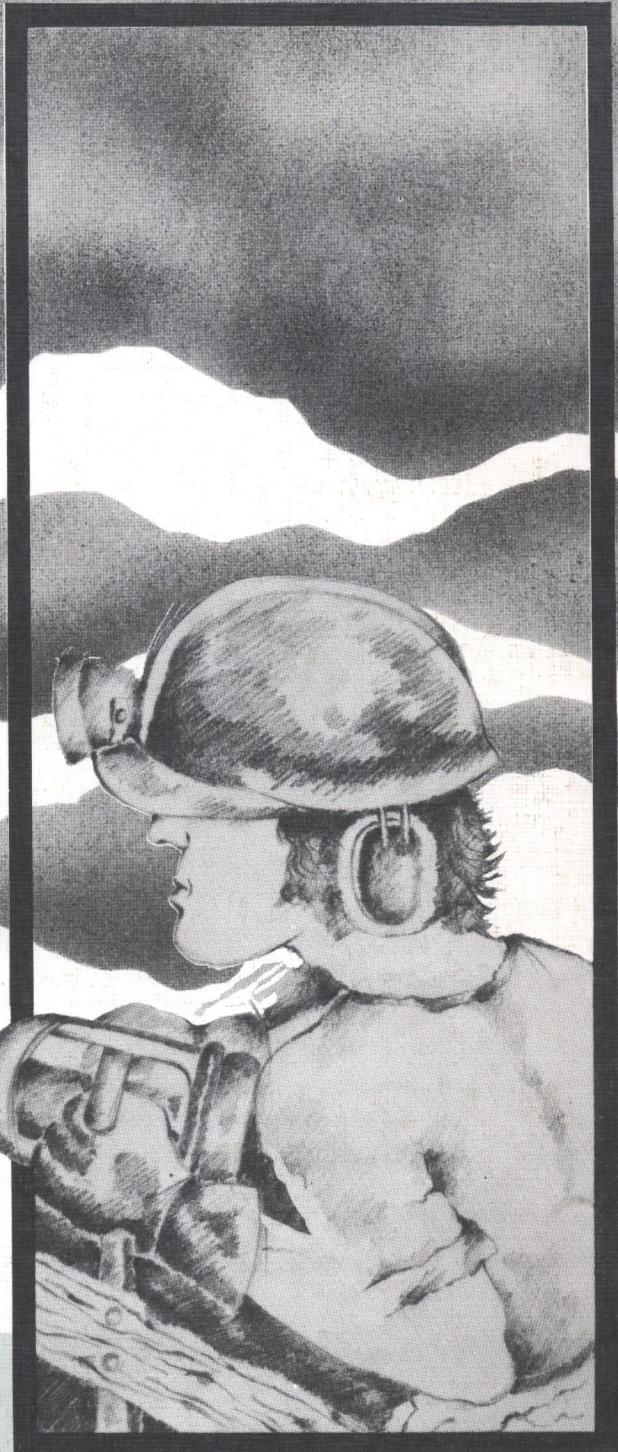


# GASES en la MINERIA



MUTUAL  
0015



MUTUAL DE SEGURIDAD

MUTUAL DE SEGURIDAD C.H.C.

**MANUAL DE GASES  
EN LA MINERIA.**

EDITADO POR LA  
MUTUAL DE SEGURIDAD C. CH. C.

INSCRIPCION Nº 62274

Preparado por  
**FROILAN CAMPOS V.**  
Coordinador Gerencia Prevención

Revisado por:  
**LUIS FERRADA A.**  
Jefe Dpto. Higiene Ind.

Diagramación  
**MANUEL HERRERA P.**

1ª Edición  
1.500 ejemplares, 1985

MUTUM  
0015  
21

# GASES en la MINERIA

## Introducción

No es posible lograr una atmósfera libre de gases en el interior de las minas, puesto que éstos se producen como consecuencia de las actividades que son necesarias realizar dentro de ellas, para la extracción de los minerales. La gran desventaja que se tiene durante el proceso de explotación, es que los gases deben conducirse, por lo general, por los mismos lugares que sirven para el movimiento del personal.

Tanto en las minas metálicas como no metálicas pueden encontrarse diversos gases que están normalmente presentes y, por sus características particulares, pueden afectar la salud del trabajador.

Estos gases se producen por lo general, por la respiración de los hombres y animales, por el uso de explosivos, por la descomposición de las substancias orgánicas, combustiones espontáneas, incendios, reacciones químicas de los minerales, y por el uso de equipos mecanizados de motores de combustión interna como consecuencia de la falta de ventilación o ventilación insuficiente de las faenas subterráneas.

Los gases producidos pueden alcanzar concentraciones capaces de afectar la salud o la vida de las personas.

Con el fin de recordar los riesgos que presentan estos gases, que en muchos casos han causado enormes pérdidas de vidas, deseamos entregarles, en forma breve, una descripción de los gases más comunes en las minas, un conocimiento de como se generan, forma de detectar su presencia, sus efectos fisiológicos y el tratamiento de primeros auxilios que debe aplicarse cuando las circunstancias lo requieran.

Antes de entrar al estudio de cada uno de los gases existentes es necesario recordar las características del aire, como elemento indispensable en la atmósfera.

### COMPOSICION DEL AIRE:

Puro y seco, al nivel del mar, el aire está formado por:

CAMARA CHILENA DE  
LA CONSTRUCCION  
Centro Documentación

PREVENCIÓN DE RIESGOS  
MINERÍA  
GASES  
MFM 894

2019

- Oxígeno (O<sub>2</sub>) 20,95% — Nitrogeno (N<sub>2</sub>) 78,09%
- Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>) 0,03% — Argon (Ar) 0,93%

Cantidades expresadas en porciento por volumen. Se encuentran también presentes en mucho menor concentración otros componentes naturales como Helio (He), Neón (Ne), Kriptón (Kr) y Xenón (Xe), pero todos estos gases, junto al Argón por ser, tanto químicamente como biológicamente inertes para todos los fines prácticos se les puede considerar como parte del **Nitrógeno Atmosférico**.

El aire en la mina está afectado normalmente por vapor de agua en un porcentaje aproximado al 1%. Este porcentaje puede variar con la temperatura, la presión barométrica, la presencia de agua en el estado líquido para formar vapor y el contenido de humedad del aire de entrada a la mina.

La densidad de un gas o mezcla de gases, varía con la temperatura y presión y, en cierto modo, con la humedad relativa del aire. Por ejemplo, aire seco a nivel del mar y a 15°C posee una densidad de 1.217 gr/m<sup>3</sup>, en las mismas condiciones pero a 25°C su densidad es de 1.184 gr/m<sup>3</sup>.

El peso específico de un gas o mezcla de gases es la relación entre el peso de un volumen determinado del gas y el peso de un volumen igual de aire, ambas a la misma temperatura y presión.

El peso específico del aire se ha hecho igual a la unidad, valor tomado arbitrariamente.

El peso específico de un gas cualquiera más liviano que el aire es inferior a 1 y el de un gas más pesado es superior a 1.

#### **OXIGENO:**

El oxígeno (O<sub>2</sub>) es el gas que se encuentra formando parte del aire y que es indispensable para mantener la vida y la combustión.

Es incoloro, inodoro e insípido. No es venenoso, es más pesado que el aire y, para el hombre es el más importante de los gases que se encuentran en el aire.

El oxígeno es absorbido por los glóbulos rojos de la sangre y por medio del torrente sanguíneo es llevado a todas partes del cuerpo. Aquí reacciona con el carbón de las materias grasas y produce la combustión necesaria para mantener la temperatura del cuerpo. De esta combustión se produce anhídrido carbónico que es eliminado del organismo durante el proceso de la exhalación.

La cantidad de aire inhalado varia con la constitución física y la labor que ejecuta cada persona. Sin embargo, una persona normal rara vez respira más de 50 Lt. de aire por minuto.

## DEFICIENCIA DE OXIGENO:

La falta de ventilación de la mina puede significar que en distintos lugares se encuentren deficiencias de oxígeno.

Una persona respira y trabaja mejor en una atmósfera donde haya, a lo menos 20% de oxígeno.

Si el oxígeno baja hasta un 15% , la persona que se encuentre en ese lugar va a experimentar una respiración rápida, ritmo acelerado del corazón, vahidos y zumbido de oídos; si el porcentaje de oxígeno desciende hasta un 12% , generalmente pierde el conocimiento.

El descenso del contenido de oxígeno en la atmósfera se llama DEFICIENCIA DE OXIGENO y puede deberse a las siguientes causas:

- 1.- Consumo del oxígeno del aire por la oxidación de los minerales o de materias orgánicas.
- 2.- Por la alteración que experimenta la atmósfera en presencia de otros gases, como consecuencia de explosiones, incendios, disparos o emanaciones desde los estratos de rocas.
- 3.- Por la respiración de los hombres en lugares confinados o mal ventilados, como consecuencia de la emanación de anhídrido carbónico y el consumo de oxígeno durante la respiración.
- 4.- Por el funcionamiento de motores de combustión interna dentro de la mina (en general), equipo de traslado y movimiento de tierra .
- 5.- Por las llamas abiertas (lámparas de carburo).
- 6.- Por la descomposición de la madera (consumo de oxígeno en la madera podrida, al formarse hongos que se producen en lugares húmedos).
- 7.- Falta de ventilación.

---

## DETECCION DE LA DEFICIENCIA DE OXIGENO

---

Se puede usar diversos elementos para detectar la deficiencia de oxígeno, entre las cuales podemos mencionar:

### **Fósforo corriente:**

La llama se apaga cuando el porcentaje de oxígeno alcanza al 16% .

**Velas:**

Al igual que el fósforo, la llama se apaga con 16% de oxígeno.

**Lámpara de Carbuco:**

Esta lámpara tiende a desaparecer en las empresas mineras de gran envergadura, pero su uso es normal en empresas medianas o pequeñas.

La llama de la lámpara de carbuco se apaga cuando el oxígeno alcanza el 12% en el aire. Esto significa que la persona que la utiliza ya estaría sin conocimiento.

Sin embargo, cuando se entra en atmósferas deficientes de oxígeno, situación que comienza alrededor del 18%, la llama sufre alargamiento y su color comienza a perder intensidad.

**Lámpara de Seguridad:**

La llama se apaga en atmósferas de 16%. (Se describe en capítulo aparte).

**Detector de Oxígeno:**

Es un instrumento diseñado para detectar y medir la cantidad de oxígeno en la atmósfera. Es de fácil manejo, cómodo para transportarlo y se requiere de un entrenamiento muy breve para operarlo.

**Observaciones:**

Es necesario asegurarse, antes de encender un fósforo o usar una llama abierta, que no hay presencia de gases inflamables o explosivos.

El ingreso a zonas con deficiencia de oxígeno en atmósferas con 16% o menos, sólo debe hacerse protegido con máscaras de oxígeno autónomas.

---

**CLASIFICACION DE LOS GASES DE MINA**

---

Los gases, de acuerdo a su comportamiento, pueden clasificarse de la siguiente forma:

- IRRITANTES O ASFIXIANTES
- SOFOCANTES
- INFLAMABLES O EXPLOSIVOS

IRRITANTES ASFIXIANTEs	SOFOCANTES	EXPLOSIVOS INFLAMABLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monóxido de Carbono</li> <li>● Hidrógeno Sulfurado</li> <li>● Humos Nitrosos</li> <li>● Anhídrido Sulfuroso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Nitrógeno</li> <li>● Anhídrido Carbónico</li> <li>● Acetileno</li> <li>● Metano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Metano</li> <li>● Monóxido de Carbono</li> <li>● Hidrógeno Sulfurado</li> <li>● Acetileno</li> </ul>

Veremos estos gases separadamente.

### MONOXIDO DE CARBONO

Fórmula: CO    Peso específico: 0,967

Límite explosivo: 12,5 a 74,2%

Límite permisible: 40 ppm. 44 mg/m<sup>3</sup>

Gas incoloro, inodoro, producto de la combustión incompleta de materias orgánicas o carbonáceas. Se desprende del escape de motores de combustión interna .

#### Como se genera:

- Es producto de la combustión incompleta de la madera (incendios en las minas ) y petróleo.
- Por funcionamiento de motores de combustión interna dentro de los túneles cuando no se controla el escape de estos equipos.
- Por el uso de explosivos.
- En toda combustión que haya deficiencia de oxígeno.

#### Efectos fisiológicos:

- Actúa en el organismo combinándose con la hemoglobina haciendo perder a la sangre su capacidad de transportar oxígeno. El monóxido de carbono tiene mayor afinidad por la hemoglobina que la que tiene el oxígeno en una proporción de 260 veces mayor.

- El efecto agudo de el monóxido de carbono tiene relación con el porcentaje de saturación de la hemoglobina con el monóxido de carbono, que depende del grado de actividad, tiempo de exposición, temperatura ambiental, estado de salud y del metabolismo del trabajador.
- Exposiciones a concentraciones altas, de 500 a 1.000 ppm. resulta en una gradual serie de aumentos de síntomas que ocurren como resultado de la asfixia progresiva que se desarrolla. Aumenta la respiración seguida por dolor de cabeza, náuseas, confusiones mentales y en ciertas condiciones alucinaciones. El individuo primero está pálido, pero al aumentar la exposición, la piel y las membranas mucosas a veces toman un color rojo cereza, después que cesa la respiración.

Partes por Millón	Efectos Fisiológicos del Monóxido de Carbón
40	- Concentración máxima permisible para 8 hrs. de exposición.
100	- No se aprecia efectos tras varias horas de exposición.
200	- Jaqueca después de 1/2 hora exposición. (leve intoxicación).
400 - 500	- Desde 3/4 a 1 hora, jaqueca, náuseas, pérdida de conocimiento entre 1 1/2 y 2 horas. Peligroso para la vida después de 2 horas.
800 - 1.000	- Pérdida conocimiento después de 1 a 1 1/2 hr. de exposición. Muerte después de 2 horas.
1.200	- Palpitaciones en la 1/2 hora de exposición. Pérdida del equilibrio en 1 1/2 hora.
1.500 - 2.000	- Fuerte jaqueca, náuseas y pérdida del conocimiento entre 1/2 a 1 hora. Fatal después de 1 hora de exposición.
4.000	- Fatal si se inhala durante corto período.

### **Tratamiento de Primeros Auxilios:**

- 1.- Sacar la víctima al aire fresco lo más pronto posible.
- 2.- Si es necesario, iniciar de inmediato la respiración artificial ininterrumpidamente, hasta que se recupere.
- 3.- Administrar oxígeno puro o mezclado con 5 a 6% de anhídrido carbónico (mezcla llamada carbógeno).
- 4.- Debe ayudarse a la circulación de la sangre frotándose los miembros (brazos y piernas) en dirección al corazón y manteniendo la temperatura del cuerpo por medio de frazadas, compresas (o botellas con líquido caliente) en las axilas y entre las piernas).
- 5.- Debe aislarse al paciente del suelo mediante tablas, ropa u otro material aislante si no se dispone de condiciones más favorables.

\* El paciente debe ser controlado por un médico.

### **Detección del Monóxido de Carbono:**

No se le puede detectar con lámparas de carburo o de Seguridad y debido a sus altas propiedades de difusión, se mezcla rápidamente con el aire y no se aprecia esa separación que sucede con el nitrógeno y el anhídrido carbónico.

Los efectos tóxicos del monóxido de carbono son mucho más notorios en los pequeños animales y aves y estos pueden usarse con buenos resultados si se carece de instrumentos detectores apropiados.

### **El Canario:**

Esta ave que puede vivir en atmósferas deficientes de oxígeno menores de 5% tiene muy poca tolerancia aún para pequeñas concentraciones de monóxido de carbono.

El canario es normalmente 10 a 20 veces más sensible al monóxido de carbono que el hombre, aunque algunas veces las aves ya han logrado adquirir leves tolerancias a este gas.

Se lleva el canario en una jaula y se le va observando permanentemente. A los primeros síntomas comienza a agitar sus alas y cae de su percha. Si se saca rápidamente el canario al aire fresco, pueden realizarse muchas pruebas con él.

Al hacer esta prueba, debe determinarse el porcentaje de oxígeno, pues el canario vive perfectamente en atmósferas de 5% de oxígeno.

### **Ratas:**

Las ratas también son afectadas por concentraciones de monóxido de carbono, inofensivas para el hombre.

Se lleva la rata en una jaula. En pequeñas concentraciones de gas muestran gran excitación y la persona que realiza la prueba debe regresar al aire fresco. El animal se recupera sin efectos posteriores.

### **Detectores de Monóxido de Carbono:**

Hay varios tipos de detectores para el monóxido de Carbono. Las ventajas que presentan estos instrumentos es que sus resultados entregan valores muy aproximados y las personas que los manejan requieren sólo de un pequeño entrenamiento.



Detector de Monóxido de Carbono de la M.S.A.

## **HIDROGENO SULFURADO**

También se le llama Acido Sulhídrico.

**Fórmula:**  $H_2S$  **Peso específico:** 1.19

**Límite explosividad:** 4.3 a 45 %

**Límite permisible:** 8 ppm. 11,2 mg/m<sup>3</sup>

Gas incoloro, inflamable, olor a huevos podridos.

Paraliza el sentido del olfato desde concentraciones de 100 ppm.

### **Cómo se genera:**

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

### Efectos Fisiológicos:

- Aún en bajas concentraciones irrita los ojos y las vías respiratorias, dependiendo la gravedad de la afección, del tiempo de exposición y de la concentración del gas.
- Se produce dolor de cabeza, mareos, náuseas, vómitos, diarrea.
- Rigidez de las extremidades.
- Convulsiones, inconsciencia.
- Coma y muerte.

Las bajas concentraciones se detectan por el olor a huevos podridos. Pero exposiciones prolongadas producen un acostumbamiento en el sentido del olfato lo que lo hace más peligroso, pues hace creer que el riesgo ha desaparecido.

Inhalaciones de grandes cantidades de hidrógeno sulfurado producen rápidamente anoxia (insuficiencia de oxígeno en la sangre) que causa la muerte por afixia.

### Observaciones:

Cuando es absorbido por el agua, se debe evitar revolverla para que no se desprenda de ella, por la agitación. El agua que contiene hidrógeno sulfurado debe atraparse lo más cerca posible de su origen. No debe permitirse que el agua contaminada escurra por zanjales o canales abiertos.

Partes por Millón	Efectos Fisiológicos del H <sub>2</sub> S
8	– Límite permisible para 8 hrs. de exposición.
20	– Posible efecto inofensivo para 8 hrs. exposic.
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.
400	– Extremadamente peligroso después de 30 minutos.
700	– Posible intoxicación aguda, pérdida rápida del conocimiento. Paro respiratorio y muerte.
1.000 - 2.000	– Intoxicación aguda. Pérdida del conocimiento. Paro respiratorio y muerte.

### Tratamiento de Primeros Auxilios:

- Sacar al paciente al aire fresco
- Si está consciente, administrarle oxígeno.
- **Si está inconsciente y respira:** Administrarle oxígeno. Enviarlo al Hospital.
- **Si está inconsciente, sin respiración:** Aplicar de inmediato respiración artificial, de ser posible con ayuda médica. Enviarlo rápido al Hospital.
- **Paciente, además, con Paro Cardíaco:** Masaje cardíaco. Enviarlo al Hospital.

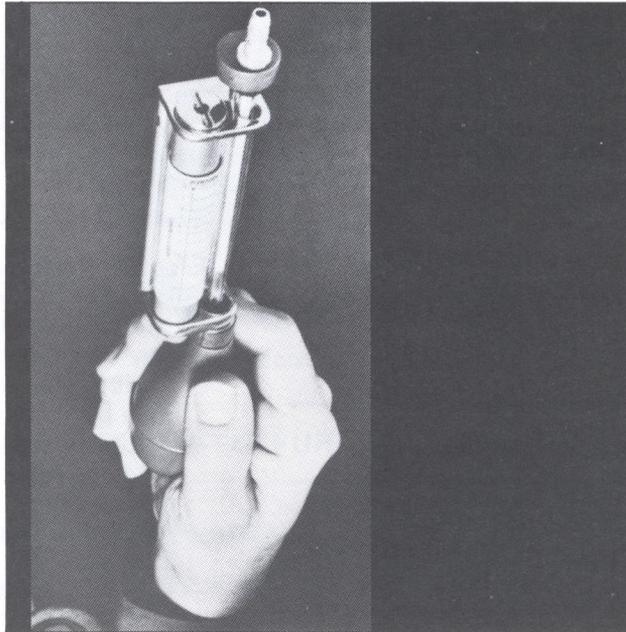
### Detección del Hidrógeno Sulfurado:

**Por el olor:** Solo en bajas concentraciones y debe servir como primer antecedente para tomar las providencias que sean necesarias.

#### Detector del Hidrógeno Sulfurado:

También, como para el oxígeno y el monóxido de carbono, hay detectores colorimétricos que permiten determinar en forma instantánea la concentración de este gas en la atmósfera.

El uso de este instrumento es sencillo y fácil y se requiere un pequeño entrenamiento para operarlo.



Detector colorimétrico del hidrógeno sulfurado de la Mine Safety Appliances Co.

## HUMOS NITROSOS

Fórmula:  $\text{NO}_2$  ó  $\text{N}_2\text{O}_4$  Peso específico: 1,59

Límite permisible: 2,4 ppm. 4,8  $\text{mg}/\text{m}^3$

Gases de color pardo rojizo a temperaturas sobre  $23^\circ\text{C}$ , picante y algo dulce.

Ordinariamente no presentan riesgos de incendio pero pueden hacerse inflamables en presencia de oxígeno puro.

### Cómo se generan:

- No son gases habituales de las minas.
- Se producen al detonar explosivos nitrados o dinamita.
- Se desprendan del escape de equipos que funcionan a gasolina y diesel.
- Se producen durante la soldadura al arco.
- Se producen también durante las operaciones de soldadura con gas.

### Efectos fisiológicos de los Humos Nitrosos:

- Exposiciones de corta duración a concentraciones sobre 5 ppm. producen tos e irritación al tracto respiratorio.
- Exposiciones continuadas a concentraciones mayores a 5 ppm. pueden producir un lento y progresivo edema pulmonar y hemorragia que a menudo es fatal.
- Altas concentraciones irritan las membranas mucosaa y las superficies húmedas de la piel.

Estos gases son poderosos irritantes pulmonares, exposiciones a altas concentraciones como 100 a 500 ppm. pueden causar la muerte instantánea por bronco espasmo y paro cardíaco.

En otras ocasiones, la muerte es tardía a causa de un edema pulmonar, habiéndose detectado en el paciente una moderada irritación a los ojos y al aparato respiratorio.

### Efectos Fisiológicos de los Humos o Gases Nitrosos:

Partes por Millón	Efectos Fisiológicos
2,4	— Límite permisible
60	— Cantidad que causa irritación a la garganta.
100	— Cantidad mínima que produce tos.
150	— Peligroso, incluso para exposiciones cortas.
200 - 700	— Fatal, aún en exposiciones cortas.

### **Tratamiento de Primeros Auxilios:**

- Ante cualquier exposición obvia, sacar de inmediato a la persona de la atmósfera contaminada.
- Control médico de urgencia, indicando al especialista del tipo de exposición.
- Mantener a la víctima en completo reposo hasta que llegue el médico.
- Si los ojos o piel han sido afectados por el gas, lavarlos con copiosa agua limpia e informar al médico de esta situación.

### **Detección de los Gases Nitrosos:**

Los gases Nitrosos indican su presencia por la picazón que produce en los ojos y ante su presencia debe abandonarse el área si no se cuenta con el equipo de protección adecuado, que debe cubrir ojos y vías respiratorias.

### **Detector de Humos Nitrosos:**

Se utiliza un detector colorimétrico que permite obtener resultados inmediatos con suma facilidad.

Para usarlo, tal como los detectores mencionados para otros gases, se requiere un pequeño entrenamiento.

## **ANHIDRIDO SULFUROSO**

Fórmula:  $\text{SO}_2$  Peso específico: 2.2

Límite permisible: 1,6 ppm. 4 mg/m<sup>3</sup>

Es un gas incoloro, picante, irritante, sabor ácido y acentuado olor a azufre quemado.

### **Cómo 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  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{CO}$ .

### **Efectos Fisiológicos del Anhídrido Sulfuroso:**

- Gas irritante y sus efectos son consecuencia de la formación de ácido sulfúrico o ácido Sulfuroso al ponerse en contacto con las mucosas húmedas.

- El anhídrido sulfuroso afecta principalmente el tracto respiratorio superior y los bronquios. Puede provocar edema pulmonar y parálisis respiratoria en el caso de exposiciones agudas.
- Un efecto irritante local produce una sensación de sequedad y dolor de la nariz y garganta causando secreciones que pueden contener sangre.  
Se produce hemorragias nasales y tos seca. Puede haber dolor torácico y opresión, disnea, lagrimeos, pinchazón en los ojos, sensación quemante y dolorosa en esófago y estómago.

Partes por Millón	Efectos Fisiológicos del Anhídrido Sulfuroso.
0,3 a 1	– Detectable por la mayoría de las personas, por el sentido del gusto más que por el olfato.
1,6	– Límite permisible para 8 hrs. exposición.
3 - 5 10	– Olor detectable – Aumento del pulso y de la respiración.
20 50 - 100	– Irritación a los ojos. – Máxima concentración para 1/2 hora a 1 hora de exposición.
150	– Muy desagradable, pero puede soportarse durante algunos minutos.
400 - 500	– Peligroso, incluso para una exposición corta, respiración es dificultosa.
1.000	– Causa la muerte en pocos segundos.

### Tratamiento de Primeros Auxilios:

- Sacar la víctima al aire fresco, sin pérdida de tiempo. Debe evitarse que la víctima realice algún esfuerzo.
- Administrar Oxígeno.
- Procurar asistencia médica lo más rápido posible.
- Si los ojos están afectados, lavarlos con una solución de bicarbonato de sodio, al igual que la nariz, si es necesario.
- Control médico debe ser amplio. Se le debe informar de la exposición para que controle los ojos y secuelas pulmonares.

### Detección del Anhídrido Sulfuroso

**El Olfato:** Permite detectar la presencia del gas. Debe recordarse que es un gas muy irritante y la permanencia en lugar contaminado requiere del uso de equipo de protección personal (ojos y nariz).

### Detector de Anhídrido Sulfuroso:

Se utiliza también instrumentos detectores cuya operación y entrenamiento es simple. Los resultados son bastante precisos e inmediatos.

## NITROGENO

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

### Cómo se genera:

- Constituyente del aire (es el 78,06% del aire).
- Se encuentra también en el aire en forma de amoníaco.
- 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.

### Efectos Fisiológicos:

- 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.

### Tratamiento de Primeros Auxilios:

- Trasladar a la víctima a un lugar con aire fresco donde pueda respirar.
- Si es necesario proporcionarle respiración artificial.
- Administrarle oxígeno, si es necesario.
- Debe tener asistencia médica.

Los pacientes revividos por haber sido afectados por nitrógeno no sienten efectos posteriores.

### Detección del Nitrógeno

- No es gas inflamable ni explosivo, por lo tanto se le puede detectar con la llama y puede usarse para el objeto el fósforo, lámpara de carburo o de Seguridad.  
Extingue la llama cuando su presencia en la atmósfera ha desplazado al oxígeno al límite del 16%.  
Por su peso, el nitrógeno se encuentra en las partes altas de las galerías, piques o chimeneas.

## ANHIDRIDO CARBONICO

Fórmula:  $\text{CO}_2$     Peso específico: 1,529  
Límite permisible: 4.000 ppm.    7.200  $\text{mg}/\text{m}^3$   
Gas incoloro, inodoro, olor picante ligeramente ácido.  
Forma parte del aire en la proporción de 0,03 a 0,06%.

### Cómo se genera:

- Constituyente del aire (0,03 - 0,06% ).
- Se produce por la respiración de los hombres 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 del escape de motores diesel que se usa en el interior de las minas.

### Efectos Fisiológicos:

- No se le considera un gas tóxico.
- La presencia de anhídrido carbónico en la sangre produce una alteración del ritmo cardíaco (se acelera).
- Algunas personas acusan dolor de cabeza en concentraciones altas de anhídrido carbónico.

- Las lesiones más serias que se han presentado han sido asfixia que se han debido a la deficiencia del oxígeno más que el efecto directo del gas CO<sub>2</sub>.
- Evenenamientos crónicos es poco probable que se presenten en la mayoría de las condiciones. Exposiciones prolongadas son más probables que se presenten en lugares herméticamente confinados (en las minas puede darse el caso de derrumbes que encierran el lugar sin renovación de aire). Esta condición puede aumentar la concentración a límites intolerables.
- Concentraciones sobre 1,5% pueden alterar el proceso fisiológico normal.

Partes por Millón	Efectos fisiológicos del Anhídrido Carbónico
500	— Ligero aumento en la ventilación de los pulmones. Persona respira más profundo y más aprisa que estando al aire puro.
2.000	— Ventilación de los pulmones aumenta en 50% .
4.000	— Límite permisible.
5.000	— Ventilación de pulmones aumenta en 300% , se producen jadeos.
6.000	— Se considera peligroso.
10.000	— Sólo se puede resistir algunos minutos.
15.000	— Fatal en la mayoría de los casos.

#### Tratamiento de Primeros Auxilios:

- En exposiciones moderadas, síntomas como sudoración, dolor de cabeza, respiración dificultosa, se normalizará sacando a la víctima al aire libre.
- En casos de coma o asfixia por deficiencia de oxígeno, se debe aplicar de inmediato respiración artificial y administración de oxígeno.
- La recuperación es posible después de un prolongado período de inconsciencia inducido por una alteración de CO<sub>2</sub>.

## DetECCIÓN DEL ANHÍDRIDO CARBÓNICO

- **Uso de la llama:** Se puede utilizar el fósforo y lámpara de carburo. (no específico)  
La llama se apaga por la deficiencia de oxígeno.
  - **Detectores:** Hay también detectores manuales diseñados para determinar el porcentaje de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Su uso es simple y da resultados inmediatos.
- El anhídrido carbónico es más pesado que el aire y se le encuentra en los lugares bajos, cerca del suelo.

## ACETILENO

Fórmula HC: CH    Peso específico: 0,907

Límite explosividad: 2,5 al 85% en el aire.

Gas incoloro, inodoro, pero la mayoría del producto comercial contiene impurezas que le da un olor a ajos. Es un asfixiante simple.

### Cómo se genera:

- Por la acción del carburo de calcio en el agua (en las lámparas de carburo).
- No es parte del aire normal en las minas.

### Efectos Fisiológicos:

- No es tóxico, pero es gas anestésico suave.
- Las impurezas que contiene le dan características de toxicidad.
- No es irritante de la piel y mucosas, y no afecta al hombre por ingestión.
- En grandes cantidades el acetileno puede causar jadeos y dolor de cabeza, con los siguientes síntomas: vértigo, dolor de cabeza, leves molestias gástricas, semi-asfixia, pérdida del conocimiento parcial o total.

### Tratamiento de Primeros Auxilios:

- Debe sacarse de inmediato al aire fresco.
- Si hay pérdida de respiración, debe aplicarse la respiración artificial.
- Si la afección ha sido causada por un generador de acetileno, debe considerarse que hay fosfina presente, y esta es tóxica (fosfina una de las sustancias que constituyen las impurezas del acetileno).

## Detección del Acetileno

Cualquier fuga de Acetileno significa peligro de incendio o de explosión y debe controlarse permanentemente.

- **Detección por el olor:** El olor a ajo indica la presencia del acetileno.
- **Detectores:** Existe también un detector portátil que permite evaluar la cantidad de acetileno en el aire. Este instrumento arroja resultados instantáneos y su operación es muy simple.

### Observaciones:

El Acetileno reacciona con el Cobre, Plata y Mercurio dando origen a Acetilidas que por fricción, impactos o elevación de temperaturas se descomponen violentamente.

## METANO (Gas Grisú)

Fórmula:  $\text{CH}_4$  Peso específico: 0,555.  
Límite explosividad: 6 al 15% en el aire.  
Gas incoloro, inodoro e insípido.

### Cómo se genera:

- Se desprende a través de las fisuras en las minas de carbón.
- Por la descomposición de la madera bajo agua.
- Por la descomposición de materias orgánicas.
- En algunas minas de fierro donde existen esquistos bituminosos cerca de zonas mineralizada.
- En las alcantarillas de las ciudades.

### Efectos Biológicos:

- Es un asfixiante simple y actúa desplazando al oxígeno del aire.
- Cuando el aire contiene 25% de metano produce asfixia por deficiencia de oxígeno.

### Cómo se detecta:

- Con la lámpara de seguridad (se describe su uso separadamente).
- Con detector de gas metano: Permite tener resultados inmediatos y entrega valores muy bajos de 0,1% que no es capaz de entregarlos la lámpara de seguridad.

Cuando la lámpara se apaga o se detecta manifestaciones de metano, se debe abandonar la labor y volver después que se haya ventilado correctamente.

#### Tratamiento de Primeros Auxilios:

- Sacar a la víctima al aire fresco.
- Si ha perdido la respiración, debe comenzarse de inmediato la respiración artificial.
- Las personas no experimentan efectos posteriores si han sido afectadas por el metano.

Todas las pruebas que se hacen con instrumentos deben hacerse bajo la protección de equipos de respiración autónomo. Si se usa máscaras contra gases con canister es preciso asegurarse que no hay atmósfera con deficiencia de oxígeno.

---

### LAMPARA DE SEGURIDAD

---

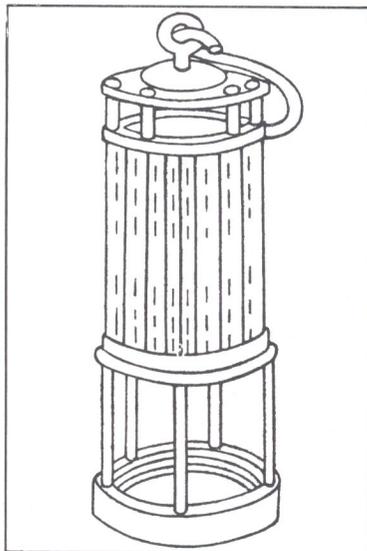
La lámpara de seguridad es la única lámpara de llama que se permite en una atmósfera que contiene metano. Pero es requisito indispensable que esta lámpara sea aprobada, para que cumpla con este requisito debe contar con el sello de aprobación de un organismo responsable.

En los Estados Unidos de Norte América el organismo a quién le compete esta responsabilidad es el Departamento de Minas (U.S. Bureau of Mines).

La única garantía de seguridad que puede otorgar esta lámpara, es cuando ha sido armada por una persona experimentada.

#### FORMA DE EFECTUAR LA PRUEBA

Si la lámpara se somete en una atmósfera que contiene gases combustibles o inflamables, parte de los gases que se encuentren más cerca de la llama arden y con este aumentan la longitud de la llama.

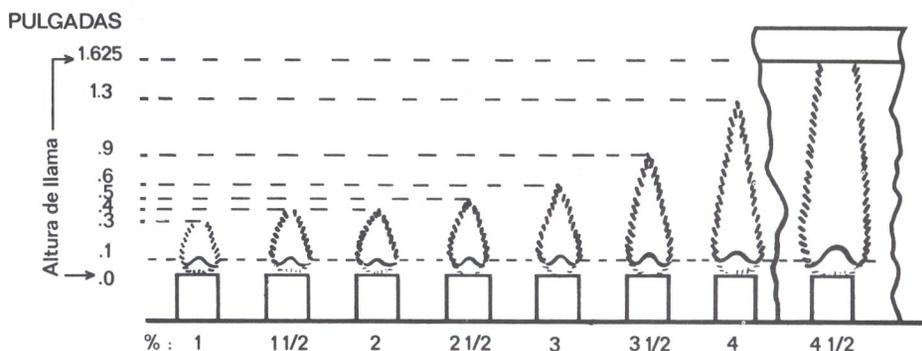


Lámpara de seguridad  
"Wolf", aprobada

El alargamiento de la llama se llama **cono de gas** y la altura del cono de gas puede usarse para medir la cantidad de gas que existe en el aire que rodea la lámpara.

La llama al alargarse (Cono de Gas), es de color azul pálido y da la impresión de **cabalgar** sobre la llama.

- Al momento de realizar la prueba, debe bajarse la mecha hasta el punto que la llama no sea luminosa. (No debe apagarse la llama).
- Se eleva la lámpara lentamente desde el piso observando si se forma el cono de gas.
- Si se forma el cono de gas, este comenzará a alargarse en proporción a la concentración de gas que se encuentre en la atmósfera, llegando aproximadamente a 4,5% de metano.
- Si la concentración de metano es igual y superior al 5% , hasta el 15% se produce una explosión dentro de la lámpara, que apaga la llama.
- El metano es más liviano que el aire (0,555), no se debe esperar a que el gas llegue al límite explosivo, elevando más la lámpara, ya que se encontrará mayor concentración del gas cerca del techo. Apenas se observe presencia de metano, debe bajarse la lámpara lentamente.
- Cuando la concentración es aproximada al 4,5% , la llama pasa del nivel del vidrio y no puede determinarse su altura.



El cuadro anterior indica la relación de la altura de la llama y la concentración de metano en la atmósfera.

## DETECTOR CATALITICO DE METANO



Detector catalítico de metano de la M.S.A.

A diferencia de la lámpara de seguridad, el detector catalítico permite hacer observaciones con lectura de 0<sup>o</sup>/o a 5<sup>o</sup>/o de metano, mientras que una persona experimentada con la lámpara de seguridad le es difícil estimar valores de poco menos de 1<sup>o</sup>/o.

## BIBLIOGRAFIA

- Circular para mineros N° 55 (Department of the interior, U.S.A.).
- Rescate de Minas (Braden Copper Co).
- Enfermedades Ocupacionales, Guía para su Reconocimiento Servicio de Salud Pública (E.U.A.).
- Como Emplear con Seguridad Equipo Diesel Movil en lugares subterráneos. (Dpto. del Interior U.S.A.).
- Catálogo M.S.A.

## INDICE

	<b>PAG.</b>
Composición del aire	3
Oxígeno	4
Detección de la deficiencia de Oxígeno	5
Clasificación de los gases de mina	6
Monóxido de Carbono	7
Efectos fisiológicos del CO	8
Detección del CO	9
Hidrógeno Sulfurado (H <sub>2</sub> S)	10
Humos Nitrosos	13
Anhídrido Sulfuroso	14
Nitrógeno	16
Anhídrido carbónico	17
Acetileno	19
Metano	20
Lámpara de Seguridad	21
Detector Catalítico	22
Bibliografía	24



Autor.: Manual de Seguridad

Título: Trabajos en la minería.

Nº top.: 2019