

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LABORAL POR GASES Y AEROSOL INORGÁNICOS EN ÁREAS DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO 'NICO LÓPEZ'

ASSESSMENT OF THE OCCUPATIONAL POLLUTION BY INORGANIC GASES AND AEROSOLS IN AREAS OF THE PETROLEUM REFINERY 'NICO LÓPEZ'

Lic. Rita María González Chamorro ¹

Ing. Heliadora Díaz Padrón ²

Lic. Enrique José Ibarra Fernández de la Vega ³

Lic. Arellis Jaime Novas ⁴

Téc. María Elena Guevara Andreu ⁵

RESUMEN

Se realiza un estudio higiénico ambiental en diferentes áreas de trabajo pertenecientes a la refinería de petróleo 'Nico López', donde se determinan las concentraciones de cloro, ácido sulfúrico, sulfuro de hidrógeno y dióxido de azufre en el aire de la zona de trabajo. El tipo de muestreo que se emplea para la evaluación es el estacionario, tomándose muestras puntuales en diferentes momentos de la jornada laboral habitual de los trabajadores. Las muestras son analizadas mediante métodos de ensayo espectrofotométricos. Sólo se detectan niveles de sobreexposición laboral para el dióxido de azufre en varios puntos de una de las áreas de trabajo estudiadas. Para las restantes sustancias, las concentraciones se hallan por debajo de los límites permisibles de exposición establecidos en las normas de referencia.

Palabras clave: Contaminación ocupacional, gases y aerosoles inorgánicos, sulfuro de hidrógeno

ABSTRACT

A sanitary environmental study was made in different working areas of the "Nico López" refinery. Adequate samples were taken to determine the concentrations of chlorine, sulfuric acid, hydrogen sulphide, and sulphur dioxide in the air of the working areas, which were analyzed spectrophotometrically. It was found over exposure levels of sulphur dioxide in various places of one of the working areas. For the rest of the substances the concentrations behaved under the permissible limits of exposure established by the Cuban and international standards.

Key words: Occupational pollution, inorganic gases and aerosols, hydrogen sulphide

INTRODUCCIÓN

Día a día, el mundo se enfrenta a la necesidad de

crear una conciencia dirigida a la protección del medio ambiente. Las actividades industriales que son necesarias para la vida moderna en los países desarrollados, han generado una serie de peligros ambientales. En los países en desarrollo, al modernizarse, se ha generado el mismo tipo de problemas, tal vez hasta más agudos debido a la falta de recursos económicos, científicos, tecnológicos y humanos que los enfrenten ¹.

En la actualidad, el petróleo es la principal fuente de energía empleada; los combustibles obtenidos del mismo se emplean en los más diversos medios de transporte, en la generación de electricidad, en centrales termoeléctricas, etc. Sus derivados también son esenciales en la industria petroquímica para la fabricación de una amplia gama de productos, como son los fertilizantes, las fibras sintéticas, los reactivos químicos, etc. ².

El proceso de refinación de crudos, en condiciones normales, es un proceso cerrado, lo que favorece la protección del trabajador y del medio ambiente. La experiencia de los países industrializados muestra que, actualmente, las exposiciones ocupacionales a sustancias químicas en la industria del petróleo son muy bajas. Sin embargo, en muchos países aún se utilizan plantas y procesos obsoletos que favorecen la exposición ocupacional a sustancias potencialmente tóxicas para la salud de los trabajadores ³.

Una refinería de petróleo es una combinación compleja de operaciones y procesos interdependientes, lo cual conlleva a una gran cantidad de áreas de trabajo con depósitos de almacenamiento y recipientes, todos relacionados por una gran cantidad de tuberías ⁴. En esta industria se lleva a cabo una amplia gama de procesos que

¹ Licenciada en Química. Departamento de Riesgos Químicos. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. La Habana, Cuba

² Ingeniera Química. Master en Salud de los Trabajadores. Investigadora Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. La Habana, Cuba

³ Licenciado en Química. Master en Salud de los Trabajadores. Investigador Titular. Profesor Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. La Habana, Cuba

⁴ Licenciada en Ciencias Farmacéuticas. Master en Química Farmacéutica. Investigadora Agregada. Departamento de Riesgos Químicos. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. La Habana, Cuba

⁵ Técnica en Química Analítica. Departamento de Riesgos Químicos. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. La Habana, Cuba

Correspondencia:

Lic. Rita María González Chamorro
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores
Calzada de Bejucal km 7 ½, Apartado 9064, CP10900, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana, Cuba
E-mail: eibarra@infomed.sld.cu

generan contaminantes de diferente naturaleza química; tal es el caso de los hidrocarburos aromáticos y no aromáticos (benceno, tolueno, xileno, hexano y heptano, entre otros) presentes durante la destilación del crudo; pero además, existen otras sustancias tales como dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono, cloro y ácido sulfúrico, entre otras, que se emanan al ambiente durante la ejecución de los procesos necesarios para el desarrollo del flujo tecnológico.

El dióxido de azufre y el sulfuro de hidrógeno se generan fundamentalmente en el proceso de destilación del crudo y en el área de calderas; sus concentraciones se elevan cuando se destila el crudo cubano, debido a que éste es rico en compuestos que contienen azufre. El cloro se utiliza en la nave de motores de enfriamiento, donde se le añade al agua que se extrae de la bahía de La Habana, para eliminar la presencia de microorganismos. Así mismo, el ácido sulfúrico se emplea en la regeneración de los filtros que son utilizados para el tratamiento de agua en las calderas.

El dióxido de azufre, el sulfuro de hidrógeno y el cloro, en tanto gases irritantes, son sustancias que pueden penetrar al organismo a través de las vías respiratorias.

En el caso del dióxido de azufre, sus efectos son consecuencia de la formación del ácido sulfuroso y ácido sulfúrico al contactar con las mucosas húmedas. Para producir intoxicación de tipo aguda, es preciso la inhalación de concentraciones elevadas, y el efecto se caracteriza por intensa irritación conjuntival y de las mucosas de las vías respiratorias altas, con disnea y cianosis, seguidos rápidamente por alteraciones de la conciencia; las personas que se encuentran en un área contaminada con este gas, pueden experimentar una reacción aguda exacerbada ante los irritantes. La respuesta básica fisiológica a la inhalación de este contaminante está en un grado medio de obstrucción bronquial, la cual está reflejada como un aumento medible en la resistencia al flujo de aire^{5,6}.

El sulfuro de hidrógeno, incluso a bajas concentraciones, ejerce su acción irritante sobre los ojos y el aparato respiratorio, donde rápidamente se oxida para formar compuestos de menor toxicidad. La inhalación de grandes cantidades de sulfuro de hidrógeno produce rápidamente anoxia, que determinará la muerte por asfixia. En los casos de intoxicaciones agudas y subagudas, los síntomas principales que se presentan son náuseas, malestar gástrico, eructos fétidos, diarreas y depresiones del sistema nervioso central^{6,7}.

El cloro reacciona con los líquidos orgánicos formando ácidos y, a altas concentraciones, actúa como asfixiante al provocar espasmos en los músculos de la laringe y tumefacción de las mucosas. El primer síntoma de exposición al cloro es la irritación de las mucosas oculares, de la nariz y de la garganta, que va en aumento hasta producir dolor agudo y quemante. El asma ocupacional puede asociarse a la exposición a este gas^{8,9}.

La acción del ácido sulfúrico sobre el organismo es la de un poderoso agente cáustico y tóxico general. Cuando penetra, bien sea en forma líquida o de vapor, produce gran irritación y quemaduras de tipo químico en las mu-

cosas de los aparatos respiratorio y digestivo, en los dientes, ojos y piel. Cuando se pone en contacto con la piel, produce una intensa deshidratación con gran producción de calor que causa quemaduras similares a las térmicas. La profundidad de las lesiones depende de la concentración del ácido y de la duración del contacto cutáneo¹⁰.

El objetivo fundamental de este trabajo es precisamente caracterizar la exposición de los trabajadores de las diferentes áreas de la refinería a los contaminantes de referencia, a través de la determinación de sus concentraciones en el aire de la zona de trabajo, con el fin de que puedan ser tomadas a tiempo, de ser necesarias, las medidas higiénico sanitarias adecuadas para evitar daños a su salud.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se realiza en siete áreas de trabajo de la refinería de petróleo 'Nico López', ubicada en el municipio de Regla de la capital cubana, luego de efectuarse una visita previa en la que se identifican los puestos de trabajo en que presumiblemente se producen emanaciones y los contaminantes inorgánicos específicos que se generan: sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, cloro y ácido sulfúrico. El muestreo del aire de la zona de trabajo se realiza de acuerdo con lo que se establece en la norma cubana NC 19-01-60¹¹. Se toma un total de 104 muestras puntuales mediante muestreo de tipo estacionario o de área, en las que se determinan las concentraciones de las diferentes sustancias nocivas. En cada área de trabajo, las muestras se toman espaciadamente dentro del horario correspondiente al turno laboral, con el objeto de garantizar un grado suficiente de representatividad de la exposición diaria de los trabajadores.

En la toma de muestras para el análisis de los contaminantes gaseosos (sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre y cloro), se utilizan como colectores frascos absorbentes con disoluciones de absorción específicas para cada sustancia. En el caso de las nieblas de ácido sulfúrico, las mismas se recogen sobre filtros de poli(cloruro de vinilo) (PVC). Las muestras de aire se toman con bombas manuales de aspiración y con muestreadores monitores personales accionados por baterías de níquel-cadmio recargables, calibradas previamente a un volumen y gasto de aire determinados. Los métodos de ensayo que se emplean son los establecidos en las normas cubanas NC 19-01-30¹², NC 19-01-34¹³ y NC 19-01-52¹⁴, y en la norma búlgara BDS 8555¹⁵, todos espectrofotométricos.

Las concentraciones determinadas de los diferentes contaminantes en el aire de la zona de trabajo son contrastadas con los límites de exposición ocupacional establecidos en la norma cubana NC 19-01-63¹⁶ y con los valores límite umbrales recomendados por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) de los Estados Unidos¹⁷.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las mediciones efectuadas en cada una de las diferentes áreas de trabajo, se presentan en la tabla.

Tabla
Concentraciones de las sustancias nocivas en el aire halladas en las áreas de trabajo de la refinería 'Nico López'. Enero-febrero de 2004

Área de trabajo	Contaminante(s)	Concentraciones en el aire (mg/m ³)		Límites de exposición permisibles (mg/m ³)			
		c _i	c̄	NC 19-01-63 ¹⁶		ACGIH ¹⁷	
				CPA	CMA	TWA	STEL
Nave de motores de enfriamiento	Cloro	<0,5; <0,5; <0,5; <0,5; <0,5	<0,5	-	1	1,5	2,9
Título 16	Sulfuro de hidrógeno	1,2; 1,4; 2,3; 1,6; 1,6; 1,9; 1,2; 1,3; 1,4; 1,1; 5,3; 1,6	1,83	10	20	14	21
	Dióxido de azufre	0,6; 0,8; 0,6; 0,5; 0,8	0,66	10	10	5,2	13
	Ácido sulfúrico	0; 0,1; 0,2; 0; 0; 0; 0,6; 0; 0; 0	0,09	-	1	1	3
Calderas (Zona 1)	Sulfuro de hidrógeno	0,1; 0,1; 0; 0; 0	0,04	10	20	14	21
	Dióxido de azufre	11,9; 2,1; 10,5; 1,3; 0,1; 56,8; 36,2	16,99	10	10	5,2	13
Planta 1	Sulfuro de hidrógeno	6,5; 3,8; 3,4; 4,2; 4,1; 5,6; 4,5; 4,0; 3,5; 3,6	4,32	10	20	14	21
	Dióxido de azufre	0,6; 0,5; 0,8; 0,6; 0,6	0,62	10	10	5,2	13
Planta 2	Sulfuro de hidrógeno	4,6; 5,2; 4,3; 4,7; 4,3; 4,8; 5,3; 5,7; 9,3; 10,9	5,91	10	20	14	21
	Dióxido de azufre	0,3; 0,3; 0,11; 0,2; 0,4; 0,4; 0,7; 0,5; 0,5; 0,7	0,41	10	10	5,2	13
Barrera fija	Sulfuro de hidrógeno	0; 0,1; 0,1; 0,3; 0,1; 1,1; 0,7; 0,5; 6,9; 0,2	1	10	20	14	21
Separador principal	Sulfuro de hidrógeno	0; 0; 0,1; 0; 0,1; 0,4; 0,3; 1,1; 0,2; 0,3	0,25	10	20	14	21

c_i: concentración puntual; c̄: concentración promedio; CPA: concentración promedio admisible; CMA: concentración máxima admisible; TWA: concentración promedio ponderada en el tiempo (time-weighted average); STEL: límite de exposición de corta duración (short term exposure level)

Al analizar las concentraciones de los diferentes contaminantes en las distintas áreas de trabajo, observamos que sólo las de dióxido de azufre en la zona de calderas exceden, en algunos momentos y en valores de hasta 2,8 veces, la concentración máxima admisible (CMA) correspondiente establecida en la norma cubana. Los valores de concentración para los restantes contaminantes, y para el propio dióxido de azufre en las restantes áreas de trabajo, mantienen niveles por debajo de los límites permisibles de referencia. En el área de calderas, por consiguiente, deberán tomarse medidas inmediatas para eliminar y prevenir los salideros que propician la contaminación del entorno laboral, principalmente con dióxido de azufre. En las restantes zonas, a pesar de no excederse los límites permisibles para las diferentes sustancias estudiadas, no deberá olvidarse que las mismas pudieran llegar a producir efectos severos a la salud del trabajador expuesto; las concentraciones detectadas, fundamentalmente en las plantas 1 y 2, nos dan una señal de alerta

que indica que estamos en zonas de riesgo bajo a moderado, y que las condiciones tecnológicas y ambientales pudieran cambiar y no brindar obviamente toda la seguridad requerida al trabajador expuesto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Peña CE, Carter DE, Ayala-Fierro F. Toxicología ambiental. Evaluación de riesgos y restauración ambiental. University of Arizona; 2001.
2. Bogomólov AI et al. Química del petróleo y del gas. Moscú: Editorial Mir; 1984. p. 12, 59.
3. Perdomo MF. Efectos a la salud en trabajadores ocupacionalmente expuestos a hidrocarburos aromáticos de la refinería 'Nico López' de Ciudad de La Habana. Tesis de Maestría en Salud de los Trabajadores. Ciudad de La Habana: Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores; 2003.
4. Oficina Internacional del Trabajo. Enciclopedia de medicina, higiene y seguridad del trabajo. Gi-

- nebra: OIT; 1975. v. II. p. 1106.
5. Klaassen CD, Amdur MO, Doull J, editors. Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons. 5th ed. New York: Mc Graw-Hill; 1996. p. 867-8.
 6. Sulphur compounds, inorganic. In: International Labour Office. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 4th ed. Geneva: ILO; 1998. v. IV. p. 104.402-4.
 7. Krauss RS. Petroleum refining process. In: International Labour Office. Encyclopaedia of occupational health and safety. 4th ed. Geneva: ILO; 1998. v. II. p. 78.2-30.
 8. Oficina Internacional del Trabajo. Enciclopedia de medicina, higiene y seguridad del trabajo. Ginebra: OIT; 1975. v. I. p. 392.
 9. Zack JP, Kogevinas M, Sunyer J, Almar E, Munozguren N, Payo F, Sánchez I. L, Antó IM. Asthma risk, cleaning activities and use of specific cleaning products among Spanish indoor cleaners. Scand J Work Environ Health 2001; 27(1):76-81.
 10. Hinkamp DL. Properties of inorganic acids. In: International Labour Office. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 4th ed. Geneva: ILO; 1998. v. 4. p. 104.5-7.
 11. Comité Estatal de Normalización. NC 19-01-60 (SNPHT) Aire de la zona de trabajo. Determinación y evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas. Requisitos generales. La Habana, CEN; 1987.
 12. Comité Estatal de Normalización. NC 19-01-30 (SNPHT) Aire de la zona de trabajo. Determinación de sulfuro de hidrógeno. La Habana, CEN; 1982.
 13. Comité Estatal de Normalización. NC 19-01-34 (SNPHT) Aire de la zona de trabajo. Determinación de dióxido de azufre. La Habana, CEN; 1982.
 14. Comité Estatal de Normalización. NC 19-01-52 (SNPHT) Aire de la zona de trabajo. Determinación de cloro. La Habana, CEN; 1986.
 15. Comité Estatal para la Ciencia y el Progreso Técnico de Bulgaria. Sustancias nocivas en el aire del ambiente de trabajo. Métodos de determinación de la concentración de ácido sulfúrico. BDS 8555. Sofia: CECPT; 1982.
 16. Comité Estatal de Normalización. NC 19-01-63 (SNPHT) Aire de la zona de trabajo. Niveles límites admisibles de las sustancias nocivas. La Habana, CEN; 1991.
 17. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati (OH): ACGIH; 2001.

Recibido: 5 de noviembre de 2004 **Aprobado:** 30 de noviembre de 2004