexo V).

3.1.3 Para reducir la proporción de las partículas más finas en los polvos que puedan producirse, las barrenas y en general todas las herramientas cortantes deberán mantenerse bien afiladas.

3.1.4 En los trabajos de mineral o carbón se deben adoptar las medidas más eficaces posibles para prevenir la formación de polvo, tales como: perforadoras con inyección de agua, o aspiración y filtración de polvo, martillos picadores con pulverización de agua o deflectores de aire, riego de los frentes, hastiales, pisos, escombros etc. (Anexo VI).

3.1.5 Para eliminar los peligros que representan las voladuras, se dejará transcurrir un tiempo no menor de 30 minutos para que el personal regrese a su frente de trabajo. Este tiempo es función de un caudal de aire que garantice la evacuación de los gases y polvos de los frentes de trabajo hasta por debajo de los límites permisibles.

3.1.6 Siempre que sea posible, se practicará la humidificación a fondo del frente, techo, respaldos y pisos de las labores, antes de las voladuras, y se emplearán duchas o cortinas de niebla con agua para precipitar el polvo (Ver Anexo VII).

3.1.7 Para prevenir la producción de polvo en los sitios de cargue, transbordo y descargue de mineral y de roca, se debe adoptar medidas adecuadas, tales como riego del mineral o roca, e instalaciones de campanas de aspiración unidas a ventiladores que conduzcan el polvo aspirado a lugares de circuito de retorno donde no sea peligroso. El cubrimiento debe ser total en los tipos de transporte continuo (Anexo VIII).

3.1.8 Durante el transporte del mineral, escombros y tierras, dichos materiales si no están húmedos, se mantendrán en un grado suficiente de humedad, regándolos con frecuencia, cualquiera que sea el tipo de transporte.

3.1.9 Para evitar el peligro de polvos procedentes de los rellenos, se procurará emplear en estos, cuando sea posible, tierras que no contengan sílice o en otros casos, instalar conducción de agua en las vías o galerías en dirección de las explotaciones para poder emplear el riego en estos trabajos de relleno.

3.1.10 Para prevenir la formación de polvo en las galerías secas con mucha circulación de personal, se emplearán los siguientes medios:

- El riego del piso, para humedecer el polvo depositado, siempre que el agua empleada no sea de tal fuerza que levante en el aire el polvo reposado.
- Consolidación del polvo depositado mediante una conveniente distribución de sales higroscópicas (cloruro de sodio o de calcio), que al mantener el polvo húmedo impida que pueda ponerse de nuevo en suspensión en el aire al circular el personal.

3.1.11 En las galerías muy pulverulentas y secas y en las que el personal tenga que realizar grandes recorridos, debe facilitarse el transporte mecánico en los principales turnos de entrada y salida del trabajo.

3.1.12 Se debe dar preferencia a medidas de tipo colectivo para combatir el polvo. Sin embargo, es recomendable utilizar medios independientes, mascarillas u otros aparatos individuales para el personal que trabaje en condiciones tales que su salubridad no quede garantizada por las medidas de tipo colectivo.

3.1.13 Las tomas de muestras deben ser repartidas uniformemente en el tiempo que dure la plena actividad y máxima concentración del personal empleado, con exclusión de los períodos de interrupción del trabajo. También se excluirán los períodos inmediatamente posteriores a las voladuras sí durante ellas o en su circuito de retorno de ventilación no hubiere personal.

3.1.14 Las tomas de muestras de polvo en los frentes de explotación habrá de hacerse en el circuito de ventilación por detrás del punto donde aquél se origine y a una distancia no mayor de 15 metros del último productor que esté trabajando en aquellos.

3.1.15 En los frentes de ventilación auxiliar las tomas de muestras deben hacerse:

- Si la ventilación es aspirante, entre el frente y la extremidad del tubo;
- Si es soplante, en la parte posterior de la extremidad del tubo a 10 metros de éste;
- Si la ventilación es por difusión, la toma de muestras se hará a menos de 15 metros del frente y a una distancia de la entrada mayor de 1,5 veces del fondo de la vía.

3.1.16 En las estaciones de transbordo de material en bajo tierra, se hará muestreo a 3 metros adelante de ellas en el sentido del circuito de ventilación.

3.1.17 En las cribas, machacadoras, trituradoras y equipo similar instalado bajo tierra, la toma de muestras se hará a 5 metros adelante de la instalación, también en el sentido de la ventilación.

3.1.18 En otros lugares de producción de polvo, bien sea bajo tierra o en superficie, se procurará hacer la toma de muestras en la zona donde habitualmente se coloca el personal para realizar su trabajo.

3.1.19 Se harán aforos de ventilación, así como mediciones de polvos y gases por lo menos cada quince días, y cuando por alguna causa se produzca una modificación importante en la dirección y distribución de alguna de las ramas principales de la corriente de aire.

3.1.20 Los aforos se harán a la entrada y salida de la mina, en el origen y en el extremo de cada una de las ramas principales de la corriente e inmediatamente antes y después de los tajos. Los de las galerías generales se verificarán en las estaciones dispuestas para ello.

3.1.21 El resultado de los aforos y determinaciones prescritas anteriormente, se anotarán en un libro de registro, debiendo para las galerías generales y vías principales, concordar el momento de estas mediciones con el de la toma de muestras para polvos y gases.

3.1.22 En el libro de registros se anotará:

- La especificación de la corriente investigada y su aforo en el lugar y momento de la toma de muestreos.
- El número de vigilantes, obreros, y de semovientes ocupados en la zona recorrida por la corriente y el monóxido de carbono (CO) de los motores de combustión empleados durante el período escogido
- La proporción de polvos y gases nocivos.

3.2 EN LABORES A CIELO ABIERTO

3.2.1 En las labores a cielo abierto se produce polvo en las operaciones siguientes:

- En los trabajos de voladura.
- Fragmentación de la roca a mano o con equipos neumáticos.
- Trituración, cribado, y aparatos mecánicos.
- Fracturación a máquina.
- Carga y transporte.

3.2.2 Para disminuir la concentración de polvos en las voladuras, se deben seguir en lo posible las siguientes recomendaciones:

- Adoptar métodos de perforación y técnicas de voladura de barrenos adecuados.
- Antes de efectuar la voladura se debe regar con agua el suelo y los muros de los alrededores de la zona.
- Los barrenos se tacarán con cartuchos de agua (Ver Anexo IX).

3.2.3 Para disminuir la concentración de polvo durante la perforación de frentes o la fragmentación de rocas, se debe instalar en los martillos perforadores una caperuza de aspiración, con una pieza cilíndrica corrediza en la parte delantera de tal manera que el trabajador que la maneja la pueda levantar con la mano para observar la perforación sin necesidad de retirar la perforadora.

3.2.4 La cantidad de polvo que se produce cuando se fragmentan grandes bloques de roca se puede disminuir taladrándolas primero y luego introduciendo cuñas para disgregarlas.

3.2.5 Las máquinas trituradoras deben estar aisladas y provistas cada una de ellas de una instalación de extracción de polvo. En las aberturas de alimentación de las trituradoras, la aspiración debe ser en la dirección en que avanza el material.

3.2.6 El personal encargado de la operación, conservación y engrase de las máquinas trituradoras, debe utilizar mascarillas de filtro mientras esté efectuando su trabajo.

3.2.7 En las operaciones a mano como: cincelado, cuarteo, rectificación, desbaste, y demás labores propias de canteras, se debe utilizar mascarillas de filtro contra el polvo que se pueda producir.

3.2.8 Si la piedra es aserrada, fresada o trabajada a máquina, el polvo se controlará con un riego continuo de agua aspersada cuidando de que no produzca demasiada neblina.

3.2.9 Las operaciones de cargue y transporte conllevan riesgos en lo que se refiere a polvos, es aconsejable humedecer el material para disminuir la cantidad de polvo que se pueda generar en estos trabajos.

3.3 CONTROL DE POLVOS EN MINAS DE CARBON EN BAJO TIERRA

3.3.1 Las prescripciones comprendidas bajo este título se refieren a las minas que explotan carbón y cuyos polvos son capaces de producir y propagar una explosión.

3.3.2 Para impedir la propagación de las explosiones de polvo de carbón o de grisú, por existir acumulaciones de polvo, se utilizará para evitar las transmisiones de dichas explosiones entre las labores de una mina, neutralización parcial o preventiva con polvo estéril, mediante barreras transversales que deben estar situadas:

- En las entradas y salidas de cada zona que constituya un campo de explotación separado de los demás.
- En las entradas y salidas de las labores de desarrollo y preparación que no formen una zona separada de las de explotación.
- En la entrada y salida de cada frente de arranque, o sea el conjunto de etapas de un mismo grupo, así como entre los tajos de este último cuando el macizo de carbón que los separa exceda de 15 metros.

3.3.3 Las barreras estarán formadas por tableros o chapas dispuestos dentro de la sección transversal libre de las galerías, y colocados en el tercio superior del techo, para que entre el montón de polvo almacenado y el borde inferior del cabezal del cuadro de entibación quede, al menos, un espacio de 10 centímetros (Anexo V).

3.3.4 La cantidad de polvo que por metro cuadrado de sección de galería contengan estas barreras, será de 400 kilos para las minas de categoría III, en las labores de arranque y planos inclinados, así como las labores de desarrollo y preparación, y 80 kilos para las barreras utilizadas en separar los frentes de arranque entre sí.

3.3.5 Las barreras constan de 10 tableros, colocados transversalmente a las galerías y cerca del techo; tendrán, a lo más, 0,50 metros de ancho y su separación no será menor de 0,60 metros, los tableros deberán ser de poca anchura en sus apoyos, a fin de no tener más que la estabilidad indispensable. El espesor de la capa de polvo inerte no será mayor de 0,25 metros, debiendo quedar un espacio de 0,10 metros al menos, bajo los cuadros sobre los 2/3 como mínimo de la longitud de la plataforma.

3.3.6 La situación de las barreras se indicará convenientemente en el plano de ventilación.

3.3.7 Las barreras basculantes pueden servir de complemento, pero no sustituir totalmente a las barreras fijas.

3.3.8 En caso de que las minas sean muy pulverulentas se aplicará con la neutralización en general, cubriendo con polvo estéril el polvo de carbón de las labores, galerías de transporte, circulación y ventilación, en la proporción y forma que se indica a continuación:

- La neutralización general de galerías y labores deberá hacerse de manera que el polvo de material neutralizante (polvo de caliza), cubra todos aquellos sitios de las galerías donde exista polvo de carbón exceptuando las labores de arranque propiamente dichas.
- Los depósitos de polvo de carbón de más de dos (2) milímetros de espesor sobre las caras laterales de las excavaciones y fortificaciones deberán eliminarse antes de la neutralización.
- El riego con polvo, con excepción del que se practique junto a un frente de arranque, deberá realizarse, en general, durante el relevo que haya menos obreros. El espolvoreo mecánico solamente se hará cuando no haya personal en las labores y servicios, en los cuales el viento pueda arrastrar el polvo.
- El riego con polvo deberá ser bastante intenso y frecuente, para que sobre toda la extensión de las labores mineras neutralizadas, la mezcla de polvo depositada contenga, al menos el 75% de materias incombustibles.
- Las labores empolvadas se inspeccionarán periódicamente, al menos una vez al mes, a fin de comprobar el contenido en cenizas y la flotabilidad del polvo.

La acumulación de polvo de carbón en las galerías de transporte o circulación deberá eliminarse periódicamente.

- En todos los pisos de la mina deberá haber reserva de polvo estéril en cantidad suficiente para una semana.

3.3.9 El responsable de la explotación, llevará un libro de registros de las operaciones de espolvoreo y desempolvado que se ejecuten en el interior de la misma, así como los resultados de los ensayos de polvo.

3.3.10 El polvo estéril empleado en las barreras y neutralización en general se ajustará a las siguientes características:

- Que pase completamente a través de la tela de una red de lámparas de seguridad (144 mallas/cm²)
- Que pase, al menos el 50% a través de mallas de alambre de 80 mallas/cm (6.400 mallas/cm²).
- Que no tenga más del 10% de su peso de materias combustibles, ni sea capaz de absorber la humedad del aire, de tal manera que se aglomere, destruyendo su efectividad como polvo seco.
- Que se mantenga flotante en el aire de la mina.
- Que no sobrepase el índice de peligrosidad, es decir, no debe ser mayor de 5 mg/m³, lo que resultaría perjudicial para la salud del personal minero.

3.4 FORMACION DE PERSONAL ESPECIALIZADO EN LA LUCHA CONTRA EL POLVO

3.4.1 En todas las minas donde se efectúen operaciones subterráneas de cierta importancia, debe existir un equipo de especialistas en ventilación y control o supresión de polvos.

Las funciones que éste equipo debe realizar son entre otras, las siguientes:

- Introducir medidas de lucha contra el polvo en la mina y familiarizar a los trabajadores con la forma general de usar los equipos de supresión del polvo, enseñándolos al mismo tiempo a revisarlo y a conservarlo en buen estado.
- Recoger muestras de polvo en suspensión en el aire en todos los lugares de trabajo para determinar el grado de concentración, hacer los análisis o las mediciones y registrar los resultados de la manera adecuada.
- Presentar a la dirección de la mina informes regulares sobre las condiciones existentes en lo que se refiere al polvo y sobre la eficacia de los métodos de lucha que se estén aplicando.
- El personal que ha de encargarse de la aplicación de las medidas de lucha contra el polvo en la mina, debe tener experiencia de las condiciones que reúna en el interior, y debe recibir la formación en la propia mina, del personal que ya esté desempeñando esas funciones, formación que debe ser aplicada mediante conferencias o clases organizadas, ya sea en las instalaciones mineras, ya sea con la colaboración de establecimientos de enseñanza técnica.
- Se debe preparar un programa de estudios detallados en el que se debe incluir los temas siguientes:
 - ↳ Conocimientos generales sobre la neumoconiosis, incluidos su historia, sus causas y su diagnóstico.
 - ↳ Origen, naturaleza y comportamiento del polvo y riesgos que el polvo encierra.
 - ↳ Medios de lucha contra el polvo, especialmente suministros de agua y su utilización.
 - ↳ Ventilación y lucha contra el polvo, especialmente en frentes de arranque, preparación y desarrollo en los sitios de carga y en las vías de transporte.
 - ↳ Toma de muestras del polvo, dando importancia a los medios utilizados en la mina.
 - ↳ Determinación de la concentración del polvo y presentación de informes y registros de los resultados.
 - ↳ Ventilación de los diferentes lugares de trabajo, métodos de medición, utilización de todos los aparatos y cálculos elementales.
 - ↳ Construcción y utilización de las máquinas y dispositivos en que se utiliza el agua para la precipitación del polvo, como los martillos picadores y las perforadoras con inyección de agua, los rociadores y los dispositivos de infusión.

3.5 APARATOS MAS COMUNES PARA LA TOMA DE MUESTRAS Y CONTROL DE POLVOS

3.5.1 Tyndaloscópio (con o sin dispositivo de calentamiento. Procedimiento: óptico).

3.5.2 Confímetro (procedimiento: colisión).

- 3.5.3 Bomba a mano P.R.U. (procedimiento: filtración).
- 3.5.4 Bomba a mano Dräger (procedimiento: filtración).
- 3.5.5 CERCHAR 857 (procedimiento: filtración).
- 3.5.6 SIMGARD (S.M.R.E.)
- 3.5.7 Coniciclo (procedimiento: ciclón).
- 3.5.8 Balanza GAST (procedimiento: electrostático).
- 3.5.9 Precipitación Térmico corriente (procedimiento: térmico).

La mayoría de estos aparatos tienen como unidad de medida de partículas por centímetro cúbico (p/cm^3).

3.6 NORMAS COMPLEMENTARIAS SOBRE POLVOS

3.6.1 POLVOS DE CARBON

3.6.1.1 El polvo de carbón para que sea explosivo debe ser suficientemente fino. La explosividad la ocasionan solamente los polvos que pasan malla 200 (menor a 1 mm de diámetro).

3.6.1.2 La cantidad peligrosa de polvo de carbón acumulada en una excavación minera es de 1 kilogramo por metro cúbico ($1kg/m^3$) del volumen de la excavación.

3.6.1.3 El límite inferior de explosividad lo constituye el polvo difundido en una nube en una cantidad de $45\text{ gr}/m^3$ y el límite superior en $1\text{ kg}/m^3$, la explosividad más fuerte la ocasionan cantidades de 300 a $500\text{ gr}/m^3$ de volumen de la nube. Aumenta notablemente en minas grisutuosas.

3.6.1.4 Para un circuito de aire que es grisutoso, la proporción del 65% de elementos incombustibles dentro de las medidas de polvo debe aumentar en 1% por cada fracción de 0,1% de grisú.

La cantidad de polvo de roca a utilizar para la neutralización, debe ser tal que la mezcla de polvo de carbón y polvo de roca, existente dentro de las labores y galerías, tengan un tenor promedio en elementos incombustibles que no sean inferiores a 65% en atmósferas grisutuosas, un 70% para un tenor de grisú del 1%; y 80% para un tenor en grisú del 1,5%.

El porcentaje mínimo de materias incombustibles exigido para los carbones de tenores diversos de materias volátiles es:

CUADRO 2

TENOR PROMEDIO EN MATERIAS VOLATILES DE CARBON EN %	PORCENTAJE MINIMO DE MATERIAS INCOMBUSTIBLES EXIGE:
HASTA 20	50 %
“ 22	55 %
“ 25	60 %
“ 27	65 %
“ 30	68 %
“ 32	70 %
“ 35	72 %
MAS ALLA DE 35	75 %

3.6.1.5 Las condiciones se consideran satisfactorias si se ajustan a las normas establecidas en materia de concentraciones máximas permisibles, que son indicadas en el siguiente cuadro:

CUADRO 3

NATURALEZA DEL POLVO	NUMERO MAXIMO DE PARTICULAS POR CM ³
1. Polvo de carbón en las minas de Antracita.	650 partículas de 1 a 5 micrones.
2. Polvo de carbón en las demás minas de carbón.	850 partículas de 1 a 5 micrones.
3. Polvo producido en galerías de roca y galerías de avance de roca dura en todas las minas.	450 partículas de 1 a 5 micrones.

3.6.2 MEDIOS DE CONTROL DEL POLVO EN GENERAL

3.6.2.1 Fórmula para el cálculo del índice de peligrosidad del polvo:

$$i = 3,32 \log (c \times t) - k$$

donde:

i	=	índice de peligrosidad
c	=	número de partículas de polvo inferior a 5 micras.
t	=	ley en sílice libre de polvo obtenidas en el muestreo.
k	=	coeficiente dependiendo del tipo de aparato utilizado en el muestreo.

3.6.2.2 Clases o dispositivos colectores de polvo:

- Los colectores mecánicos.
- Los filtros de tela
- Los precipitadores electrostáticos (basados en el fenómeno de la electrofóresis*)

3.6.2.3 Los agentes humectantes que hayan de ser utilizados en las minas deben poseer las siguientes propiedades:

- No deben ser perjudiciales para el aparato respiratorio, ni para la piel.
- Su poder humectante debe ser muy superior al del agua.
- Su costo no debe ser excesivo.

* Método de separación de los constituyentes de soluciones coloidales por la utilización de la acción de un campo eléctrico.

- No deben facilitar la combustión espontánea del carbón.
- Deben ser estables, tanto en su forma concentrada como en su forma diluida.
- Su empleo debe facilitar la eliminación de las partículas de polvo respirables.
- No deben dificultar ninguna de las operaciones metalúrgicas o de lavado.

3.6.2.4 Los agentes humectantes deben ser mezclados con el agua por medio de un dosificador que asegure la adecuada concentración de la solución en todas las condiciones de trabajo.

3.6.2.5 Rociadores de agua

Para elegir el modelo adecuado de rociador se debe tener en cuenta lo siguiente:

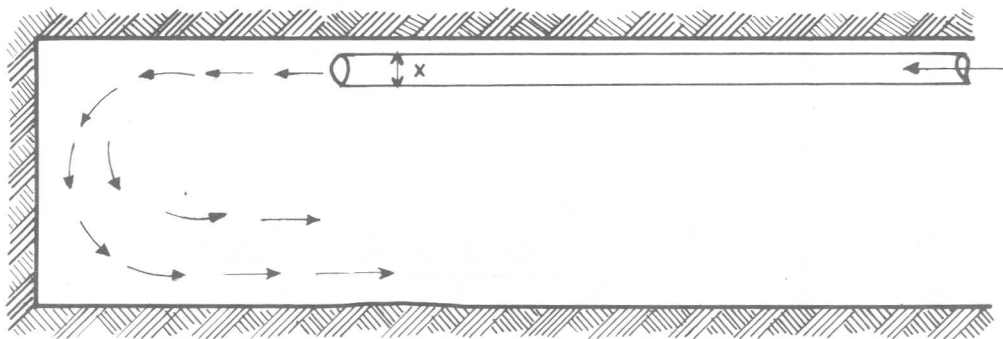
- Su construcción y sencillez.
- La cantidad de agua que lanza a diferentes presiones (si son rociadores de agua y aire, también el consumo de aire).
- La forma y alcance del chorro.
- El tipo de atomización.
- Las probabilidades de obturación.
- Las características físicas (forma, volumen, solidez).
- La resistencia a la corrosión.

3.6.2.6 Las medidas para combatir el polvo que se produce durante el transporte del mineral en bandas transportadoras es:

- Estudio cuidadoso de la instalación del transporte y buen montaje y buena conservación del mismo.
- Limpieza de la banda del transportador para sacar el polvo a ella adherido.
- Supresión del polvo en los puntos de carga y de transbordo.
- Limpieza periódica del camino que recorren los transportadores, para sacar el polvo y los productos que hayan caído en él.

ANEXO I

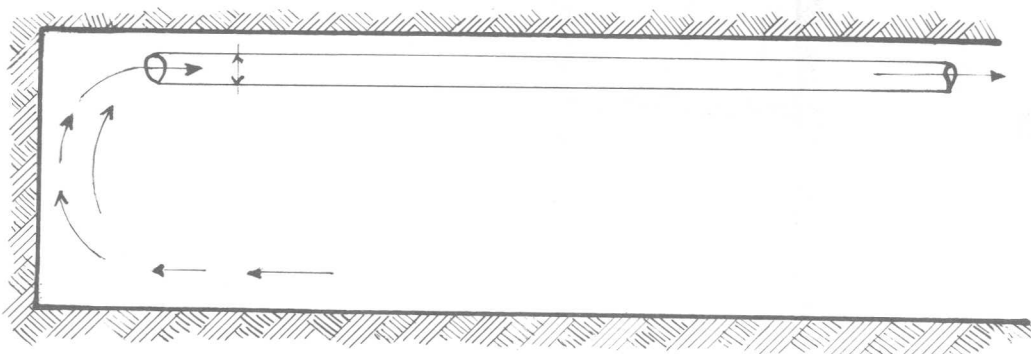
A



VENTILACION SOPLANTE:

El aire fresco es lanzado directamente sobre el frente de arranque.

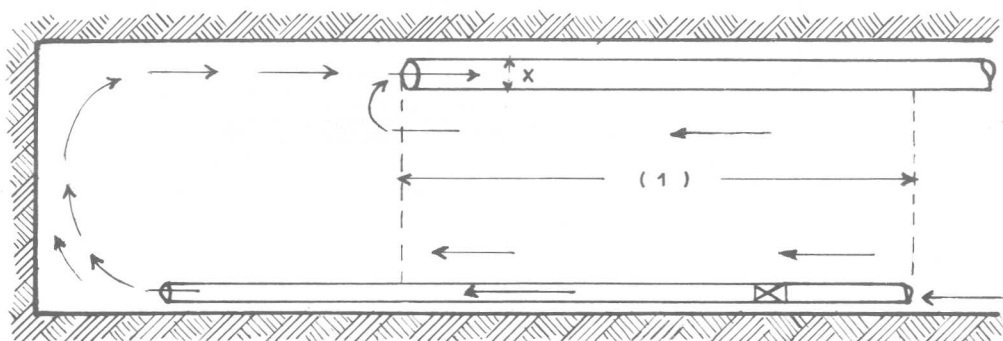
B



VENTILACION ASPIRANTE:

Se advierte lo difícil que es llevar la boca del conducto de aspiración muy cerca del frente de arranque.

C



VENTILACION POR ASPIRACION Y SOPLANTE COMBINADOS:

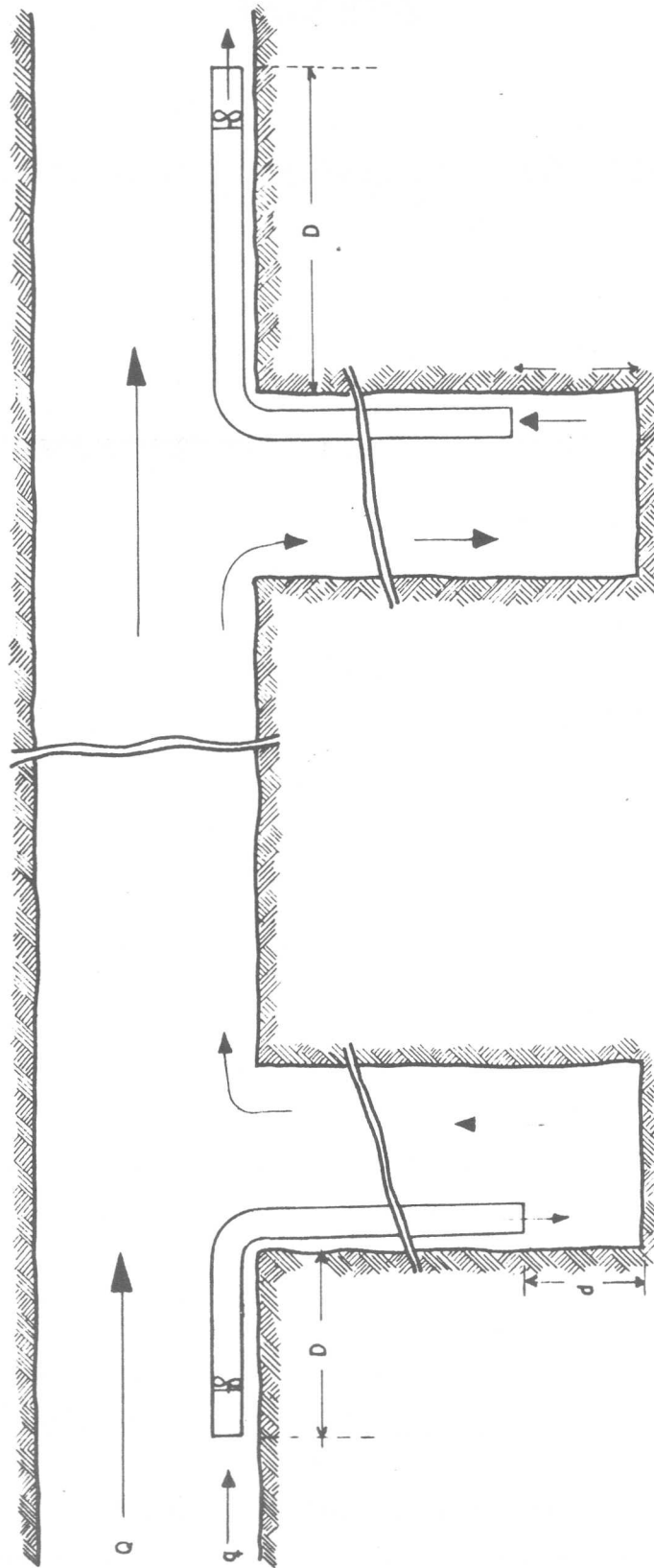
El extremo del conducto secundario por el que entra el aire en él, no debe estar más de 10 metros atrás de la boca del conducto principal por el que se aspira el aire. (Distancia 1).

(Continuación Anexo I)

D

VENTILACION SOPLANTE

VENTILACION ASPIRANTE



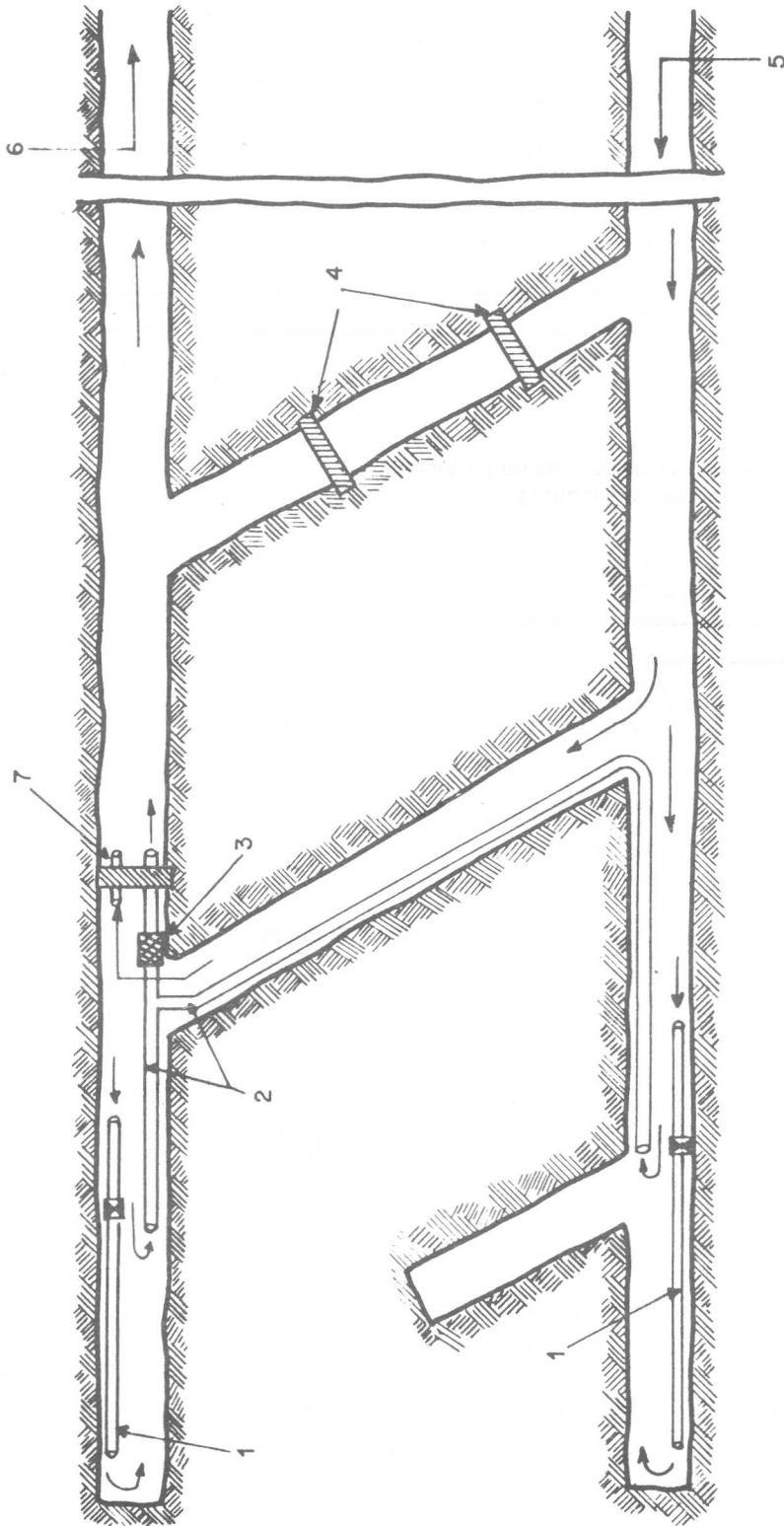
$$\frac{Q}{q} \geq 1.5$$

$$D > 6m$$

$$4\sqrt{A} \leq d \leq X\sqrt{A}$$

d = Distancia de la tubería al frente (m)
A = Área de la sección del túnel (m²).

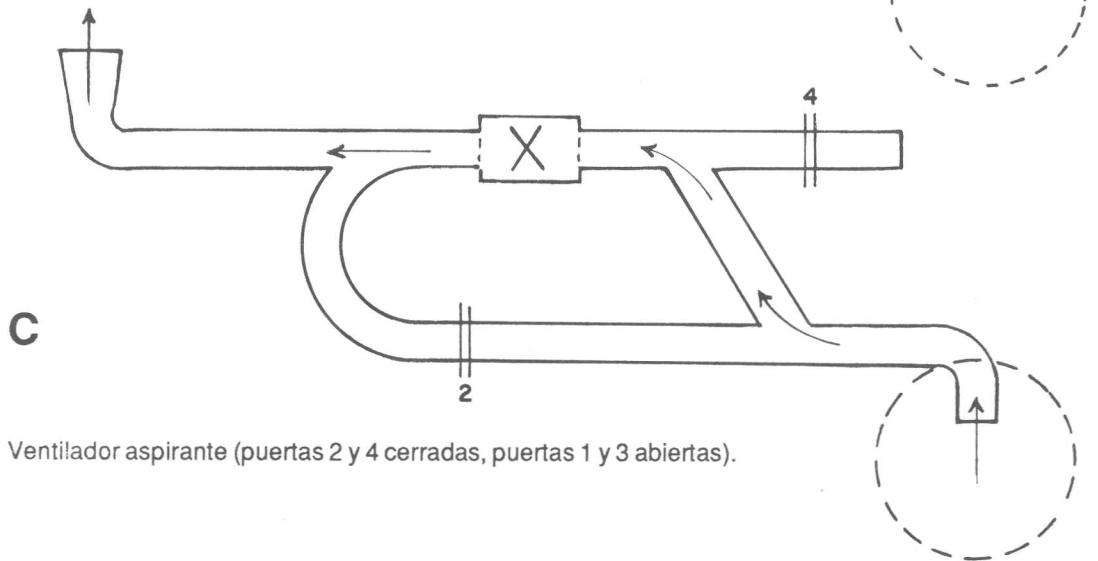
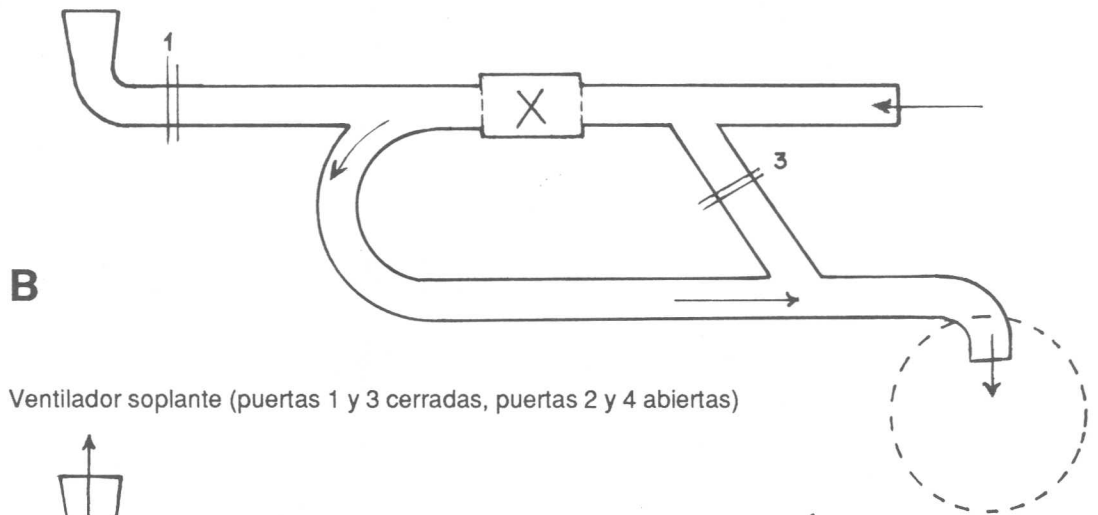
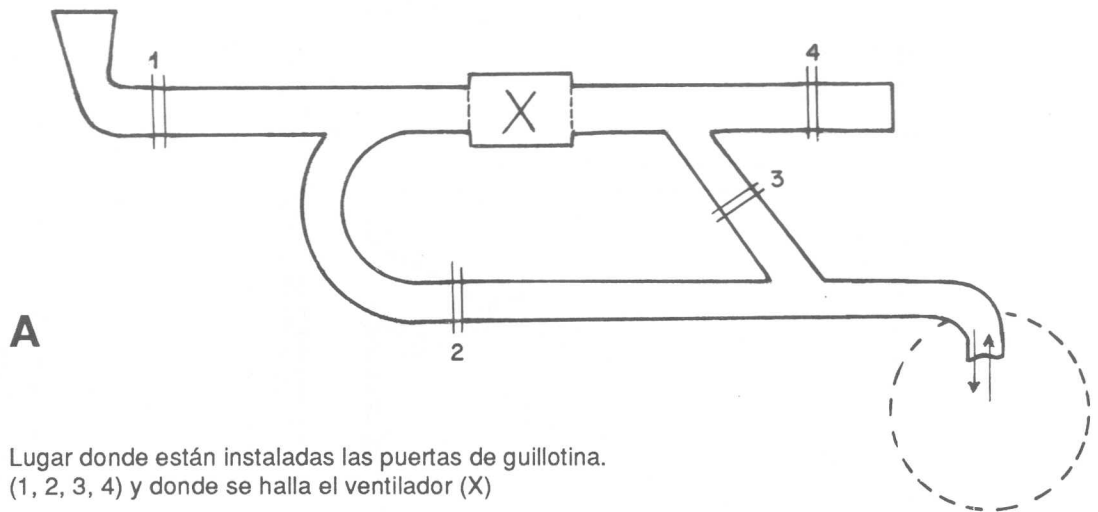
ANEXO II



VENTILACION DE DOS VIAS PARALELAS

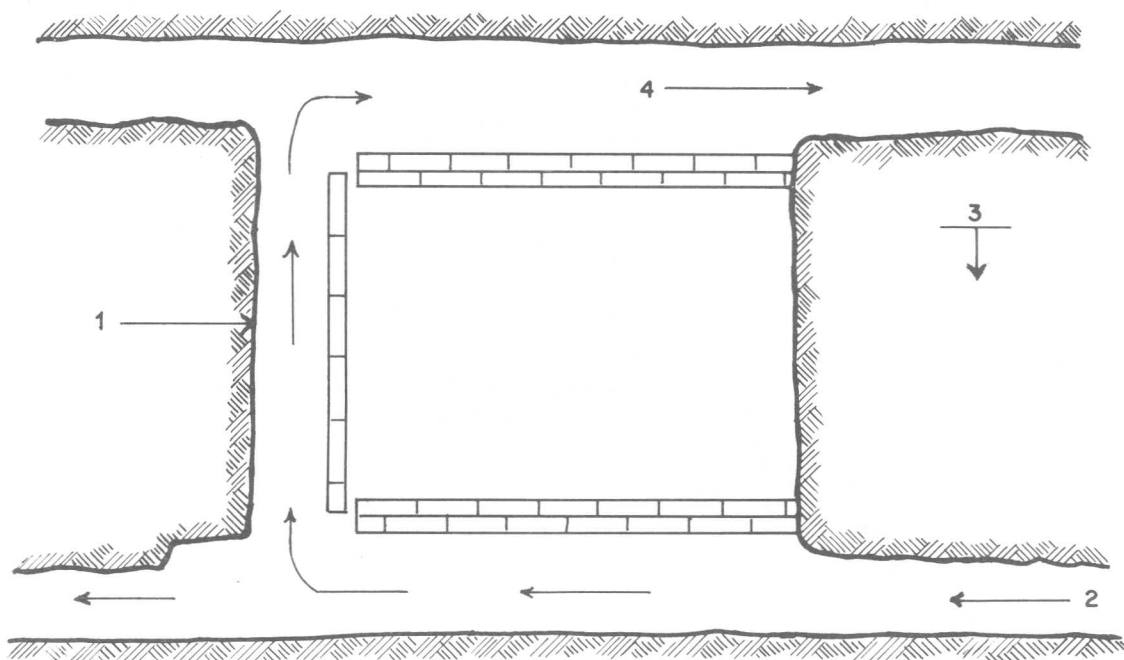
1 — Conducto secundario con ventilador, 2 — Conducto de aspiración, 3 — Ventilador o regulador para controlar la ventilación principal, 4 — Tabiques herméticos en una galería transversal, 5 — Vía de entrada del aire, 6 — Vía de retorno del aire, 7 — Ventilador para la aspiración del aire.

ANEXO III



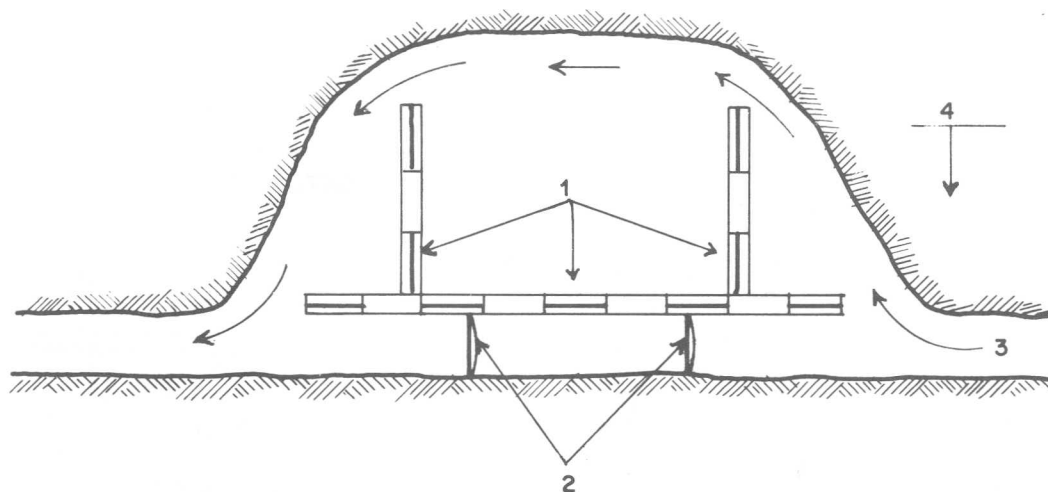
SISTEMA DE VENTILACION PARA CAMBIAR LA DIRECCION DE LA CORRIENTE DE AIRE CUANDO SE ESTA PROFUNDIZANDO UN POZO O ABRIENDO UNA GALERIA O TUNEL

ANEXO IV



Tabiques de ventilación que dirigen el aire hacia un frente de arranque:

1 — Frente de arranque 2 — Entrada del aire 3 — Buzamiento 4 — Retorno del aire.

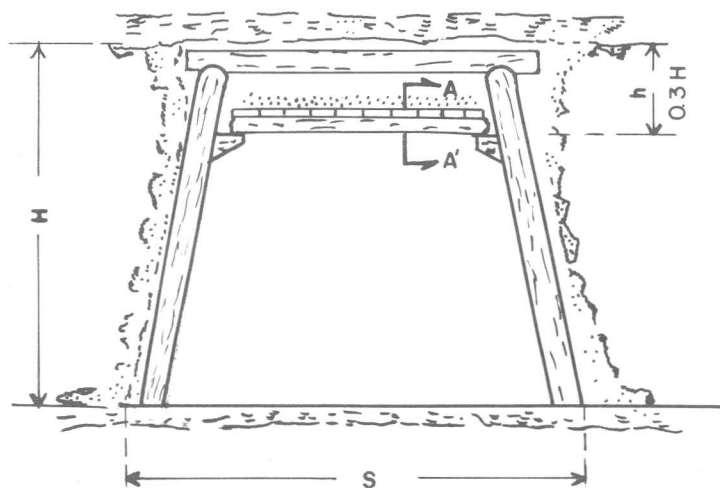
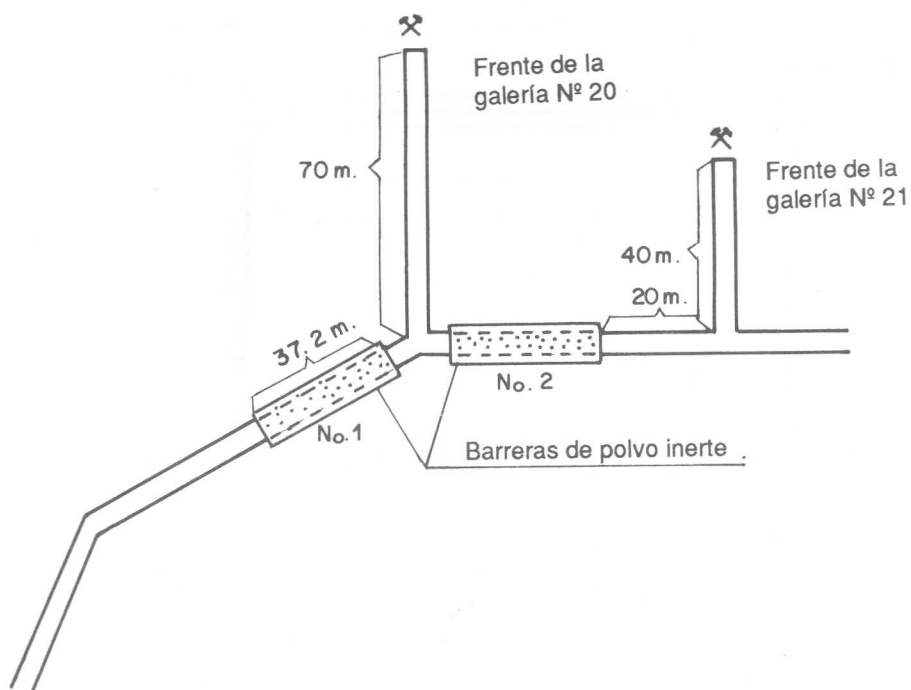


Tabiques de ventilación que dirigen el aire hacia un frente de arranque pendiente arriba sin comunicación con el nivel superior:

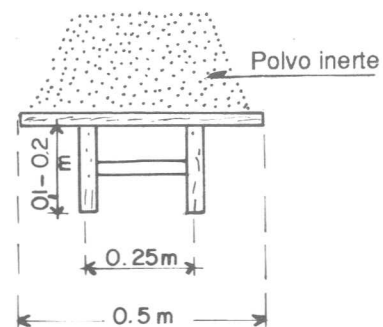
- 1 — Tabique de ventilación
- 2 — Puertas de ventilación que forman una válvula
- 3 — Dirección de la corriente de aire
- 4 — Buzamiento

ANEXO V

COLOCACION Y METODO DE CONSTRUCCION DE UNA BARRERA DE POLVO INERTE

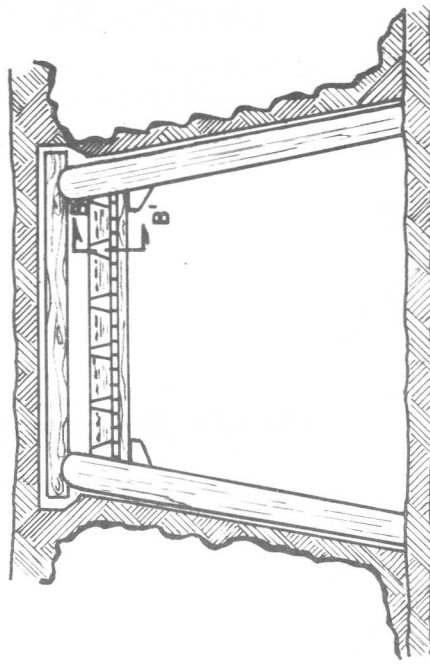
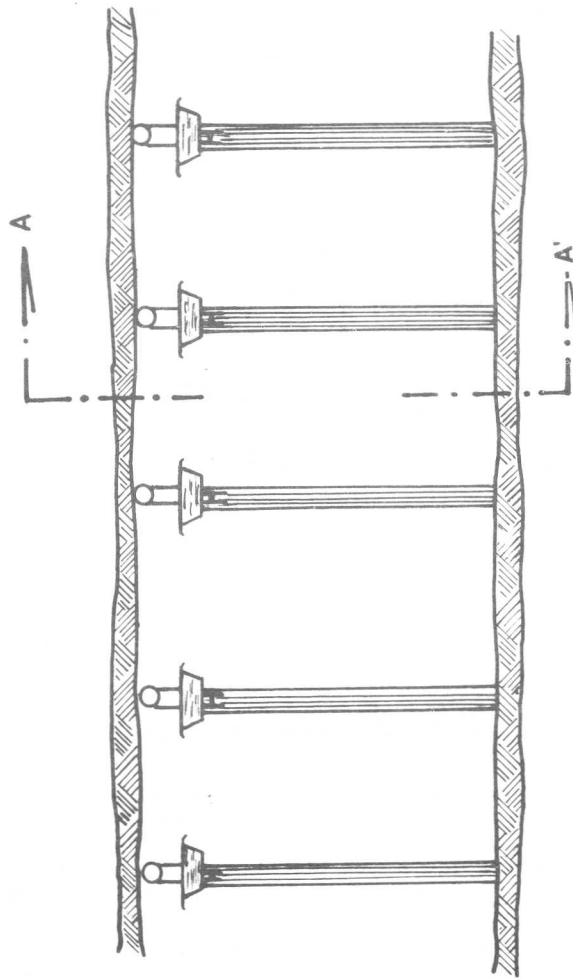


CORTE A - A'

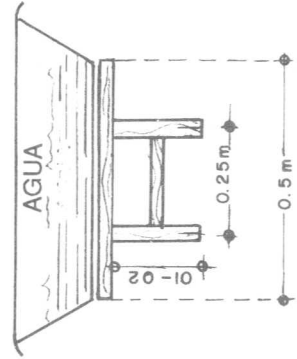


(Continuación Anexo V)

METODO DE CONSTRUCCION DE LA BARRERA DE AGUA EN UNA GALERIA



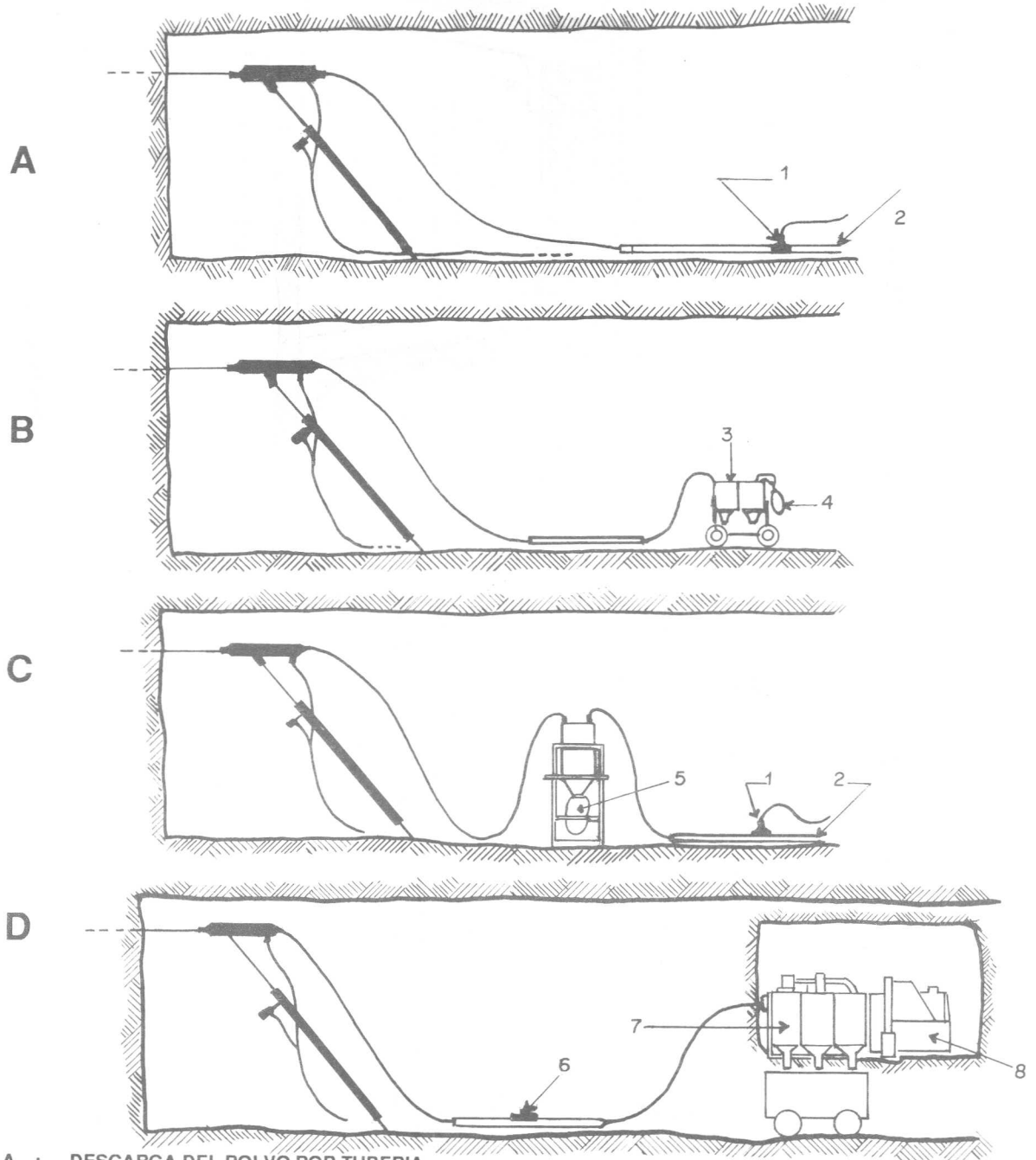
CORTE A - A'



CORTE B - B'

ANEXO VI

SISTEMAS DE CAPTACION DEL POLVO UTILIZABLE EN LAS MAQUINAS DE PERFORACION EN SECO

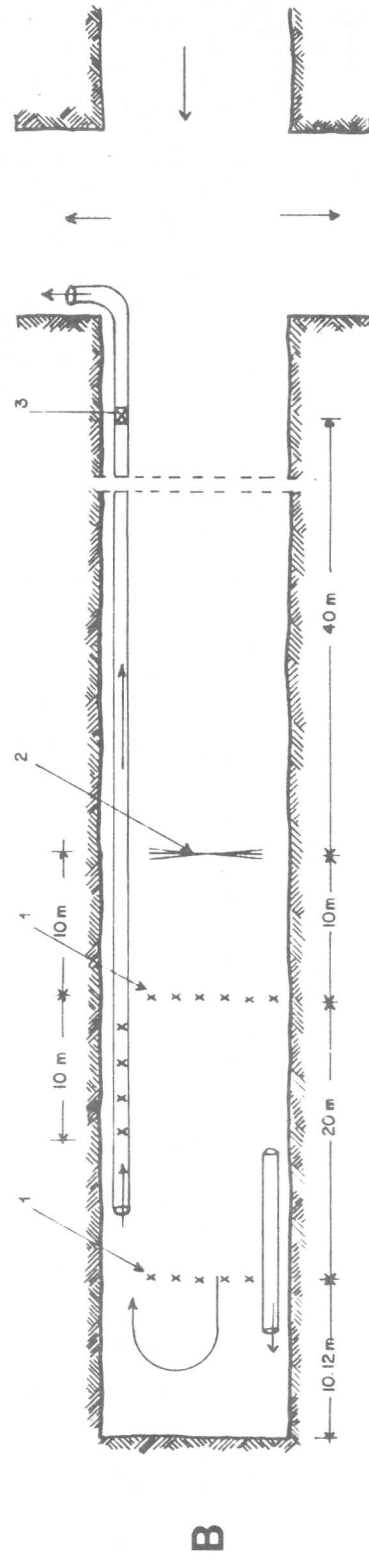
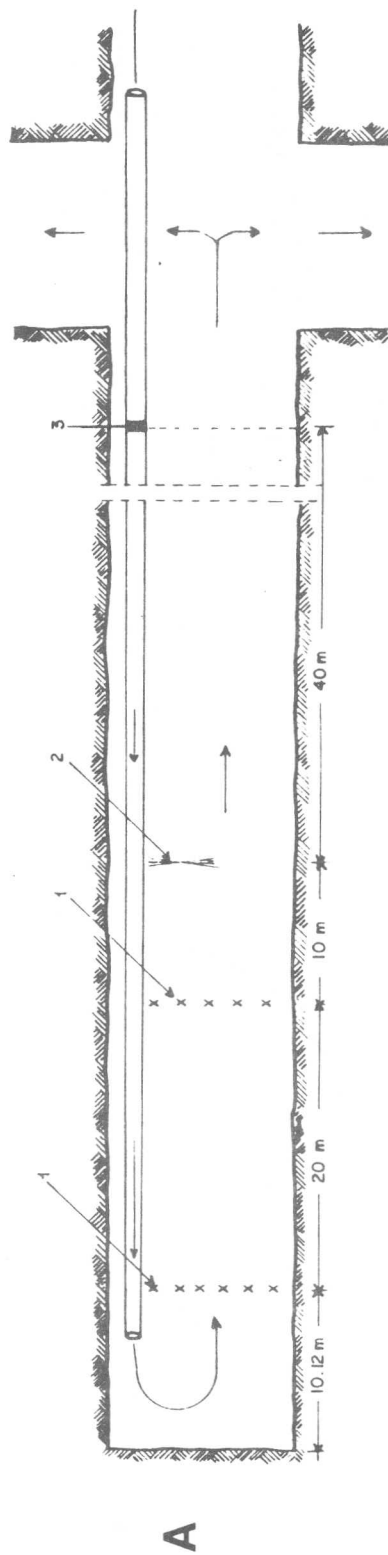


- A : DESCARGA DEL POLVO POR TUBERIA
 B : SEPARACION Y FILTRACION DEL POLVO A LA SALIDA DE LA PERFORADORA
 C : SEPARACION DEL POLVO A LA SALIDA DE LA PERFORADORA Y DESCARGA DE LAS PARTICULAS FINAS POR TUBERIA
 D : DESCARGA DEL POLVO POR TUBERIA HASTA UNA INSTALACION DE ASPIRACION, SITUADA EN UNA GALERIA PRINCIPAL, QUE CONTIENE LAS CAMARAS DE SEPARACION Y DE FILTRADO

1—Eductor, 2—Tubería de descarga del polvo, 3—Cámaras de separación, 4—Filtro, 5—Captador de las partículas gruesas, 6—Válvula de seguridad, 7—Ciclón, 8—Ventilador aspirante.

ANEXO VII

LANZAMIENTO DE CORTINAS DE NEBLINA

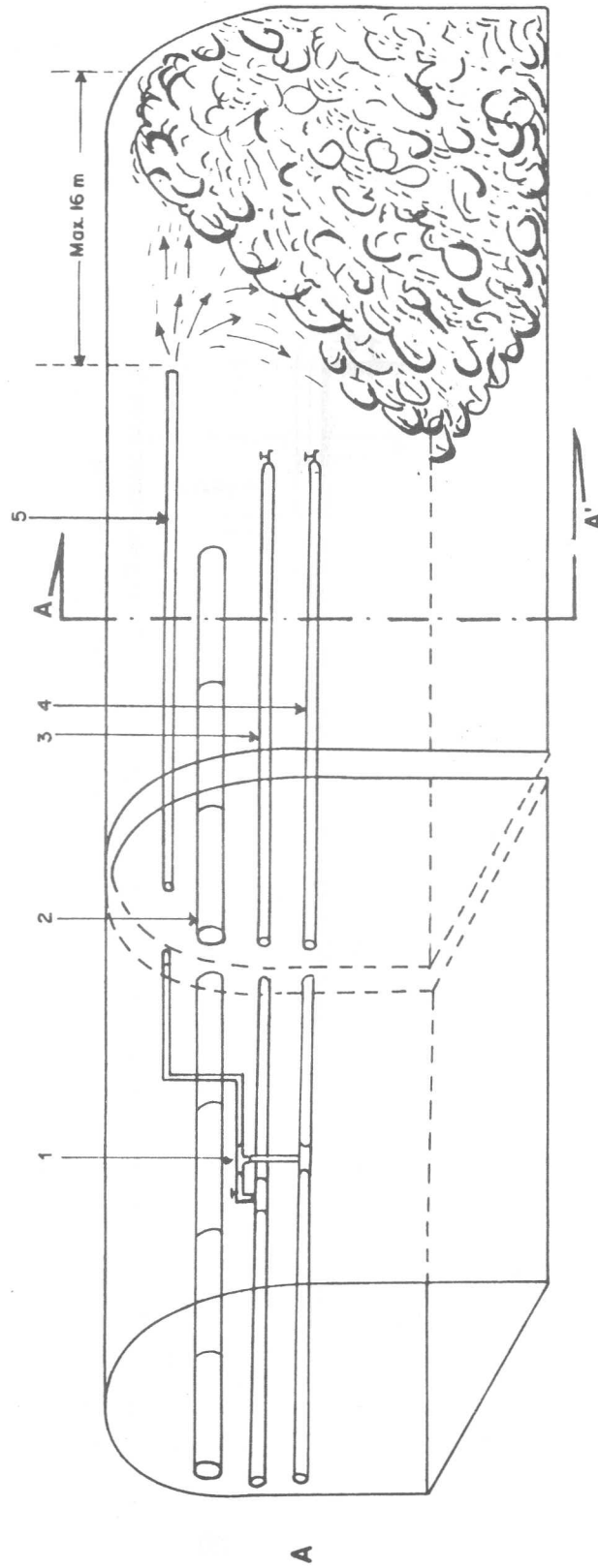


A — VENTILACION POR SOPLADO DE AIRE

B — VENTILACION POR ASPIRACION DE AIRE

1 — Rociador de agua y aire para el lanzamiento de la cortina de neblina, 2 — Rociadores de agua, 3 — Ventilador.

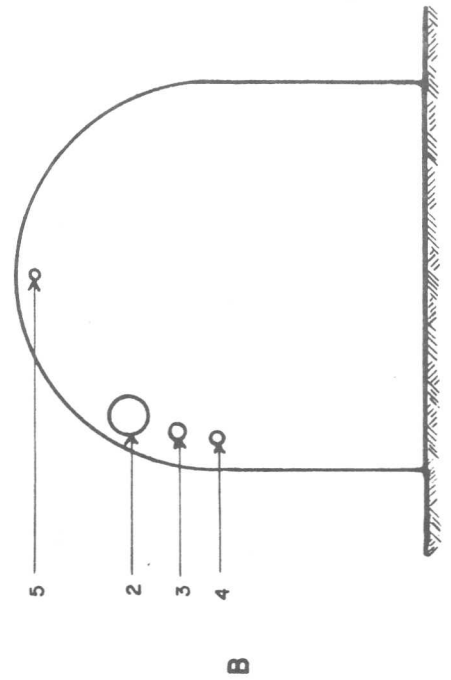
ANEXO VIII



POSICION DEL PROYECTOR DE LA CORTINA DE AGUA
ATOMIZADA EN UNA GALERIA

A : Vista de conjunto
B : Sección en A - A'

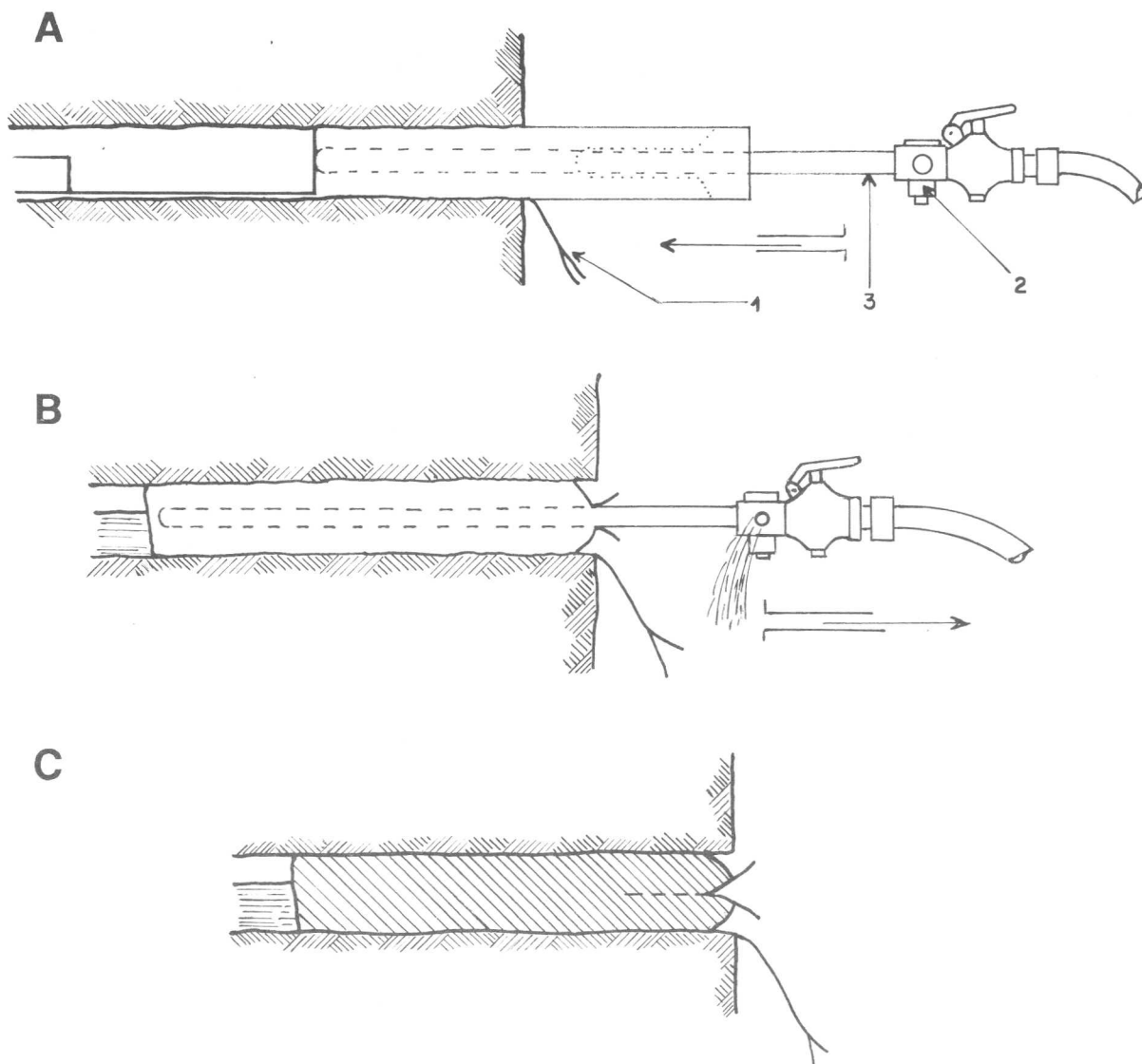
- 1 — Proyector de la cortina de agua atomizada conectado con las tuberías de aire comprimido y de agua.
- 2 — Conducto de ventilación.
- 3 — Conducto de aire comprimido.
- 4 — Conducto de agua.
- 5 — Tubo del proyector. (A 16 metros del frente como máximo).



CORTE A - A'

ANEXO IX

CARTUCHO DE AGUA DE CIERRE AUTOMÁTICO, PARA LA VOLADURA DE BARRENOS



- A : INTRODUCCION DEL CARTUCHO EN EL BARRENO**
B : CARTUCHO LLENO Y VALVULA DE CONTROL DE LA PRESION EN FUNCIONAMIENTO
C : AL RETIRAR EL TUBO DE INFUSION EL CARTUCHO SE CIERRA AUTOMATICAMENTE

- 1 — Alambres del detonador.
2 — Tubo de infusión.
3 — Válvula de control de la presión.