

## EXPOSICIÓN COMBINADA A RUIDO Y AMONÍACO EN LA PLANTA DE REFRIGERACIÓN DE UN FRIGORÍFICO

## COMBINED NOISE AND AMMONIA EXPOSURE IN THE REFRIGERATING PLANT OF A FRIGORIFIC

Jorge Pedro Mugica Cantelar <sup>1</sup>  
Enrique José Ibarra Fernández de la Vega <sup>2</sup>  
Antonio Alberto Cádiz García <sup>3</sup>

### RESUMEN

Se realiza un estudio higiénico ambiental de ruido y amoníaco en la planta de refrigeración del frigorífico provincial "José Maceo". La exposición al ruido a que se someten los trabajadores de las áreas de las bombas de amoníaco, las trampas de líquido y los compresores, es severa y, además, violatoria del límite máximo admisible establecido en la norma cubana 19-01-04, con niveles que alcanzan los 96 dB(A). También se detectan altos niveles de ruido dentro de la cabina de mando, superiores a los 60 NdB y los 65 dB(A), teniendo en cuenta el tipo de actividad productiva, ya que en este local se realizan tareas complejas en el orden intelectual. Los trabajadores de la nave, que se mueven constantemente dentro de la misma producto de las diferentes operaciones de trabajo que tienen que realizar, están expuestos, además, a altas concentraciones de amoníaco en el aire cuando se desplazan hacia el centro y final de la nave, donde los niveles alcanzan valores de 24,5 a 35,6 mg.m<sup>-3</sup>, superiores a la concentración máxima admisible establecida en la NC 19-01-63:91, que es de 20 mg.m<sup>-3</sup>. Se brindan las recomendaciones pertinentes para la protección de la salud de los trabajadores expuestos a los efectos combinados del ruido y el amoníaco.

**Palabras clave:** exposición combinada, ruido, amoníaco, impacto

### ABSTRACT

It is carried out a hygienic and environmental study of noise and ammonia at the refrigerating plant of the Provincial Frigorific "José Maceo". Noise exposure of the workers in the ammonia bombs, liquid traps and compressors areas is severe and also infringing the requirements of the Cuban standard NC 19-01-04, with levels up to 96 dB(A). High levels of noise are also detected inside the control cabin, higher than 60 NdB and 65 dB(A), keeping in mind that the activity in this local requires complex tasks in the intellectual order. Moreover, the workers are moving themselves constantly inside the areas where ammonia concentrations in air are high, with levels up to 24,5 and 35,6 mg.m<sup>-3</sup>. Pertinent recommendations are offered for the health protection of the workers exposed to the combined goods of the noise and ammonia.

**Key words:** combined exposure, noise, ammonia, impact

### INTRODUCCIÓN

El ruido, fenómeno físico exacerbado por el auge no planificado de la civilización, es un sonido anormal, el cual, al ser transmitido al oído del hombre, da lugar a sensaciones repentinas, molestas y, a veces, dolorosas.

Subproducto a veces inevitables del desarrollo de la sociedad, lo constituye la presencia creciente del ruido en los medios laborales y en la comunidad, cuyo origen radica en la introducción de máquinas y motores más potentes, vehículos más veloces, desarrollo de la mecanización en la esfera productiva y otras <sup>1</sup>.

El ruido guarda una connotación especial para la higiene y la medicina del trabajo, en atención a la gran cantidad de trabajadores y población general que están expuestos a sus efectos nocivos <sup>1,2</sup>. La literatura especializada refiere resultados de numerosas investigaciones realizadas acerca de los efectos que la acción del ruido puede ocasionar sobre la salud del individuo expuesto. Los mismos pueden agruparse en daños sobre la audición y efectos nocivos extraurales. El efecto más estudiado y específico del ruido es el producido sobre el aparato auditivo, donde es capaz de dañar las células ciliadas del órgano de Corti, produciendo como consecuencia una hipoacusia neurosensorial irreversible, cuya característica más relevante es que se origina en frecuencias cercanas a los 4000 Hz (entre 3000 y 6000 Hz) <sup>3</sup>. La pérdida auditiva en estadios más avanzados se extiende a las restantes frecuencias, incluyendo las conversacionales. Es entonces cuando el trabajador toma conciencia de su alteración auditiva <sup>4,5</sup>.

Con relación a los efectos extraurales, su variabilidad es elevada por la no especificidad etiológica de éstos, dificultando, por tanto, el establecimiento de relaciones causales simples <sup>6</sup>. Se refieren en la literatura médica especializada alteraciones en el sistema nervioso central, que pueden manifestarse a través de irritabilidad, inestabilidad, ansiedad, insomnio, etc. Otros efectos extraurales son los relativos al aparato cardiovascular, al sistema endocrino y al neurovegetativo, etc. <sup>7,8</sup>.

El amoníaco, por su parte, es un gas de olor picante, incoloro y muy soluble en agua. Uno de sus usos fundamentales es como refrigerante, y se emplea mucho en frigoríficos de la industria alimenticia para la conservación de alimentos. En la intoxicación causada por la exposición al amoníaco, sobre todo por inhala-

<sup>1</sup> Médico especialista de II grado en Medicina del Trabajo. Master en Salud de los Trabajadores. Investigador Agregado. Profesor Auxiliar. Vicedirección de Higiene del Trabajo. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. La Habana, Cuba

<sup>2</sup> 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

<sup>3</sup> Técnico higienista especializado. Departamento de Riesgos Físicos. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. La Habana, Cuba

### Correspondencia:

Dr. Jorge Pedro Mugica Cantelar  
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores  
Calzada de Bejucal km 7½, Apartado 9064, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana 10900, Cuba  
E-mail: vhidrab@infomed.sld.cu

ción, podemos observar síntomas diversos tales como tos, dolor torácico, sibilancias, dolor abdominal, etc.

Por otro lado, en estudios realizados sobre los efectos combinados de factores de riesgo laboral, diferentes autores plantean la potenciación de los efectos del ruido sobre el aparato auditivo cuando, a su vez, existe exposición a sustancias quimiotoxicas o a otros factores físicos de riesgo ocupacional<sup>9</sup>. En el caso de las plantas de refrigeración en que el refrigerante empleado es precisamente amoníaco, tanto éste como el ruido constituyen factores de riesgo concomitantes para la salud de los trabajadores que laboran en dichas áreas. El objetivo principal del presente trabajo es, en consecuencia, evaluar los niveles de contaminación sonora y por amoníaco en las diferentes áreas de la planta de refrigeración del frigorífico provincial "Antonio Maceo" de la ciudad de La Habana, teniendo en cuenta que sus trabajadores requieren de un máximo de seguridad y protección para la realización de sus actividades laborales ante la existencia y persistencia de ambos factores de riesgo en sus correspondientes puestos de trabajo.

## MATERIAL Y MÉTODO

La planta de refrigeración del frigorífico "Antonio Maceo" cuenta con un total de 8 trabajadores, que laboran en turnos de 12 horas diurnas y 12 nocturnas cada uno, descansando 48 posteriormente. De acuerdo con la información obtenida en una visita previa de inspección a las instalaciones de la planta, las fuentes principales de ruido lo constituyen 4 motores-compresores, ubicados en la parte lateral izquierda del local y de los cuales tres estuvieron funcionando en el momento del estudio. Trabajan, además, dos bombas de amoníaco situadas al fondo y en la parte derecha del local, más 4 potentes extractores de aire instalados en la parte superior de la pared lateral izquierda de la edificación, que cuenta con unos 27 m de largo, 13,50 m de ancho y 5 m de alto. La fuente de contaminación por amoníaco se encuentra precisamente en el área donde están situados las bombas y los cilindros de amoníaco.

Según la información obtenida *in situ*, los trabajadores salen al área donde se encuentran situadas las distintas fuentes de ruido cada 15 ó 20 min en cada hora, permaneciendo de 5 a 10 min como mínimo expuestos al ruido y al amoníaco, y a veces hasta durante una hora, según la complejidad de la tarea a realizar.

En cuanto al ruido, antes de la sesión de mediciones se realizó la calibración previa del instrumento de medición, aplicándose los criterios establecidos en las normas cubanas NC 19-01-06 y NC 19-01-14<sup>10,11</sup> para las mediciones. El método consistió en el empleo de la técnica de monitoreo del ruido en las áreas estudiadas, efectuándose las mediciones en los 8 puntos principales de la nave seleccionados (véase la figura). Las determinaciones se realizaron en períodos de 5 min aproximadamente en horas de mañana, lo que resultó representativo de la jornada laboral, obteniéndose el

nivel sonoro equivalente continuo (Leq) en dB(A). Se realizó también un análisis espectral en el centro de las frecuencias medias de bandas de octava, en el rango comprendido entre 31,5 y 8000 Hz (decibeles físicos), para, finalmente, mediante el uso de una tabla de conversión, conocer el criterio fisiológico de evaluación N(dB) para identificar las frecuencias que están dañando al trabajador<sup>12-14</sup>. Las determinaciones se realizaron en condiciones comunes de trabajo, es decir, con las máquinas y demás equipos funcionando normalmente, los trabajadores en sus puestos de trabajo, los extractores funcionando, la puerta abierta y cerrada según la práctica diaria, etc. Las mediciones requeridas para la evaluación sanitaria del ruido se efectuaron con el empleo de los equipos y accesorios siguientes<sup>1</sup>:

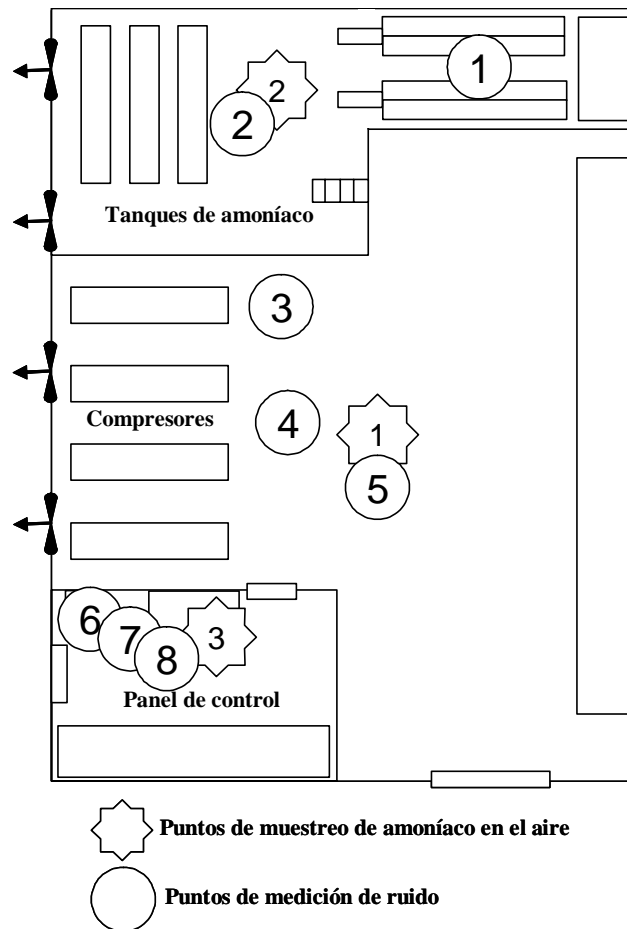
- Sonómetro integrador de precisión e impulso tipo 2, modelo 2218, con intervalo de medición de 25 a 145 dB.
- Micrófono de condensador de campo Libre omnidireccional tipo 4165, de media pulgada y una respuesta de frecuencia de 10 a 20 kHz.
- Set de filtros de bandas de frecuencias de octava tipo 1613, con un intervalo de medición de 31,5 a 31500 Hz.
- Calibrador acústico tipo 4220, que emite una señal de 124 dB a una frecuencia de 250 Hz.
- Esfera esponjosa de poliuretano
- Trípode

Los niveles máximos admisibles para la exposición ocupacional al ruido empleados como referencia, son los que se establecen en la norma cubana 19-01-04<sup>13</sup>, que establece un nivel sonoro no mayor que 85 dB(A) y un nivel de presión sonora no superior a los 80 Nd(B), según el Criterio N de evaluación, para todos los puestos y locales de trabajo durante 8 horas de exposición. Según se incremente en 3 Nd(B) o en 3 dB(A) por encima de los valores anteriores, deberá reducirse a la mitad el tiempo de exposición, de manera que no rebase la dosis sonora permitida; esto es, para 4 h el límite es de 83 Nd(B) u 88 dB(A), para 2 h 86 Nd(B) o 91 dB(A) y así sucesivamente, toda vez que lo que importa conocer es la dosis sonora recibida durante la jornada laboral, según el nivel y el tiempo de exposición.

En relación con el amoníaco, después de una primera inspección general del área y de la identificación de las fuentes generadoras del contaminante, se decidió realizar el muestreo en 3 puntos principales de la nave (véase el anexo), midiéndose las concentraciones puntuales correspondientes de amoníaco en el aire. El método de ensayo utilizado para el análisis fue el establecido en la norma cubana NC 19-01-45<sup>14</sup>. Como nivel límite admisible de exposición ocupacional a amoníaco, se empleó la concentración máxima admisible (CMA) correspondiente, establecida en la NC 19-01-63<sup>15</sup>, que es de 20 mg.m<sup>-3</sup>. El muestreo y las determinaciones de se realizaron de acuerdo con los requisitos establecidos en la NC 19-01-60<sup>16</sup>. Las condiciones laborales en que se efectuaron las mediciones fueron las habituales para los puestos de trabajo respectivos.

<sup>1</sup> Todos de la firma danesa Brüel & Kjaer

**Figura**  
**Esquema de la planta de refrigeración del frigorífico y ubicación de los puntos de muestreo y medición**



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los valores encontrados de los niveles equivalentes de la presión sonora en forma lineal o plana en bandas de frecuencias de octava, expresados en NdB, en el intervalo comprendido entre 31,5 y 8000 Hz, a los efectos de conocer la composición espectral del ruido, así como el nivel sonoro equivalente continuo (Leq), en dB(A), proveniente de las fuentes emisoras.

Los valores obtenidos en las áreas de las bombas, de las trampas del líquido y de los compresores, reflejan un valor medio del Leq que oscila entre 92 y 96 dB(A), muy por encima de los 85 dB(A) permitidos por la norma cubana NC 19-01-04 para 8 horas de exposición, sobre todo si se tiene en cuenta que los turnos de trabajo se extienden hasta 12 horas cada vez. Esto significa, en la práctica, que el tiempo máximo de exposición a esos altos niveles de ruido, no debe sobrepasar de 30 min diariamente, en el caso concreto y extremo de las áreas donde se localizan niveles de 96 dB(A).

El estudio del Criterio NdB en las áreas de trabajo, que se refleja en las columnas del análisis espectral en el

intervalo de frecuencias de 31,5 a 8000 Hz de la tabla, se observa que en el rango de frecuencia comprendido entre 250 y 4000 Hz se incumple hasta en 15 NdB el valor máximo admisible establecido en la referida norma, que es de 80 NdB, en los puestos de trabajo antes señalados.

En el resto de las áreas de trabajo la contaminación acústica no supera los niveles máximos, excepto en el centro del local que ocupa la cabina de mando con la puerta abierta y el ventilador funcionando, toda vez que aquí se exceden los niveles de ruido en 3 dB(A) y hasta en 5 NdB.

Es de destacar que en la cabina de mando con la puerta cerrada y el ventilador funcionando, los niveles de ruido no debieran exceder los 60 NdB y los 65 dB(A), en atención a la actividad que en el orden intelectual realizan los compañeros, tal como plantea la norma para aquellos locales donde se realicen tareas complejas cumpliendo requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de información, la observación en pizarras de distribución, el servicio telefónico, servicio de despacho; operación de computadoras, etc.

**Tabla 1**  
Resultados de las mediciones de los niveles de ruido

Nº	Área de trabajo	Punto de medición	Niveles de presión sonora. Criterio fisiológico NdB										NPS Lin dB	NSEC Leq dB(A)
			Bandas de frecuencias de octava (Hz)											
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
1	Área de bombas	Entre bombas de amoníaco	25	50	70	85	90	88	85	85	80	96	92	
2	Trampas de líquido y cilindros de amoníaco	Centro del local	25	50	75	90	95	90	85	80	80	98	94	
3	Compresores	Frente al Nº 3	25	55	75	95	95	91	90	85	80	100	96	
4	Compresores	Frente al 2 y al 3	25	50	60	85	90	89	90	85	80	95	92	
5	Compresores	Frente al 1º compresor (sin extractores funcionando)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	
6	Cabina de mando	Centro del local sin ventilador funcionando.	5	45	60	70	70	73	70	65	60	82	77	
7	Cabina de mando	Centro del local con ventilador funcionando	10	45	60	70	75	76	75	70	60	83	79	
8	Cabina de mando	Centro del local con puerta abierta y ventilador funcionando	15	45	65	80	85	84	85	80	75	90	88	

Los resultados de las mediciones efectuadas de amoníaco en el aire, por su parte, se muestran en la tabla 2. En la misma puede apreciarse que el área representada por el punto 2 (área de compresores y cilindros de amoníaco) es la de mayor riesgo de exposición al contaminante ambiental, por cuanto todos los valores hallados sobrepasan la CMA respectiva de 20 mg.m<sup>-3</sup>.

En el punto 1, representativo del área que ocupan los compresores centrales, la exposición fluctúa alrededor de la CMA. En la cabina de mando donde radica el panel de control (punto 3), en cambio, la exposición al amoníaco puede considerarse dentro de lo admisible desde el punto de vista higiénico sanitario.

**Tabla 2**  
Resultados de las mediciones de las concentraciones de amoníaco en el aire

Punto	Hora	Tipo de muestreo	Tipo de muestras	Concentraciones de amoníaco en el aire (mg.m <sup>-3</sup> )		Observaciones
				Concentración puntual	Concentración promedio	
1	9:12 am	Estacionario	Puntual	15,1	17,8	Área de compresores
	9:18 am			14,8		
	9:32 am			25,0		
	9:40 am			16,4		
	9:15 am			24,5		
2	9:20 am	Estacionario	Puntual	29,7	30,9	Área de compresores y cilindros de amoníaco
	9:35 am			33,8		
	9:42 am			35,6		
	9:17 am			8,2		
3	9:22 am	Estacionario	Puntual	8,2	8,0	Área climatizada (cabina de mando) donde se encuentra el panel de control del proceso
	9:37 am			5,5		
	9:45 am			10,1		

Del análisis anterior y de la valoración apreciativa de las condiciones higiénico sanitarias y laborales en las áreas investigadas del frigorífico, se concluye infiriendo que la exposición al ruido al que se someten los trabajadores es severa y violatoria del límite máximo admisible de seguridad auditiva en las áreas de las bombas de amoníaco, las trampas de líquido y los compresores, con niveles que alcanzan los 96 dB(A), así como también dentro de la cabina de mando, debido al tipo de actividad que en este local se debe ejecutar. En particular, consideramos que en el área de las maquinarias mencionadas se debe emplear, de manera obligatoria siempre que los trabajadores acudan a este lugar, medios de protección auditiva (tapones u orejeras) que atenúen el ruido en el intervalo de frecuencias comprendido entre 250 y 4000 Hz, a fin de garantizar la debida protección de la salud de los trabajadores expuestos a este factor de riesgo.

Por otra parte, los trabajadores de la nave en general, que se mueven constantemente dentro de la misma producto de las diferentes operaciones de trabajo que tienen que realizar, están sobreexpuestos al amoníaco cuando tienen que desplazarse hacia el centro y final de dicha nave, donde las concentraciones del contaminante en el aire alcanzan valores superiores al límite establecido. La exposición al amoníaco en la cabina del panel de control está dentro de lo admisible por razones de salud.

Finalmente, se le indica a la dirección de la empresa la necesidad del cumplimiento de las recomendaciones siguientes:

1. Suministrar a los trabajadores de la planta medios de protección auditiva (tapones u orejeras) que atenúen el ruido en el intervalo de frecuencias de 250 y 4000 Hz, que emplearán de manera obligatoria siempre que acudan al área de las bombas de amoníaco, las trampas de líquido y los compresores. Lo mismo se exigirá para cualquier otra persona que vaya a entrar en el área afectada. Además, los trabajadores del área deberán mantenerse el mayor tiempo posible dentro de la cabina de control y con la puerta cerrada, y que sólo se desplacen hacia el fondo de la nave cuando les sea estrictamente necesario y siempre protegidos con respiradores contra amoníaco y medios de protección auditiva.
2. Garantizar que, con la periodicidad requerida, se realice el debido mantenimiento, ajuste y lubricación de todas las máquinas y equipos generadores de ruido y de posibles escapes de amoníaco, a los efectos de contribuir no sólo a su mejor explotación, sino también a la disminución de la exposición de los trabajadores al ruido y a amoníaco.
3. Garantizar y controlar que los trabajadores tengan siempre disponibles y en buen estado técnico los respiradores contra amoníaco, a fin no sólo de protegerse cuando tengan que desplazarse al fondo de la nave, sino también ante cualquier emergencia de escapes mayores de amoníaco.
4. Extremar las medidas de control y prevención, tanto en el interior como en el exterior de la nave, ante

cualquier contingencia que pueda producirse en los compresores y(o) en los cilindros de amoníaco por posibles escapes.

5. Situar cristales dobles antirruido en la cabina de mando, con una separación de 3 mm como mínimo entre éstos en toda el área de las dos paredes que los poseen, incluyendo la puerta de acceso, a fin de disminuir la contaminación acústica que innecesariamente afecta la labor intelectual que en este local se realiza.
6. Instruir adecuadamente a los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido y de amoníaco en el aire acerca de los riesgos que entraña la exposición a estos factores de riesgo, para fomentar en ellos una conciencia de protección personal contra exposiciones no estrictamente necesarias. Este objetivo puede lograrse con la organización de actividades de educación sanitaria (charlas educativas, por ejemplo) con el concurso de los especialistas de seguridad y salud del centro de trabajo, para que se mantenga una correcta y constante educación sanitaria con los trabajadores del área, con el objeto de que sepan en todo momento reconocer la presencia de los factores de riesgo y protegerse adecuadamente de los mismos.
7. Implementar un programa de vigilancia epidemiológica para este personal a través de exámenes médicos pre-empleo y periódicos, que hagan énfasis en aquellas alteraciones de salud susceptibles de desarrollarse por la exposición combinada a ruidos y amoníaco, debiendo ser obligatorio el chequeo periódico anual de la agudeza auditiva mediante la audiometría tonal liminal. Con aquellos trabajadores a los cuales se les detecten problemas de salud relacionados con los riesgos a los cuales estén expuestos, en particular problemas de pérdida auditiva producida por la exposición al ruido, se deben tomar medidas especiales de protección.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Benavides, F. et al. Salud Laboral. Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. Madrid: Editorial Masson 1997. p. 249-56.
2. Lutman ME. What is the risk of noise-induced hearing loss at 80, 85, 90 dB(A) and above? *Occup Med* 2000;50(4):274-5.
3. Álvarez A. Ruido y sordera. Santo Domingo: Graficus; 1997.
4. Lebovics I. Say no to noise. *Occup Health Saf* 2000; 69(3):48.
5. Ramírez VA. Trauma acústico profesional. *Rev Brasileira Salud Ocup* 1992;76(20):15-8.
6. Viviente RE. Multiexposición al ruido. *Rev Med Seg Trabajo* 1993;160(40):43-50.
7. Melamed S, Fried Y, Froom P. The interactive effect of chronic exposure to noise and job complexity on changes in blood pressure and job satisfaction: a longitudinal study of industrial em-

- ployees. *J Occup Health Psychol* 2001;6(3):182-95.
8. Lusk SL, Hagerty BM, Gillespie B, et al. Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. *Arch Environ Health* 2002;57(4):273-81.
  9. Shevtsova VM. [A complex of informative indices of adaptive and compensatory mechanisms for individual prognostication of occupational hypoacusis upon exposure to noise in combination with vibration and dust]. *Gig Sanit* 2001;(4):27-31.
  10. Comité Estatal de Normalización. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Mediciones de ruido en lugares donde se encuentran personas. NC 19-01-06. La Habana: CEN;
  11. Comité Estatal de Normalización. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Ruido. Métodos de medición en los puestos de trabajo. NC 19-01-14. La Habana: CEN;
  12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. Cincinnati: ACGIH; 2001.
  13. Comité Estatal de Normalización. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Ruido. Requisitos higiénico sanitarios. NC.19-01-04. La Habana: CEN; 1980.
  14. Comité Estatal de Normalización. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Aire de la zona de trabajo. Determinación de amoníaco. NC 19-01-45. La Habana: CEN; 1984.
  15. Comité Estatal de Normalización. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Aire de la zona de trabajo. Niveles límites admisibles de las sustancias nocivas. NC 19-01-63. La Habana: CEN; 1991.
  16. Comité Estatal de Normalización. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Aire de la zona de trabajo. Determinación y evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas. Requisitos generales. NC 19-01-60. La Habana: CEN; 1987.

**Recibido:** 30 de diciembre de 2005 **Aprobado:** 14 de abril de 2006