

COMPARACIONES METODOLOGICAS DE MEDICIONES DE RUIDO URBANO

A.P. Azzurro, M.T. Piovan, L. Ercoli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca.

Grupo Análisis de Sistemas Mecánicos (GASM), Secretaría de Ciencia y Tecnología.

11 de Abril 461; 8000 - Bahía Blanca; Fax: 54-091-555220. Email: lercoli@criba.edu.ar

Grupo de Trabajo de Ruido y Humos (GTRH), Consultora Ejecutiva Nacional de Transporte
(CENT). Alsina 278, 1º Piso; 8000 - Bahía Blanca; Fax: 54 - 091 - 563131. Email:

mtpiovan@criba.edu.ar

A. Alvarez, J. Smael

Municipalidad de Bahía Blanca, Dirección de Medio Ambiente,

Departamento de Saneamiento Ambiental.

Vieytes 567; 8000 - Bahía Blanca; Tel: 54-091-550976

RESUMEN

El ruido urbano ocupa el segundo lugar (28%) como causa de molestias entre los vecinos de un suburbio industrial y portuario de la ciudad de Bahía Blanca. Le preceden los olores (67%), quedando un escaso 5%, para otras causas. Este es el resultado de una encuesta reciente publicada por el periódico local, la cual demuestra el avance del ruido sobre otras fuentes de contaminación del ambiente.

La caracterización sonora de comunidades requiere la utilización de medidores de nivel sonoro en cantidad y calidad. A menudo, suelen reunirse equipos de variadas características, los cuales hacen necesarios distintos métodos de medición.

En este trabajo se presentan comparaciones de resultados obtenidos utilizando tres metodologías para la determinación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente (N.S.C.E.) en áreas urbanas.

Se concluye que desde el punto de vista práctico, existe una buena concordancia entre los valores obtenidos mediante las metodologías estudiadas.

1. INTRODUCCION

En la Referencia 1 se presentaron determinaciones preliminares de niveles sonoros realizados en distintos sectores de la ciudad de Bahía Blanca como parte de una investigación para la caracterización sonora de la ciudad, quedando demostrada la relación entre el tránsito vehicular y los niveles elevados de ruido.

Durante el desarrollo de la misma, se presentaron distintas opciones metodológicas para la adquisición de los datos y su consecuente comparación con los resultados de otros autores. Sin embargo, la elección de la metodología aplicada finalmente, en la realización del trabajo reconoció dos consideraciones fuertemente vinculantes: La escasa disponibilidad tanto de instrumentación acorde como de recursos humanos.

Por tal motivo, quedó explícita la necesidad de verificar los resultados presentados en Azzuro et al (1995) mediante un análisis exhaustivo de distintos métodos de adquisición y procesamiento de datos.

El presente trabajo compendia las investigaciones llevadas a cabo para cumplimentar la verificación.

Chakrabarty et al (1997) constituye un excelente trabajo de investigación tendiente a la predicción del ruido ambiente conociendo el número de vehículos livianos y pesados que transitan por un determinado lugar.

2. METODOS DE MEDICION UTILIZADOS

Con el objeto de obtener una amplia gama de resultados que permitieran una comparación metodológica adecuada, se procedió a la realización de mediciones utilizando los métodos descritos a continuación.

2.1. Método I

Corresponde a la metodología aplicada en Azzuro et al (1995). Básicamente consiste en el relevamiento periódico de valores discretos de niveles sonoros en dB(A) a intervalos acorde con la fluctuación del ruido para permitir el cálculo posterior del Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) correspondiente a intervalos de medición T ($L_{Aeq,T}$).

Este método, aunque tedioso y propenso a errores de cálculo, permite determinar el NSCE con medidores de nivel sonoro (MNS) sin circuito integrador.

En dicho estudio se utilizó principalmente un período T = 2 minutos con registros cada 2 seg. El NSCE es luego determinado utilizando la expresión 1, obtenida de ISO (1982).

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{(L_i/10)} \right]$$

N = número de mediciones

L_i = valor de la i -ésima medición

(1)

En el presente trabajo se han calculado los valores del NSCE correspondientes a intervalos de tiempo T iguales y mayores a 2 segundos, con propósito de comparación.

En todos los casos se utilizó un medidor de nivel sonoro marca EXTECH ; modelo 407735, el cual se colocó en forma horizontal, a una altura de 120 centímetros con respecto al piso, relevándose valores en dB(A), en respuesta lenta y rango 65 - 130.

2.2. Método II

Corresponde a los criterios establecidos en la Primera Reunión Sobre Ruido Urbano, realizada el 10 de noviembre de 1995, en la Universidad del Museo Social Argentino (UMSA), Buenos Aires, y cuyas conclusiones se resumen en las Actas de la Primera Reunión Nacional sobre Ruido Urbano (1995).

En líneas generales, para una estación de medición única este Método concuerda con el Método I, aunque estipula un período de muestreo $T = 15$ minutos con lecturas instantáneas cada 15 segundos (Punto 5, de las mismas actas).

2.3. Método III

Corresponde a lecturas tomadas con un medidor de nivel sonoro integrador, el cual brinda los valores de NSCE en forma automática.

En el presente trabajo se utilizó un instrumento marca QUEST, modelo 2800 y calibrador QC 10.

3. MEDICIONES REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

Se realizaron tres grupos de mediciones, cada una programada para analizar diversos aspectos relacionados con la evaluación del NSCE.

3.1. Medición número 1

Esta medición se realizó utilizando el Método I en la rotonda ubicada en la intersección de las calles Alsina y Avenida Alem, entre las 9:50 y 12:50 horas de un día laborable (Nro 1, Figura 1). En este caso, se relevaron 2338 niveles en dB(A), midiendo cada 2 segundos aproximadamente durante intervalos de 6 minutos, con descansos de 10 minutos entre ellos en el lapso total de 3 horas, determinándose el NSCE para una misma estación.

La Tabla 1 muestra los valores de NSCE obtenidos con la expresión (1) para tiempos acumulados de 2, 6, 12, 18, , 72 minutos.

Tabla 1
Valores de NSCE acumulado en distintos intervalos de integración.

| Muestra | Tiempo transcurrido (min.) | Tiempo de medición acumulado T (min.) | NSCE Acumulado $L_{Aeq,T}$ |
|---------|-------------------------------|--|----------------------------|
| 1 | 2 | 2 | 75.5 |
| 2 | 6 | 6 | 75.8 |
| 3 | 22 | 12 | 77.9 |
| 4 | 38 | 18 | 77.5 |
| 5 | 54 | 24 | 77.0 |
| 6 | 70 | 30 | 77.2 |
| 7 | 86 | 36 | 77.5 |
| 8 | 102 | 42 | 77.5 |
| 9 | 118 | 48 | 77.9 |
| 10 | 134 | 54 | 78.0 |
| 11 | 150 | 60 | 78.3 |
| 12 | 166 | 66 | 78.2 |
| 13 | 182 | 72 | 78.5 |

En la Tabla 2 se presentan los NSCE resultantes de las integraciones para tiempos de 2 y 6 minutos (sin acumulación) y el error relativo entre ellas.

Tabla 2
Valores de NSCE calculados para intervalos (T) de 2 y 6 minutos.

| Muestr a | NSCE en 2 minutos | NSCE en 6 minutos | Error % |
|----------|-------------------|-------------------|---------|
| 1 | 75.5 | 75.8 | 0.39 |
| 2 | 81.7 | 79.4 | -2.89 |
| 3 | 74.8 | 76.6 | 2.34 |
| 4 | 77.8 | 77.3 | -0.65 |
| 5 | 75.1 | 74.4 | -0.94 |
| 6 | 77.9 | 78.2 | 0.38 |
| 7 | 80.4 | 78.6 | -2.29 |
| 8 | 74.9 | 77.6 | 3.48 |
| 9 | 81.8 | 80.2 | -1.99 |
| 10 | 78.0 | 78.7 | 0.88 |
| 11 | 80.9 | 81.0 | 0.37 |
| 12 | 76.9 | 76.9 | 0.00 |
| 13 | 80.4 | 80.9 | 0.61 |

3.2. Medición número 2

Esta medición se compone de varios ensayos. Se realizó utilizando los Métodos I y III combinado, a fin de obtener resultados comparables entre ambos.

Las determinaciones se realizaron durante dos días laborables en horarios de 9 a 13 horas en la estación de medición de Alem y Alsina.

Un primer ensayo consistió en tomar mediciones simultáneamente con ambos MNS durante intervalos de dos minutos. La Tabla 3 muestra los resultados correspondientes a este ensayo.

Tabla 3
Comparación de NSCE para intervalos de medición de dos minutos entre
los Métodos I y III.

| Determinación nº | L _{Aeq,2} METODO I | L _{Aeq,2} METODO III | Diferencia % |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| 1 | 78.7 | 73.8 | 6.63 |
| 2 | 78.0 | 74.2 | 5.12 |
| 3 | 84.9 | 79.6 | 6.65 |
| 4 | 82.0 | 75.5 | 8.61 |
| 5 | 79.9 | 75.6 | 5.68 |
| 6 | 85.5 | 86.0 | -0.58 |
| 7 | 77.5 | 74.6 | 3.88 |
| 8 | 79.0 | 78.7 | 0.38 |

En un segundo ensayo se utilizó la metodología I con el MNS integrador con el objeto de comparar los valores de NSCE calculados mediante (1) con los brindados con el instrumento en forma automática. Los resultados así obtenidos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4
Comparación de NSCE obtenidos por calculo y por lectura directa con el MNS
integrador para T = 2 minutos.

| Determinación nº | L _{Aeq,2} Calculado (1) | L _{Aeq,2} Lectura Directa | Diferencia % |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 1 | 75.9 | 74.4 | 2.0 |
| 2 | 77.1 | 77.7 | 0.8 |
| 3 | 78.0 | 76.0 | 2.6 |
| 4 | 75.6 | 75.3 | 0.4 |
| 5 | 74.4 | 73.6 | 1.1 |
| 6 | 76.2 | 75.3 | 1.2 |
| 7 | 75.3 | 74.2 | 1.5 |
| 8 | 77.8 | 77.7 | 0.1 |

El tercer ensayo realizado consistió en tomar registros del NSCE aportados por el MNS integrador para períodos de integración de 5 minutos cada hora en una primera serie (primer día) y cada media hora en una segunda serie (segundo día), así como los valores de picos máximos y mínimos correspondientes (Tabla 5).

Tabla 5
Valores aportados por el MNS integrador ($T = 5$ min)

| Serie n° | Hora del día | Valor Mínimo [dB(A)] | Valor Máximo [dB(A)] | $L_{Aeq,5}$ |
|----------|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| 1 | 9:15 | 59.9 | 86.8 | 72.8 |
| 1 | 10:15 | 63.6 | 85.4 | 74.6 |
| 1 | 11:15 | 62.7 | 86.2 | 74.3 |
| 1 | 12:15 | 62.4 | 91.4 | 75.5 |
| 2 | 9:15 | 66.1 | 86.9 | 73.3 |
| 2 | 9:45 | 60.0 | 88.2 | 73.6 |
| 2 | 10:15 | 57.5 | 85.4 | 72.9 |
| 2 | 10:45 | 60.4 | 85.8 | 74.4 |
| 2 | 11:15 | 54.1 | 90.6 | 76.0 |
| 2 | 11:45 | 59.9 | 86.2 | 74.0 |
| 2 | 12:15 | 61.1 | 83.6 | 73.7 |
| 2 | 12:45 | 60.0 | 87.3 | 76.3 |

En la Figura 2 se han graficado los valores del NSCE correspondientes a las series de medición 1 y 2 de la Tabla 5.

3.3. Medición número 3

Esta medición tuvo por objeto aplicar el Método III a modo de experiencia piloto y fue realizada en la calle Lamadrid a la altura del 100 en horas de la mañana en día laborable (Nro 2, Figura 1).

Se utilizó el MNS integrador descrito en el Método III y se obtuvieron valores del NSCE por cálculo y por lectura directa según Punto 5, de las Actas anteriormente mencionadas.

Las mediciones se realizaron con una velocidad de viento de 4,8 m/s en dirección NO. Si bien excede el valor máximo de 2 m/s recomendado en ISO (1982), el valor está por debajo de los 5m/s que estipula en Chakrabarty (1997). Aún así, este valor de la velocidad del viento puede considerarse muy bajo para zonas con vientos predominantemente moderados a fuertes como se dan en la ciudad durante gran parte del año.

La Figura 3 muestra los valores de NSCE obtenidos por fórmula y por lectura para ocho mediciones y la diferencia porcentual entre ambas, considerando como base el valor aportado por el instrumento. La Figura 4 muestra los valores de la desviación estandar de los ocho relevamientos.

4. CONCLUSIONES

La Tabla 1 permite comparar los NSCE obtenidos mediante acumulación del tiempo de medición. Se observa que la diferencia entre los niveles calculados para los dos primeros intervalos (2 y 6 minutos) es prácticamente despreciable : 0,3 dB(A), es decir 0,39%. Sin embargo la diferencia entre un intervalo de 6 minutos y uno de 12 minutos es de 2,1 dB(A), es decir 2,77%. Para mayores tiempos acumulados se observan mínimas diferencias en los NSCE calculados, obteniéndose una diferencia relativa del 0,77% entre el valor correspondiente a 72 minutos y el de 12 minutos.

La Tabla 2 permite comparar diversos NSCE calculados con intervalos de medición de 6 minutos y los calculados en los dos minutos iniciales de cada intervalo. Se observa que de trece comparaciones, solo una excede el 3% de error relativo y tres el 2%, manteniéndose la restantes ocho por debajo del 1%.

Los percentiles $L_{10} = 80$ dB(A), $L_{50} = 75$ dB(A) y $L_{90} = 70$ dB(A) determinados utilizando los 2338 valores de nivel sonoro obtenidos durante la primera medición se encuentran bien por encima de los recomendados por la Administración Federal de Salud y Bienestar Social Norteamericana (Federal Heath Welfare Administration - FHWA): $L_{10}=70$ dB(A), $L_{50} = 62$ dB(A) y $L_{90} = 60$ dB(A), coincidiendo con las conclusiones de Azzurro et al (1995) Referencia 1, en lo que respecta a los niveles elevados de NSCE medidos.

La Tabla 3 muestra que las diferencias entre valores de NSCE para intervalos de 2 minutos obtenidos con un MNS sin integración (Método I) y uno integrador (Método III) llegan a ser apreciables en algunos casos, llegando a concluir que el aparato utilizado con el Método I de medición arroja valores un 4.5% en promedio por encima del MNS integrador, requiriendo una calibración exhaustiva.

La Tabla 4 compara valores de NSCE obtenidos por cálculo y por lectura directa con el MNS integrador para períodos de 2 minutos. Puede observarse que la aplicación de la expresión 1 conduce a diferencias de medición por debajo del 2.6% en todos los casos promediando en 1.2% .

La Tabla 5 , permite apreciar la evolución del NSCE a lo largo de la mañana para dos días diferentes de mediciones e integrando durante 5 minutos cada 30 y 60 minutos respectivamente. Se nota buena concordancia entre valores correspondientes a las mismas horas en días diferentes. En la Figura 3 se comparan valores del NSCE obtenidos por cálculo y por lectura directa con el MNS integrador y aplicando el Método II de medición, observándose en general diferencias porcentuales muy bajas (promedio 2.12%), con excepción de las muestras numeradas con 4 y 8.

Para el Método III, la Figura 4 indica para este caso una desviación estándar máxima de 6.6 en la muestra 3, manteniéndose el resto entre 4.51 y 5.31.

De las conclusiones generales precedentes pueden extraerse las siguientes conclusiones particulares:

a) Los intervalos de medición de 2 y 6 minutos para la determinación de NSCE arrojan resultados comparables, con diferencias que se mantienen por debajo del 2%, en general.

b) Existe una buena concordancia desde un punto de vista práctico entre los valores obtenidos mediante las tres metodologías estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ingeniero Antonio M. Méndez, director del Laboratorio de Acústica y Luminotecnia (LAL) por su generoso apoyo y críticas constructivas.

Así mismo se agradece al Ingeniero Lionel Luraschi, Director del Grupo de Trabajo sobre Ruido y Humo de la Auditoría Regional Santa Fé de la C.E.N.T., por el permanente intercambio de información sobre el tema.

También agradecen a las licenciadas Norma Babsky y Graciela Barbero, Directora de Medio Ambiente y Jefe del Departamento de Saneamiento Ambiental de la Municipalidad de Bahía Blanca respectivamente, por su continuo apoyo a las tareas realizadas.

Por ultimo, a la secretaria de Ciencia y Tecnología de la U.T.N. y a la Consultora Ejecutiva Nacional del Transporte por el sostén brindado a las investigaciones en el área temática "Caracterización Sonora Comunitaria".

REFERENCIAS

Azzurro A.P., M.T. Piovan, L. Ercoli (1995) Caracterización Sonora de la Ciudad de Bahía Blanca: Mediciones Preliminares. Primer Congreso Nacional de Transporte Urbano (1995), La Plata, Argentina.

Chakrabarty D., S.C. Santra y Mukherjee (1997) Status of Road Traffic Noise in Calcutta metropolis, India. *Journal of the Acoustical Society of America* (101)2, 943-949.

International Standardization Organization. (1982). Acoustics Description and Measurement of Environmental Noise. Norma ISO 1996 1, 2, 3.

Actas de la Primera Reunión Nacional sobre Ruido Urbano, (1995). Buenos Aires, 10 de Noviembre.

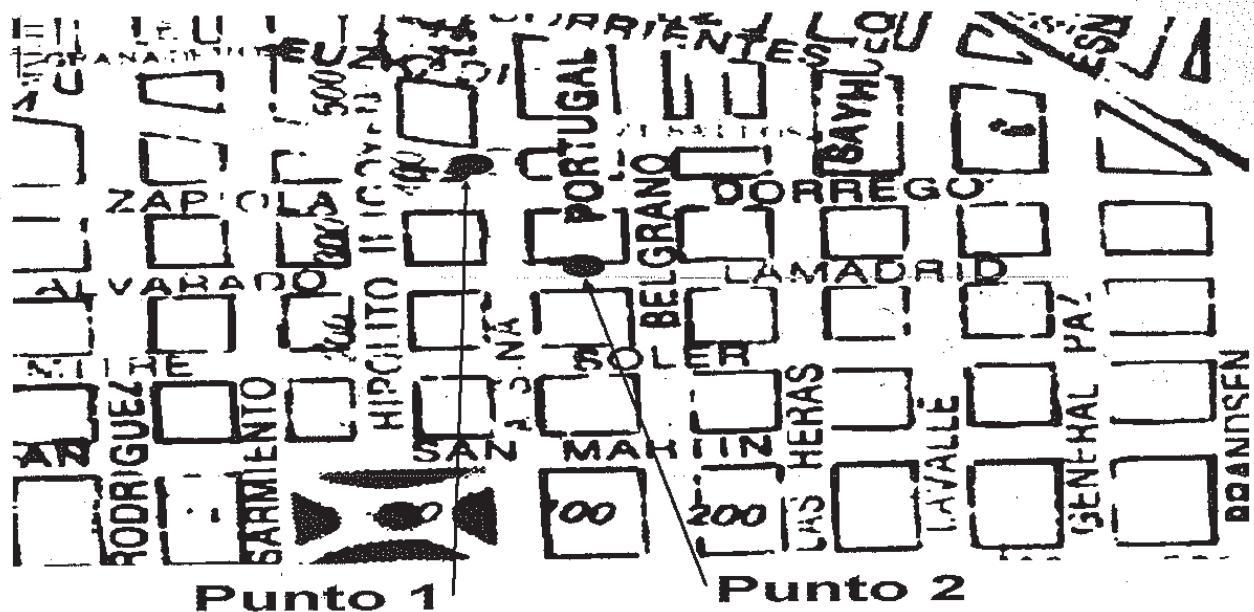


Figura 1 : Estaciones de medición

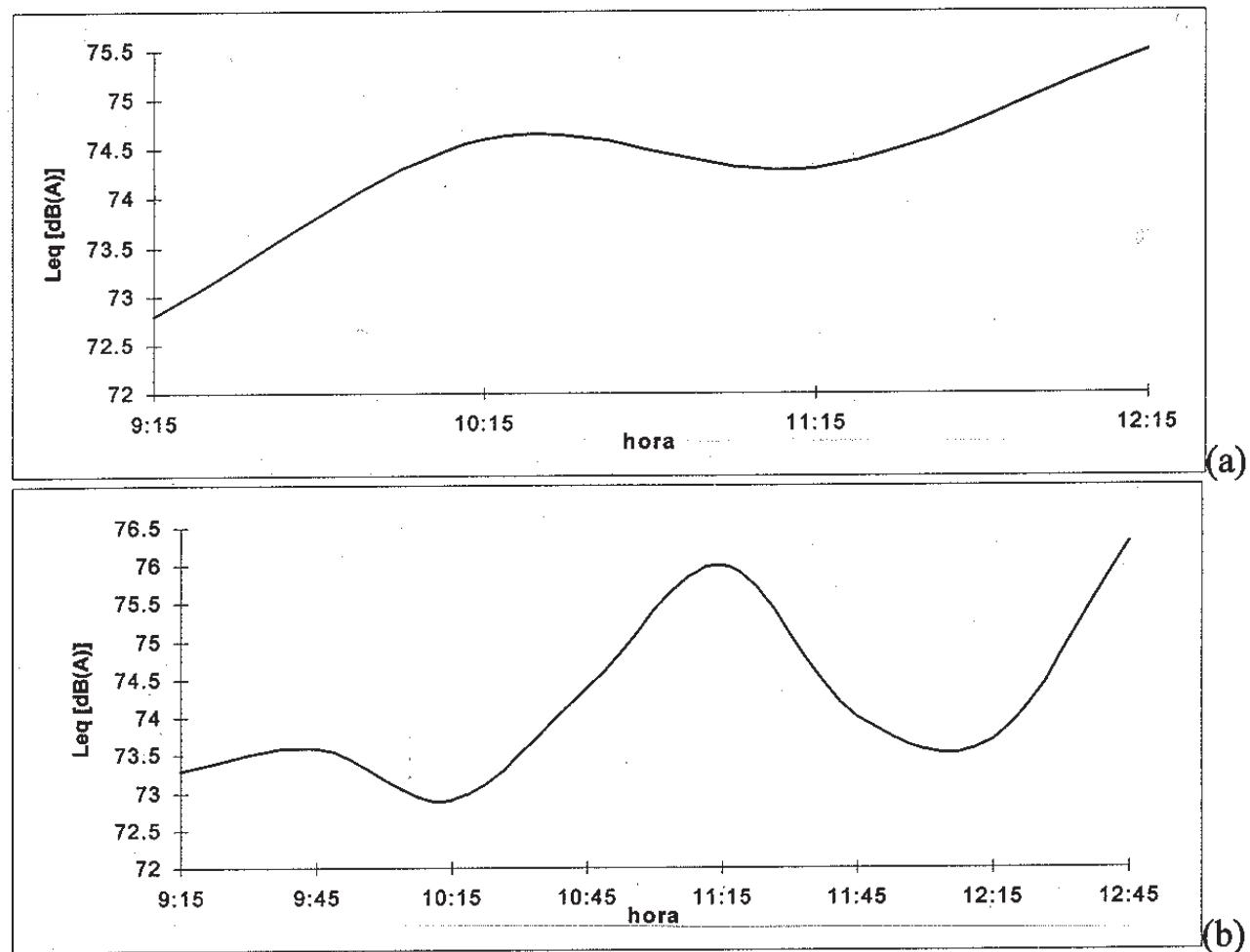


Figura 2 : Evolución del NSCE para dos días diferentes: (a) cada hora; (b) cada $\frac{1}{2}$ hora. $T = 5$ min.