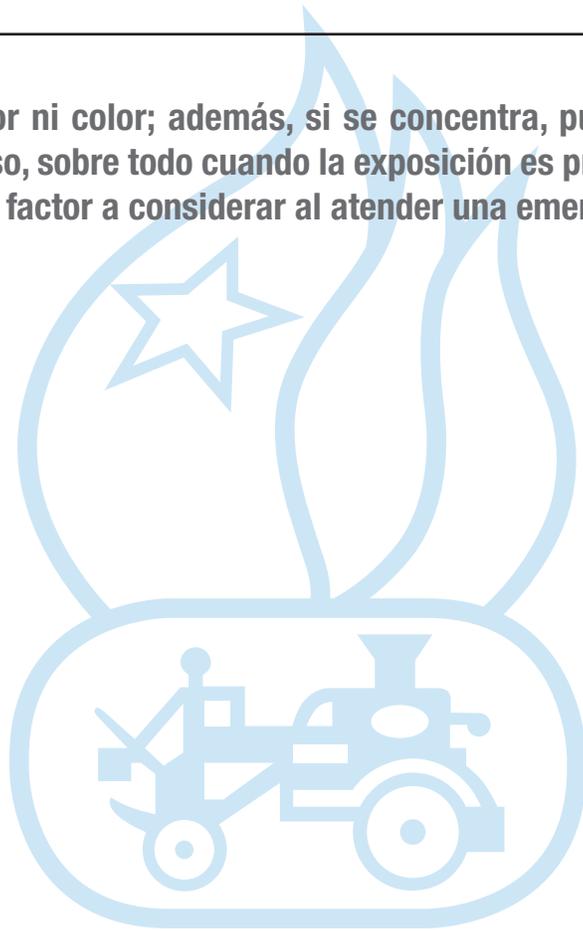




El monóxido de carbono: una amenaza invisible

No tiene olor, sabor ni color; además, si se concentra, puede provocar una explosión. Venenoso, sobre todo cuando la exposición es prolongada, el CO es definitivamente un factor a considerar al atender una emergencia.





El monóxido de carbono es una sustancia peligrosa que tiene efectos nocivos para la salud, que van desde una cefalea leve hasta la muerte. Este gas es el resultado de una combustión incompleta de cualquier compuesto orgánico que contenga carbono (carbón, madera, papel, lana, algodón, cloruro de polivinilo, aceite, gasolina y otros hidrocarburos), pero además lo podemos encontrar en estado líquido en procesos industriales de minería, metalurgia y conservación de alimentos, entre otros. Sin embargo, la mayor cantidad de emergencias con monóxido de carbono que ocurren en nuestro país son domiciliarias y se concentran en los meses de invierno; esto se debe a la utilización de elementos para calefacción –como gas, leña y parafina– y a la utilización de motores a combustión, principalmente en lugares con espacios reducidos.

Además, el monóxido de carbono carece de olor, color y sabor. Al ser inhalado se mezcla con la hemoglobina de la sangre, lo que genera carboxihemoglobina (COHb); esto impide la captación de oxígeno y su traspaso hacia las células, provocando la intoxicación. Cabe mencionar que el CO tiene de 200 a 300 veces más afinidad con la hemoglobina de la sangre que con el oxígeno.

Una intoxicación por monóxido de carbono presentará síntomas asociados a su concentración y al tiempo de exposición, como se expone en la siguiente tabla:





Concentración de carbono (CO)	Tiempo de exposición	Signos y síntomas	Síntomas desarrollados
44 ppm (0.0040%)	6 a 8 horas	Máxima concentración permitida. Los labios y uñas toman un color rojo brillante.	
200 ppm (0.02%)	2 a 3 horas	Cefalea leve	
400 ppm (0.4%)	1 a 2 horas	Cefalea frontal	
800 ppm (0.08%)	Dentro de 45 minutos	Mareos, náuseas y convulsiones. Insensibilidad durante 2 horas.	
1.600 ppm (0.16%)	Dentro de 20 minutos	Cefalea, taquicardia, mareos y náuseas.	
	En menos de 2 horas	Muerte	
3.200 ppm (0.32%)	5 a 10 minutos	Cefalea, mareos y náuseas.	
	Dentro de los 30 minutos	Muerte	
6.400 ppm (0.64%)	1 a 2 minutos	Dolor de cabeza y mareos. Convulsiones y paro respiratorio.	
	Menos de 20 minutos	Muerte	
12.800 ppm (1.28%)	-	Inconsciencia después de 2 o 3 respiraciones. Muerte en menos de 3 minutos.	

Sintomatología de acuerdo al tiempo de exposición. Adaptado de Grand Island Fire Department (s. f.).



Una intoxicación con monóxido de carbono puede provocar recaídas hasta cuatro semanas después de la recuperación aparente. También puede provocar cambios en la personalidad, lesiones neurológicas, confusión mental y desorientación del tiempo y el espacio, así como problemas de memoria. Asimismo, debe considerarse que en embarazadas este gas puede producir efectos teratógenos (de la Cal, 2017), por lo que las Bomberas en dicha condición debieran evitar acudir a este tipo de emergencias y tener especial cuidado con la emanación de este gas en su ámbito doméstico.

Si bien este gas presenta peligros evidentes para la salud, estudios de diversas organizaciones –como la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) y el Programa Nacional de Toxicología de los Estados Unidos (NTP)– no han logrado demostrar que sea cancerígeno (Praxair, 2006). Más aún, estudios recientes indican que incluso puede ser de utilidad en tratamientos para el cáncer (Cai, Jiang y Kouti, 2017).

Detección y monitoreo

Cuando Bomberos concurre a una emergencia con monóxido de carbono, es fundamental determinar la concentración de la sustancia en el lugar. Las mediciones se realizan con analizadores de gases que indican las partes por millón (ppm) que hay en el ambiente.

Ejemplo:

- 1 ppm equivale a 1 litro de aire.
- 40 ppm de monóxido de carbono (CO) quiere decir: 40 litros de CO en 1 millón de litros de aire.

A continuación se presentan las propiedades del monóxido de carbono como gas combustible (Linde, 2012):

Punto de inflamación	No aplica
Temperatura de autoignición	605°C
Límites de inflamabilidad (en el aire por volumen %)	Inferior (LEL): 12% Superior (UEL): 75%

En cuanto a los límites de exposición en un tiempo de exposición de ocho horas, los valores son:

OSHA	50 ppm - 55 mg/m ³
NIOSH	35 ppm - 40 mg/m ³
DS 594, artículo 66	44 ppm - 46 mg/m ³



El monóxido de carbono en los incendios

En los incendios estructurales y forestales también se libera monóxido de carbono, por lo que el Bombero está expuesto a toda la sintomatología descrita en la tabla 1. De ahí la importancia de utilizar protección respiratoria durante la emergencia y no exponerse innecesariamente, pues así se evita la intoxicación.

Otro factor a considerar es que esta sustancia se transforma en un gas combustible en altas concentraciones (sobre 120 000 ppm), lo que podría producir una explosión por combustión, provocar el colapso de la estructura y derivar en un incendio; por eso se debe verificar que no haya concentraciones explosivas.

Monóxido de carbono líquido

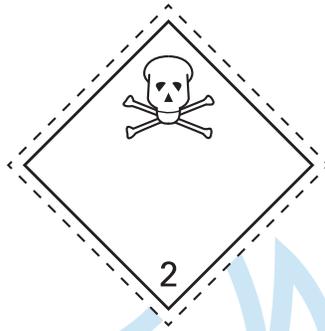
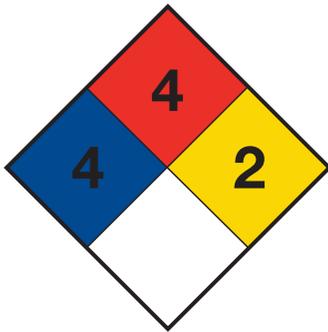
El uso del CO líquido es principalmente industrial. Su contacto con la piel puede causar tanto congelación como quemaduras; además, su inhalación es extremadamente peligrosa y puede provocar la muerte. El EPP estructural de Bomberos no brinda protección cutánea, por lo que se debe utilizar un nivel de protección especial para realizar maniobras ofensivas como el cierre de una válvula o la contención del producto. Estas maniobras las realizan las Compañías especializadas en materiales peligrosos o los especialistas de la empresa afectada, por lo que la primera función para quienes no son de unidades especializadas es aislar la zona y/o evacuar a la población de ser necesario, así como ventilar el recinto y eliminar toda fuente de calor cercana.

La exposición de un contenedor, recipiente, tanque o ferrocarril a cualquier fuente de calor (fuego directo) puede producir una explosión de vapores por la expansión de líquidos en ebullición. Considere las recomendaciones de la *Guía de respuesta en emergencia (2016)* para realizar acciones de aislamiento, que se sintetizan en la siguiente tabla:

GRE 2016			Derrames pequeños						Derrames grandes					
			(De un envase pequeño o una fuga pequeña de un envase grande)						(De un envase grande o de muchos envases pequeños)					
Número de identificación	Guía	Nombre del material	Primero AISLAR a la redonda		Luego, PROTEJA a las personas en la dirección del viento durante				Primero AISLAR a la redonda		Luego, PROTEJA a las personas en la dirección del viento durante			
			Metros	(Pies)	Día		Noche		Metros	(Pies)	Día		Noche	
					km.	(millas)	km.	(millas)			km.	(millas)	km.	(millas)
1016	199	Monóxido de carbono	30 m	(100 pies)	0,1 km	(0,1 millas)	0,2 ml	(0,1 millas)	200 m	(600 pies)	1,2 km	(0,7 millas)	4,4 km	(2,8 millas)
1016	119	Monóxido de carbono,												
9202	168	Monóxido de carbono, líquido	30 m	(100 pies)	0,1 km	(0,1 millas)	0,2 ml	(0,1 millas)	200 m	(600 pies)	1,2 km	(0,7 millas)	4,4 km	(2,8 millas)



Las siguientes figuras, denominadas “rombos” y “etiquetas”, se utilizan para el almacenamiento y transporte de Materiales Peligrosos; en este caso, del monóxido de carbono en estado líquido:



Procedimientos y medidas de seguridad

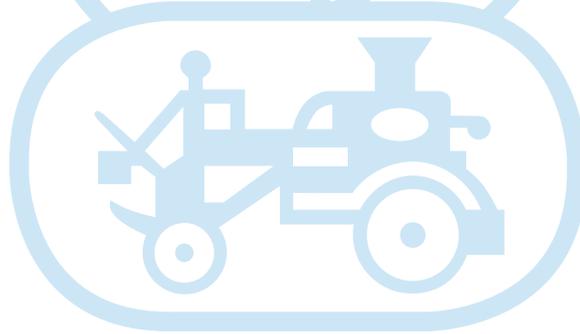
Tal como se ha señalado, las emergencias con monóxido de carbono revisten una serie de peligros asociados al lugar donde se produce el incidente. A continuación se describe un Procedimiento de Operación Estándar (POE) para Bomberos ante la presencia de monóxido de carbono en estado gaseoso:

1. Al recibir la llamada de emergencia por una presumible liberación de monóxido de carbono se debe consultar la naturaleza del lugar, de ser posible preguntar si existen personas afectadas –con sus signos y síntomas– además de la existencia de braseros, estufas, cocinas, motores a combustión, etc.
2. El vehículo de emergencia debe posicionarse al menos 50 metros antes del lugar, a favor del viento y siempre en posición de salida.
3. El OBAC debe evaluar y buscar información que le permita implementar una estrategia y una táctica para abordar la emergencia.
4. Disponer de un mínimo de dos Bomberos con EPP estructural para detectar y monitorear el monóxido de carbono –su cantidad, fuente de emisión y condición–, y brindar soporte vital básico a las personas afectadas mientras se espera la llegada del servicio de salud.
5. Al detectar una alta concentración de monóxido (superior a 40 PPM) se debe:
 - Realizar ventilación de lugar (forzada o natural).
 - Localizar la fuente de generación para eliminarla o controlarla.
 - Aislar y demarcar la zona de peligro.
 - Disponer la evacuación de personas en peligro.
 - Monitorear durante todo el proceso.
 - Una vez eliminada o controlada la fuente de generación, ventilado el lugar y atendidas las víctimas, se da la situación por controlada.



Conclusiones

- Bomberos de Chile es uno de los primeros respondedores a emergencias, y la liberación de monóxido de carbono es una de ellas; sin embargo, a diferencia de aquellas situaciones de peligro donde el riesgo se aprecia a simple vista, aquí nos encontramos ante una emergencia silenciosa que causa la muerte de millones de personas a nivel mundial. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (2014), 4.3 millones de personas mueren cada año a causa de la contaminación del aire en los hogares emitida por fogones, braseros o anafres; de ahí la importancia de que los Bomberos estén preparados para identificar y enfrentar este tipo de emergencias, que muchas veces son subestimadas debido a la falta de entrenamiento y capacitación en relación al tema.





Referencias

- Academia Nacional de Bomberos. (2016). *Control de emergencias con gases combustibles*. Santiago, Chile: ANB.
- Academia Nacional de Bomberos. (2018). *Equipos de protección personal para bomberos*. Santiago, Chile: ANB.
- Cai, J., Jiang, W. G. y Kouti, M. (2017). Aspects of Carbon Monoxide in Form of CO-Releasing Molecules Used in Cancer Treatment: More Light on the Way. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Recuperado de <https://doi.org/10.1155/2017/9326454>
- Decreto Supremo 594 del Ministerio de Salud (Chile). Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. (1999).
- De la Cal, P. (2017). Intoxicación aguda por monóxido de carbono en el embarazo. *Revista de Enfermería de Castilla y León*, 9(1), 28-45.
- Departamento de Transporte (EE. UU.); Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México; y Transport Canada. (2016). *Guía de respuesta en caso de emergencia 2016*. Recuperado de <https://www.tc.gc.ca/media/documents/tmd-fra/SpanishERGPDF.pdf>
- Grand Island Fire Department. (s. f.). *Monóxido de carbono: el asesino silencioso*. Recuperado de <https://www.grand-island.com/home/showdocument?id=16269>
- Instituto de Salud Pública (Chile). (2016). *Guía para los trabajos en espacios confinados*. Recuperado de <http://www.ispch.cl/sites/default/files/D033-PR-500-02-001%20Guia%20trabajos%20espacios%20confinados.pdf>

