

SERNAGEOMIN
ZONA SUR

“VENTILACION DE MINAS”



Gobierno
de Chile




CURANILAHUE, OCTUBRE 2015

RELATOR: Erick Vargas Alegría



CONTENIDO

- Introducción y objetivos de la ventilación.
 - Estadísticas de accidentes mineros región del Bío-Bío
 - Gases en la minería
 - Ventilación principal y auxiliar.
 - Ventilación en minas de carbón.
 - Consideraciones técnicas para la ventilación de minas subterráneas.
 - Determinación del caudal de aire necesario en el interior mina.
 - Aforo de ventilación.
- 

INTRODUCCIÓN

La Ventilación de Minas, tiene por misión principalísima el suministro de aire fresco con el objeto de lograr condiciones ambientales y termo-ambientales adecuadas para todo el personal que labore en faenas mineras subterráneas, como también para atender la operación de diversos equipos e instalaciones subterráneas.



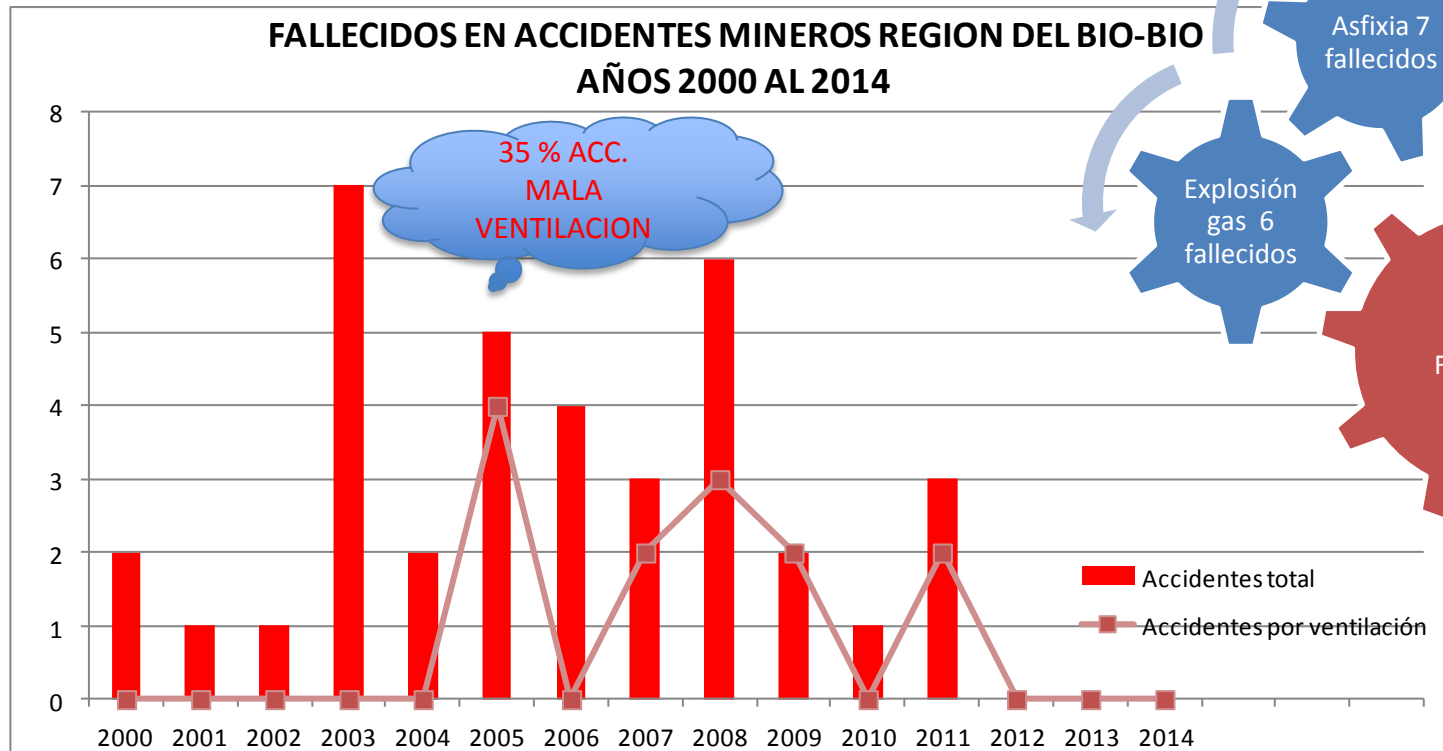


La ventilación en minas subterráneas debe cumplir con los siguientes objetivos:

- ❖ Suministrar el oxígeno para la respiración de las personas,
- ❖ Proporcionar el volumen de aire para los equipos diesel e instalaciones subterráneas,
- ❖ Evitar la formación de mezclas explosivas,
- ❖ Diluir y extraer los gases tóxicos y polvo en suspensión,
- ❖ Reducir la temperatura



ESTADISTICAS



GASES EN LA MINERIA



COMPOSICION DEL AIRE SECO

	% en volumen	% en peso
Nitrógeno	78,09	75,53
Oxígeno	20,95	23,14
Anhídrido Carbónico	0,03	0,046
Argón y otros gases	0,93	1,284



GASES EN LA MINERIA



CLASIFICACION DE LOS GASES

IRRITANTES ASFIXIANTE	SOFOCANTES	EXPLOSIVOS INFLAMABLES
✓ Monóxido de Carbono	✓ Nitrógeno	✓ Metano
✓ Hidrógeno Sulfurado	✓ Anhídrido Carbónico	✓ Monóxido de Carbono
✓ Dióxido de Nitrógeno (Humos Nitrosos)	✓ Metano	✓ Hidrogeno Sulfurado
✓ Anhídrido Sulfuroso		



GASES EN LA MINERIA



1.- MONOXIDO DE CARBONO

- Características:

- Formula: CO Peso específico: 0,967
- Límite explosivo: 12,5 a 74,2 %
- Límite permisible: 40 ppm - 44 mg/m³
- Gas incoloro e inodoro.

- Como se genera:

- Es producto de la combustión incompleta de materias orgánicas o carbonáceas. Se desprende del escape de motores de combustión interna.
- Por el uso de explosivos.



GASES EN LA MINERIA

- Efectos fisiológicos (CO):

ppm	Efectos Fisiológicos
40	Concentración máxima permisible para 8 hrs. de exposición.
200	Jaqueca después de ½ hrs. De exposición (leve intoxicación).
400-500	Desde ¾ a 1 hora, jaqueca, náuseas. Pérdida de conocimiento entre 1 ½ y 2 hrs. Peligroso para la vida después de 2 hrs.
800-1000	Pérdida de conocimiento después de 1 a 1 ½ hrs. de exposición. Muerte después de 2 horas.
1500-2000	Fuerte jaqueca, náuseas y pérdida del conocimiento entre ½ a 1 hora. Fatal después de 1 hr. de exposición.



2.- HIDROGENO SULFURADO

- Características:
 - Formula: H_2S Peso específico: 1,19
 - Límite explosivo: 4,3 a 45 %
 - Límite permisible: 8 ppm - 11,2 mg/m³
 - Gas incoloro, inflamable, olor a huevos podridos.

- Como se genera:
 - Por descomposición de la pirita (Fes).
 - Por descomposición de sustancias orgánicas.
 - Por disparos en minerales que contienen azufre.



GASES EN LA MINERIA

- Efectos fisiológicos (H₂S):

ppm	Efectos Fisiológicos
8	Concentración máxima permisible para 8 hrs. de exposición.
50-100	Intoxicación subaguda. Leve conjuntivitis, irritación del conducto respiratorio, después de 1 hora de exposición.
200-300	Fuerte conjuntivitis e irritación del conducto respiratorio después de 1 hora.
700	Posible intoxicación aguda, pérdida rápida del conocimiento. Paro respiratorio y muerte.
1000-2000	Intoxicación aguda, pérdida del conocimiento, paro respiratorio y muerte.



3.- DIOXIDO DE NITROGENO (HUMOS NITROSOS)

- Características:

- Formula: NO_2 ó N_2O_4 Peso específico: 1,54
- Límite permisible: 2,4 ppm - 4,8 mg/m^3
- Gas color pardo rojizo a temperaturas sobre 23°C , picante y algo dulce.
- Ordinariamente no presenta riesgo de incendio, pero puede hacerse inflamable en presencia de oxígeno puro.

- Como se genera:

- Se producen al detonar explosivos o dinamitas.
- Se desprende del escape de equipos que funcionan a gasolina y diesel.
- Se producen durante las operaciones de soldadura al arco y con gas.



GASES EN LA MINERIA

- Efectos fisiológicos (NO₂):

ppm	Efectos Fisiológicos
2,4	Concentración máxima permisible para 8 hrs. de exposición.
60	Irritación a la garganta.
100	Cantidad mínima que produce tos.
150	Peligroso, incluso para exposiciones cortas.
200-700	Fatal, aún en exposiciones cortas.



4.- ANHIDRIDO SULFUROSO

- Características:

- Formula: SO_2 Peso específico: 2,2
- Límite permisible: 1,6 ppm - 4 mg/m³
- Gas incoloro, picante, irritante, sabor ácido y acentuado olor a azufre quemado.

- Como se genera:

- Por la combustión del azufre (piritas).
- Por la combustión de carbón rico en azufre.
- Disparos en minerales con alto contenido de azufre de los que puede desprenderse también H_2S y CO .



GASES EN LA MINERIA

- Efectos fisiológicos (SO₂):

ppm	Efectos Fisiológicos
1,6	Concentración máxima permisible para 8 hrs. de exposición.
20	Irritación a los ojos.
150	Muy desagradable pero puede soportarse durante algunos minutos.
400-500	Peligroso, incluso para exposición corta, respiración dificultosa.
1000	Causa la muerte en pocos segundos.



5.- NITROGENO

- Características:

- Formula: N Peso específico: 0,971
- Gas incoloro, inodoro, físicamente inerte.
- Forma parte del aire (78,06%)

- Como se genera:

- Se encuentra también en el aire en forma de amoniaco.
- Por los disparos (debido a la ausencia del oxígeno del aire).
- En los lugares en que la ventilación es deficiente y se produce una deficiencia de oxígeno.



GASES EN LA MINERIA

- Efectos fisiológicos (N):
- ✓ Fisiológicamente es un gas inerte a la presión atmosférica normal, pero puede producir efectos nocivos sobre el organismo al reducirse la presión parcial del oxígeno en los pulmones. Esto produce asfixia y causa la muerte por falta de oxígeno.
- ✓ Una proporción de 84% en el aire denota la ausencia de oxígeno (16%) y se torna peligroso para la vida.



6.- ANHIDRIDO CARBONICO

- Características:

- Formula: CO₂ Peso específico: 1,529
- Límite permisible: 4000 ppm 7200 mg/m³
- Gas incoloro, inodoro, sabor ligeramente ácido.
- Forma parte del aire en la proporción de 0,03 a 0,06%.

- Como se genera:

- Se produce por la respiración de las personas y animales (fundamentalmente en lugares confinados).
- Producto de la combustión de sustancias carbonadas en presencia de exceso de aire o de oxígeno.
- Producto de disparos.
- Producto de escape de motores diesel que se usa en el interior de las minas.



GASES EN LA MINERIA

- Efectos fisiológicos (CO₂):

ppm	Efectos Fisiológicos
4000	Concentración máxima permisible para 8 hrs. de exposición.
5000	Ventilación de pulmones aumenta en 300%, se producen jadeos.
6000	Se considera peligroso.
10000	Solo se puede resistir algunos minutos.
15000	Fatal en la mayoría de los casos.



7.- METANO

- Características:

- Formula: CH₄ Peso específico: 0,555
- Límite explosividad: 5 al 15% en el aire
- Gas incoloro, inodoro e insípido.

- Como se genera:

- Se desprende a través de las fisuras en los mantos de carbón.
- Por la descomposición de la madera bajo agua.
- Por la descomposición de materias orgánicas.
- En las alcantarillas de la ciudad.

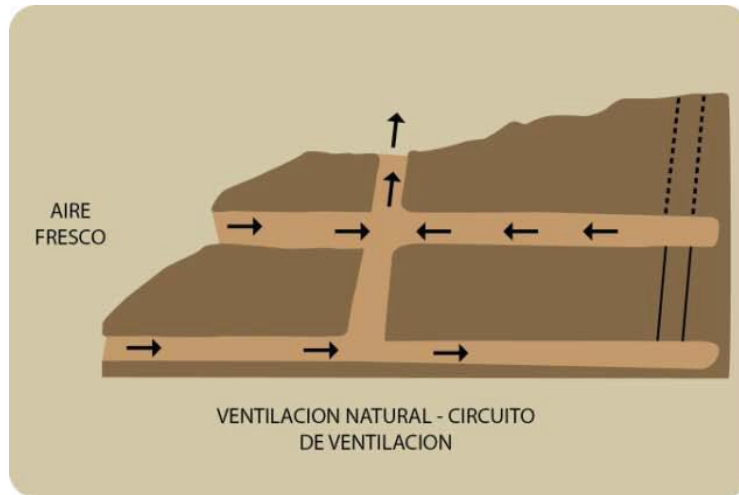


GASES EN LA MINERIA

- Efectos fisiológicos (CH₄):
 - ✓ Es un asfixiante simple y actúa desplazando el oxígeno del aire.
 - ✓ Cuando el aire contiene 25% de metano produce asfixia por deficiencia de oxígeno.

Ventilación principal


- ❖ Toda mina subterránea deberá disponer de Circuitos de Ventilación, natural o forzado, para mantener un suministro permanente de aire fresco y retorno del aire viciado.



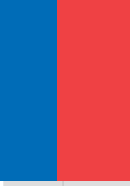
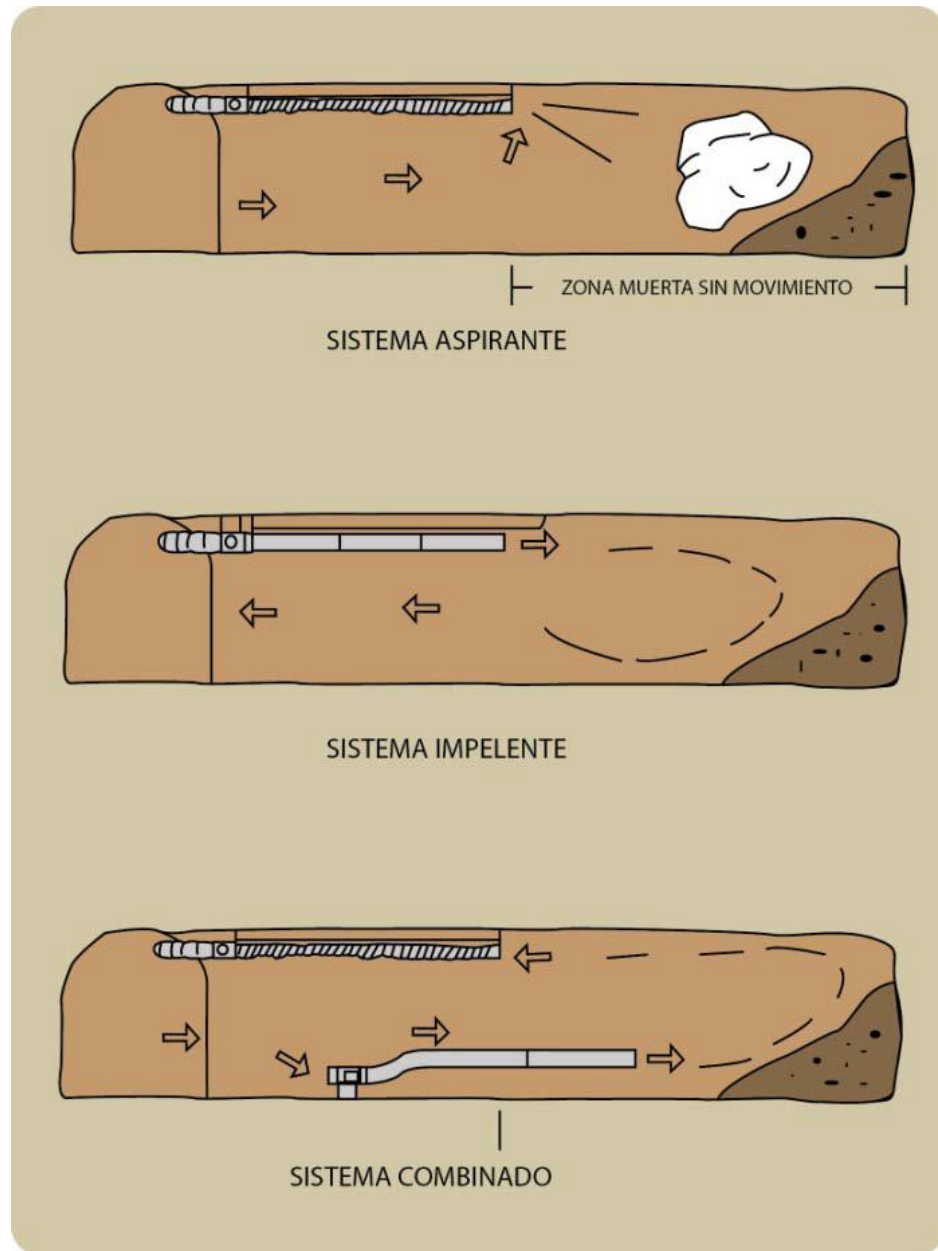
- ❖ El caudal de aire que circule por la mina dependerá del número de trabajadores, la extensión y sección de las labores, el tipo de maquinarias de combustión interna y las emanaciones de gases naturales de la mina.



Ventilación Auxiliar

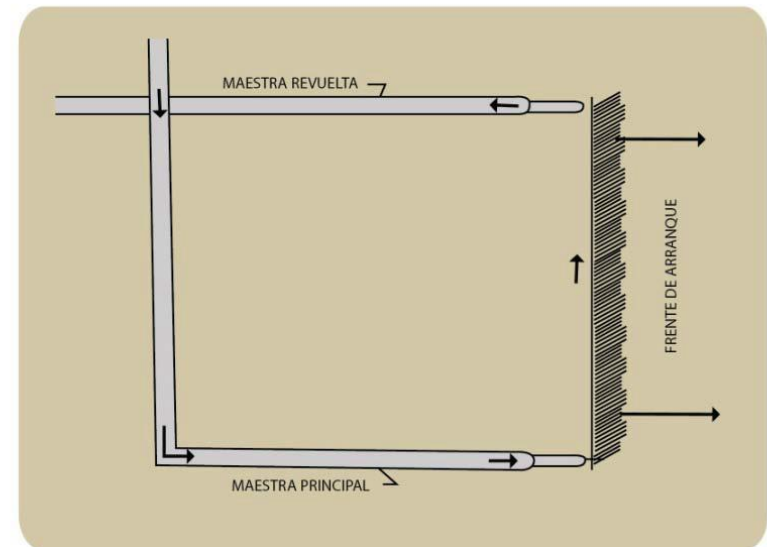
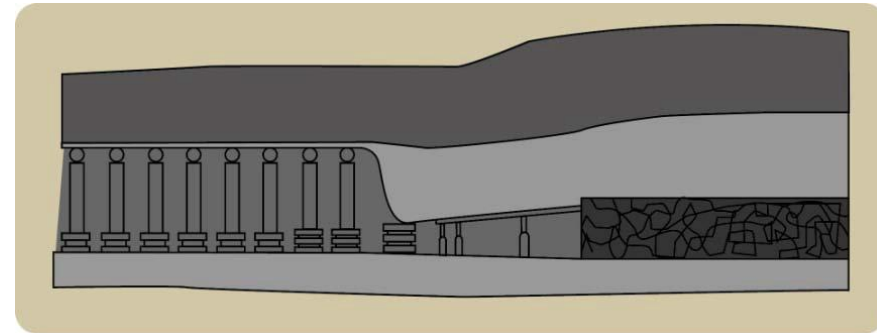
- ❖ Como ventilación auxiliar se define aquellos sistemas que haciendo uso de ductos y ventiladores auxiliares, ventilan áreas restringidas de las minas subterráneas. En nuestro caso por tratarse de faenas mineras de bajo tonelaje este sistema se asocia como sistema de Ventilación Principal de la Mina.
 - ❖ El objetivo de la ventilación es mantener las galerías en desarrollo y frentes de explotación, con un ambiente adecuado para el buen desempeño de hombres y máquinas, es decir, con un nivel de contaminación ambiental bajo las concentraciones máximas permitidas
 - ❖ Los frentes de explotación o desarrollo que se encuentren distante de la corriente y la aireación de dicho sitio se haga lenta, deben emplearse ductos u otros medios auxiliares adecuados a fin que se produzca la renovación continua del aire.
- 

Sistemas de Ventilación Auxiliar



Ventilación en Minas de Carbón

- ❖ La inyección de aire fresco a una mina de carbón, debe estar ubicada y construida de tal manera que no haya posibilidad alguna de ser afectada por derrumbes y obstrucciones, o que las corrientes de aire puedan ser contaminadas con polvo de carbón o humo en casos de incendio.
- ❖ Las minas, sectores y frentes de explotación de carbón, deberán disponer de dos galerías de ventilación. Por una de estas vías se introducirá el aire fresco requerido y por la otra se extraerá el aire viciado. Estas vías se denominarán principal y revuelta, respectivamente.





Consideraciones Técnicas para la Ventilación de Minas Subterráneas

- ❖ En todos los lugares de la mina donde accede personal, el ambiente deberá ventilarse por medio de una corriente de aire fresco, de no menos de 3 metros cúbicos por minutos y por persona, en cualquier sitio de la mina, y la velocidad promedio no podrá ser mayor de 150 [m/min], ni inferior a 15 metros por minutos.
- ❖ En toda mina subterránea se deberá disponer de circuitos de ventilación natural o forzado a objeto de mantener un suministro permanente de aire fresco y retorno del aire viciado.
- ❖ En las minas se deberá realizar semestralmente un aforo de ventilación en las entradas y salidas principales de la mina, y anualmente un control general de toda la mina. Los resultados obtenidos a estos aforos deberán registrarse y mantenerse disponible para el Servicio.





- ❖ En las minas donde en el desarrollo de las galerías se use ventilación auxiliar, el extremo de la manga de ventilación no deberá estar a más de treinta metros de la frente.
- ❖ En caso de ser necesario ventilar galerías y/o chimeneas con aire comprimido se deberá adicionar a esto sopladores tipo venturi.

Soplador Tipo Venturi



- ❖ No se permitirá la ejecución de trabajos en el interior de las minas subterráneas cuya concentración de oxígeno en el aire, en cuanto a peso, sea inferior a 19,5 %.

- ❖ Los ventiladores principales de la mina, se instalarán en lugares a prueba de fuego.
- ❖ En caso de paralización imprevista de los ventiladores principales, el personal deberá ser evacuado de los frentes, hacia lugares ventilados, o a la superficie si es necesario, según las condiciones ambientales existentes.
- ❖ Los reguladores de ventilación no deben ubicarse en galerías de acceso o de transporte.
- ❖ Los ductos de ventilación y los ventiladores, deberán poseer descarga a tierra.
- ❖ Las puertas principales de ventilación y sus marcos, deben ser construidas de materiales incombustibles o resistentes al fuego y empotrados en la galería. Tales puertas, serán dobles cuando constituyan la única separación entre los flujos de aire principal de entrada y de retorno de la mina. Deben instalarse convenientemente espaciadas para que durante su utilización, como el paso de personas y/o materiales, a lo menos una de ellas permanezca cerrada. Así también, la puerta que esté abierta, debe estar bien sujeta a la caja, de manera que esta no se cierre por efecto de caudales de aire.
- ❖ En las minas en que se haya comprobado la presencia de gases explosivos, estará prohibido ventilar los “frentes” de explotación por medio de una inyección de aire.

- 
- ❖ En las faenas de la minería del carbón se deberá contar con un barómetro ubicado en un sitio apropiado en superficie, a fin de conocer la tendencia de la concentración de metano en el interior, cuando la presión barométrica desciende.
 - ❖ En toda faena carbonífera subterránea, deberán efectuarse mediciones del contenido de metano (CH₄), por lo menos cada treinta (30) minutos en el flujo de ventilación y en los frentes de trabajo, después de cada disparo. Este control será efectuado por personal calificado y autorizado, consignando por escrito en libretas especiales o en otro medio adecuado, los valores obtenidos.
 - ❖ Cada vez que ocurra una acumulación de grisú, de cualquier valor que ella sea, deben adoptarse medidas inmediatas para desalojar el gas y medidas especiales para normalizar la ventilación, todo lo cual se registrara en el libro de novedades del turno.
 - ❖ No serán considerados lugares aptos para la presencia de personas, los frentes de trabajo, vías de acceso o de comunicación, si el aire contiene más de un 2% de metano, en los frentes de arranque y más de un 0,75% de metano en las galerías de retorno general del aire de la mina.
- 



AFOROS DE VENTILACION



DETERMINACION DEL CAUDAL DE AIRE NECESARIO EN EL INTERIOR MINA

1. CAUDAL SEGÚN PERSONAL QUE TRABAJA

$$Q = f \times N \text{ (m}^3\text{/min)}$$

f= volumen de aire necesario por persona (3 m³/min)

N= Número de personas trabajando.

2. CAUDAL SEGÚN DESPRENDIMIENTO DE GAS

$$Q = 0,139 \times q \text{ (m}^3\text{/min)}$$

q= volumen de gas que se desprende de la mina durante 24 hrs, en m³.

3. CAUDAL SEGÚN LA PRODUCCION

$$Q = u \times T \text{ (m}^3\text{/min)}$$

u= 1 a 1,7 (m³/min)

T= producción diaria en tons.

4. CAUDAL SEGÚN CONSUMO DE EXPLOSIVOS

$$Q = 16,67 \times E \text{ (m}^3\text{/min)}$$

E= cantidad de explosivo a detonar (Kg)

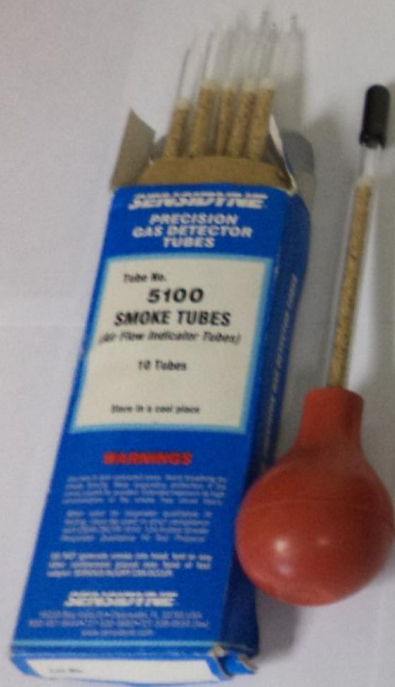
5. CAUDAL SEGÚN EQUIPOS DIESEL

$$Q = 2,83 \times HP \text{ (m}^3\text{/min)}$$

HP= N^o caballo de fuerza del motor diesel

INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE VELOCIDAD DEL AIRE

TUBO DE HUMO



PALETA



DIGITAL



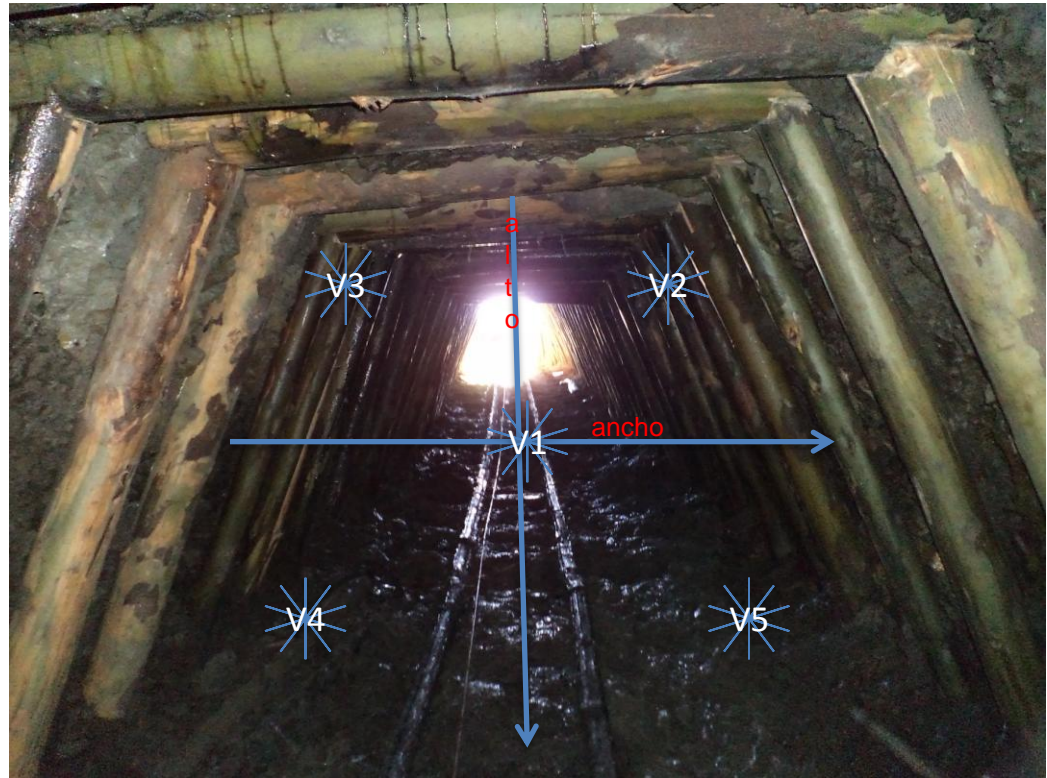
MEDICION DEL CAUDAL

$$Q = A \times V \text{ (m}^3\text{/min)}$$

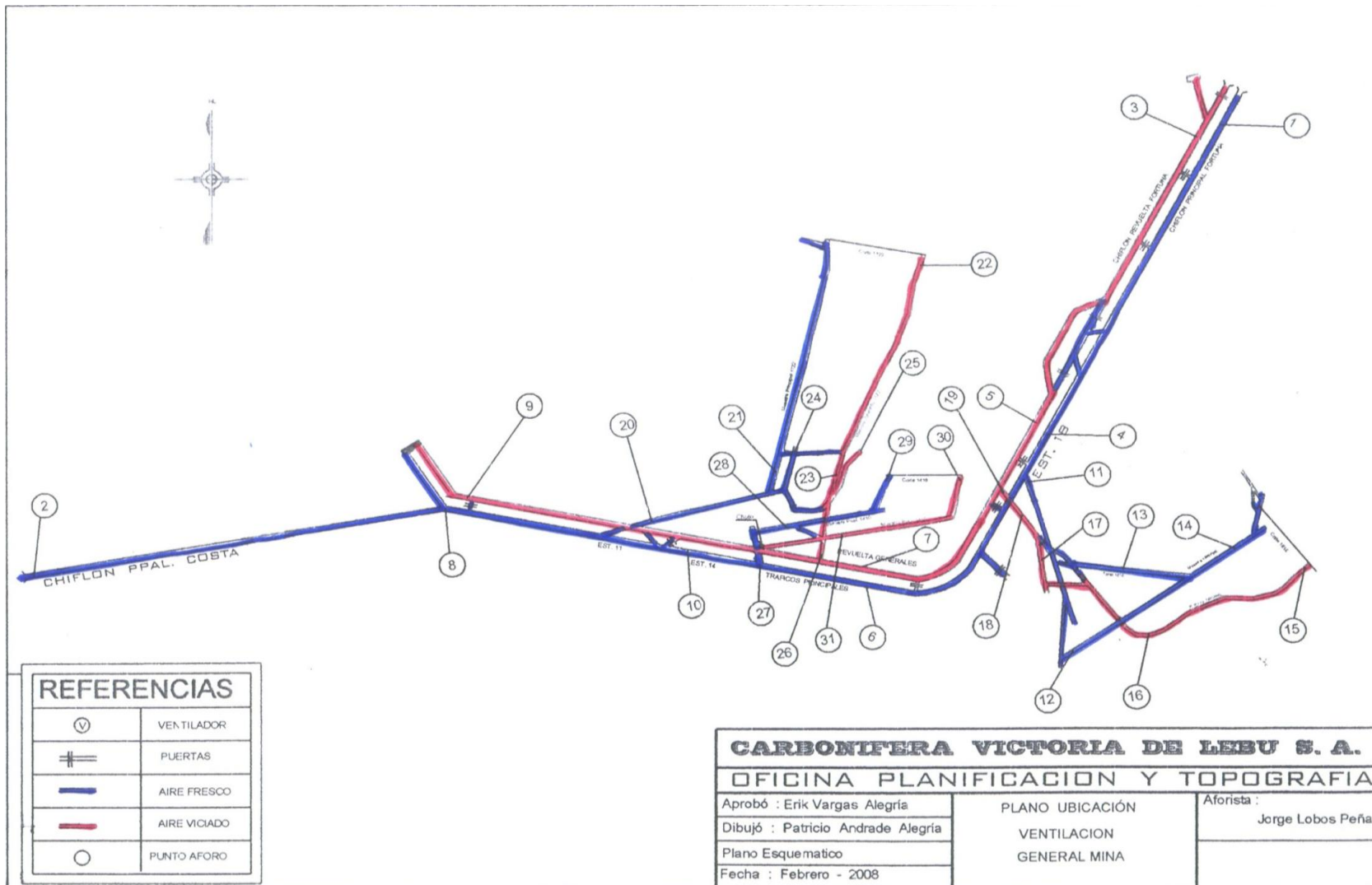
Donde:

A = Área media galería (m²).

V = Velocidad media flujo de aire (m/min).



PLANO AFORO DE VENTILACION GENERAL MINA



REFERENCIAS	
⊕	VENTILADOR
≡	PUERTAS
— (blue)	AIRE FRESCO
— (red)	AIRE VICIADO
○	PUNTO AFORO

CARBONIFERA VICTORIA DE LEBU S. A.		
OFICINA PLANIFICACION Y TOPOGRAFIA		
Aprobó : Erik Vargas Alegria	PLANO UBICACION	Aforista :
Dibujó : Patricio Andrade Alegria	VENTILACION	Jorge Lobos Peña
Plano Esquemático	GENERAL MINA	
Fecha : Febrero - 2008		

Carbonífera Victoria de Lebu S.A.

CORRESPONDIENTE A FEBRERO DE 2009

AFOROS DE CORRIENTES DE VENTILACIÓN

Laboreo (Sección); GENERAL MINA FORTUNA

Presión Barométrica : 760 Columna de Mercurio

Fecha : 28 Febrero de 2009.-

Dep. Manométrica en Ventilador : 1100 Pascales

Num.	Lugar donde se toma el Aforo	Sección en Metros Cuadrados	Velocidad en Metros por Minutos	Metros Cúbicos por Minutos	Operario en Turno Mayor	Mts. Cúbicos por Minutos por Operario	Porcentaje de Gas % CH4
------	------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------------------	-------------------------

SECTOR N° 2

20	Estocada 11 Acceso Principal	8,05	45	362	0	0	0
21	Estoc. 11 Chica Mtra.Ppal. 1122	7,02	30	211	0	0	0
22	Estoc. 11 Chica Mtra.Cabec.Rvta.	3,18	39	124	0	0	0,1
23	Estoc. 11 Chica Torno Revuelta	4,37	38	166	0	0	0,1
24	Estoc. 11 A.Tapiad.M.1114 Ppal.	0	0	0	0	0	0
25	Estoc. 11 A. Tapiad.M.1114 Rvta.	0	0	0	0	0	0,2
26	Estoc. 11 Alta revuelta General	6,36	70	445	0	0	0,1
27	Estocada 14 Alta Nivel Principal	18,02	36	649	0	0	0
28	Estoc. 14 Alta Torno 140 Principal	6.80	43	292	0	0	0
29	Estoc. 14 Maestra 1410 Principal	***	**	***	*	*	*
30	Estoc. 14 Maestra cabec. Revuelta	***	**	***	*	*	*
31	Estoc. 14 Torno 140 Revuelta	5,81	24	139	0	0	0

GASES EN TAPIADURA FRENTE 1114 ALTA

	O2 (%)	CO (PPM)	H2S (PPM)	CH4 (%)
*Maestra Principal 1114	20.8	0	0	0,0
*Maestra Revuelta 1114	20.4	0	0	0,2

CONTROL DE CH4. EN LEVANTES DE MAESTRAS CABECERAS EN FRENTE DE ARRANQUE

Estocada 18 Cabecera Corte 181	=	Techo rincón lado izquierdo	=	0,1	%
	=	Techo rincón lado derecho	=	0,1	%
Estocada 11 Cabecera Corte 112	=	Techo rincón lado izquierdo	=	0,1	%
	=	Techo rincón lado derecho	=	0,1	%

GRACIAS



**Gobierno
de Chile**

www.gob.cl