

# Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín

Mariela Ortega B.<sup>1</sup> • Juan Mario Cardona M.<sup>2</sup>

## Resumen

**Objetivo:** desarrollar una metodología que permita determinar el grado de exposición al ruido ambiental urbano de los habitantes de la ciudad de Medellín y verificar el cumplimiento de la legislación colombiana al respecto. **Materiales y métodos:** se hizo un estudio descriptivo de corte transversal bietápico en cuya primera fase se recogió información, mediante una encuesta, acerca de la percepción que se tiene sobre la presencia del ruido urbano; en la segunda fase se midieron los niveles de presión sonora y se compararon con los límites permisibles. **Resultados:** la metodología desarrollada fue probada con una prueba piloto en la comuna La Candelaria, donde 67% de esa población reportó molestia ocasionada por el ruido urbano, el 81% en horario diurno, y que en general destacó como principal fuente emisora el tráfico vehicular. Las mediciones de rui-

do se realizaron en 16 puntos del barrio Prado, y se encontró que 94% de los puntos evaluados superan los límites permisibles establecidos en la legislación colombiana; además, se detectó que en el interior de este barrio, considerado como residencial, existe un sector significativo con connotación de zona de tranquilidad. **Conclusiones:** esta metodología permite determinar si una comunidad está expuesta o no a niveles de ruido superiores a los establecidos en las normas colombianas, así como también identificar las fuentes emisoras y validar la conformación de zonas urbanas.

## Palabras clave

Ruido, contaminación sonora, control del ruido, ruido del transporte, Medellín (Colombia)

## Assessment methodology of urban environmental noise in the city of Medellín

### Summary

**Objective:** to develop a methodology to determine urban environmental noise level to which inhabitants of the city of Medellín are exposed to and to verify compliance with Colombian legislation on the matter. **Materials and methods:** a descriptive two stages cross-sectional study was performed, collecting information in the first stage by surveying people's perception about presence of urban noise. Levels of sonorous pressure were measured and compared with permissible limits during the second stage. **Results:** the developed methodology was tried out with a pilot test in La Candelaria Commune where 67% of the population reported annoyance caused by urban noise, 81% during day time; vehicle traffic was generally identified as the main source of emission. Noise measurements were carried out in 16 places of Prado district. Authors concluded

that 94% of the evaluated places surpass the established permissible limits according to Colombian legislation. In addition it was detected that inside this district, considered as residential, there is a significant sector with the connotation of a tranquillity zone. **Conclusion:** this methodology allows to determine if a community is exposed or not to noise levels above the established Colombian norms, as well as to identify emission sources and validate the conformation of urban zones.

### Key words

Noise, sound contamination, noise control, traffic noise, Medellín (Colombia)

1 Ingeniera industrial, especialista en salud ocupacional con énfasis en higiene ambiental. Cibercorreo: gereyvez@epm.net.co

2 Ingeniero industrial, especialista en salud ocupacional con énfasis en higiene ambiental.

Recibido: 25 de abril de 2005 Aceptado: 26 de septiembre de 2005

## Introducción

En diciembre de 1999, el Concejo municipal de Medellín aprobó, por medio del Acuerdo 62 de 1999, el plan de ordenamiento territorial de la ciudad, que pretende establecer las bases esenciales para que la ciudad comience un proceso dinámico, integral y permanente de reorganización de su territorio. Dentro de la concepción que tiene el plan de ordenamiento territorial está el facilitar el crecimiento y desarrollo de la ciudad bajo criterios de sustentabilidad y sostenibilidad ambiental.<sup>1</sup> Tanto las necesidades creadas por el Plan de Ordenamiento Territorial como el acelerado crecimiento del tráfico vehicular en la ciudad de Medellín en los últimos años<sup>2</sup> hacen evidente la importancia de que las autoridades municipales dispongan de una metodología apropiada que les permita determinar el cumplimiento de la legislación colombiana en materia ambiental, que para el caso concreto del ruido está descrita en la Resolución 8321 de 1983 y en el Decreto 948 de 1995.

Esa metodología deberá evaluar correctamente los niveles de presión sonora a que está expuesta una comunidad, identificar las principales fuentes de emisión de ruido y validar los tipos de zonas urbanas establecidas en la ciudad de acuerdo a los usos del suelo existente, pues en la actualidad no existe en el municipio de Medellín un adecuado uso del suelo que permita identificar y delimitar claramente las zonas residencial, comercial, industrial y de tranquilidad en el interior de la ciudad, sino que lo que se aprecia es una confluencia de varias actividades en un mismo sector. No solamente se debe pensar en crear mecanismos que ayuden a las autoridades a llevar a cabo el cumplimiento de sus proyectos administrativos, sino que también se pretende poner de manifiesto el grado de exposición a factores perturbadores de la salud, como el ruido urbano, a que está expuesta una población, lo que significa que estamos entonces ante un problema de salud pública también.

Las personas expuestas durante largos periodos de tiempo a altos niveles de ruido corren el riesgo de padecer patologías físicas y psíquicas.<sup>3</sup> El ruido, entendido como cualquier sonido innecesario e indeseable que implica una reacción psicofisiológica del sujeto, puede causar patologías en quienes están expuestos, durante un largo período de tiempo, a una fuente de emisión cercana.<sup>3</sup> Diversos estudios de la Organización Mundial de la Salud señalan que el ruido puede provocar distintas clases de respuestas reflejas, que si se mantienen, generan en el sujeto patrones de inadaptación psicofisiológica con repercusiones neurosensoriales, endocrinas, vasculares y digestivas; también son causa de trastornos del equilibrio, sensación de malestar y fatiga psicofisiológica, que puede alterar los niveles de rendimiento.<sup>3</sup>

Actualmente, en Colombia no se ha definido una metodología específica para evaluar la exposición de la comunidad al ruido ambiental urbano y establecer medidas de prevención y control al respecto.

## Materiales y métodos

Es un estudio descriptivo de corte transversal bietápico, en el que se consideraron dos poblaciones: se seleccionó como primera población los habitantes y/o ocupantes de la comuna diez (La Candelaria), ubicada en el interior del municipio de Medellín y conformada por 19 barrios, donde se recogió información mediante una encuesta estratificada por barrio acerca de la percepción que tiene las personas sobre la presencia del ruido urbano en el lugar habitual de su permanencia. Se procesó la información en el programa SPSS 11.0 y se obtuvo información sobre grado de molestia que causa el ruido, fuentes emisoras de ruido y días y horarios de mayor presencia del ruido; también se logró información sobre el tipo de zona de acuerdo con el uso predominante del suelo. De acuerdo con los resultados obtenidos en esta encuesta, se eligieron como segunda población las vías públicas del barrio Prado Centro, ubicado en el interior de la comuna La Candelaria, y allí se midieron los niveles de presión sonora y se compararon con los límites permisibles establecidos en la Resolución 8321 de 1983.

Para la selección de los puntos de medición se utilizó una malla reticular de 200 metros por 200 metros, sobrepuesta en el plano del barrio Prado, y se determinó como punto de medición el centro de cada cuadrícula; en cada punto se realizaron mediciones los días miércoles, viernes y domingo durante 12 horas continuas, de 7 a. m. a 7 p. m. Estos puntos se ubicaron cerca de las fachadas de las casas, a no menos de de un metro de cualquier superficie reflectante, con el micrófono en dirección a las vías públicas y entre 3 y 4 metros de altura sobre el nivel del piso; además, se tuvieron en cuenta las condiciones meteorológicas y demás normas al respecto contempladas en la normatividad colombiana y en la Organización Internacional de Normas (ISO) 1996.<sup>4</sup> Las mediciones se hicieron con un dosímetro Quest Q-100, cuyas características, además de cumplir con las normas internacionales, proporciona agilidad, precisión y economía en el manejo de la información. Los datos obtenidos por los dosímetros se procesaron en Excel, donde se hizo parte del análisis de la información mediante la construcción de tablas y gráficos; posteriormente esta información se llevó a un sistema de información geográfica para obtener los mapas de ruido del barrio Prado.

## Resultados

Las encuestas aplicadas brindaron información subjetiva acerca del comportamiento del ruido ambiental en un sector de la ciudad, información que sentó las bases para definir el procedimiento a seguir y obtener información objetiva de la realidad del fenómeno.

### Resultados de la encuesta

La elección aleatoria de las encuestas arrojó como resultado que 65% de ellas se hicieran en establecimientos y el 35%

restante en viviendas; el total de los establecimientos mostraron la siguiente participación: comerciales 61%, industriales 14%, oficinas 15%, ocio y recreación 7%, centros educativos 2% y consultorios de salud 1%.

Las principales fuentes de ruido reportadas en la encuesta fueron, en primer lugar, el tráfico de vehículos y, como segunda fuente significativa, el pregoneo de ventas ambulantes.

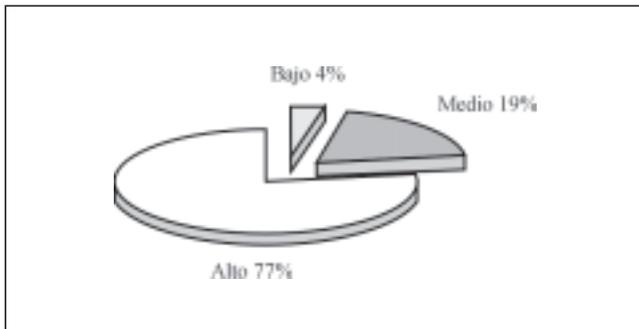


Figura 1. Ruido vehicular, comuna La Candelaria, Medellín 2004

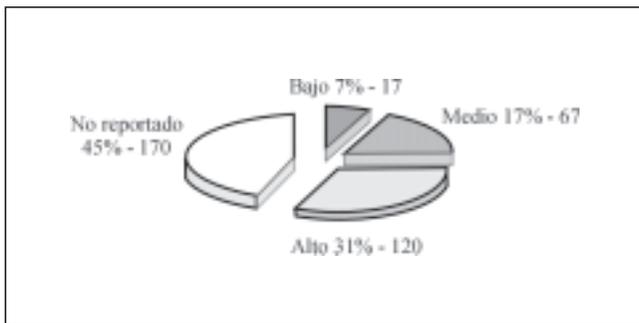


Figura 2. Ruido por pregoneo, comuna La Candelaria, Medellín 2004

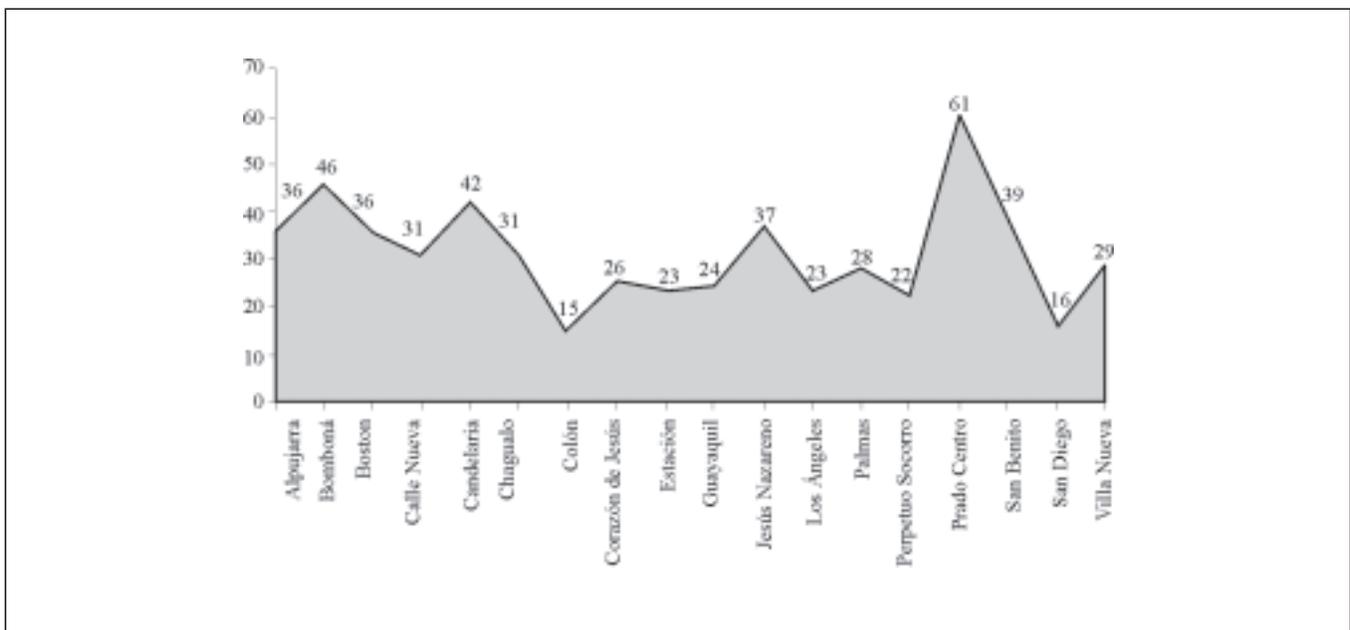


Figura 3. Porcentaje de grado muy molesto por barrio, comuna La Candelaria, Medellín, 2004

Para evaluar las fuentes de ruido en la comuna, se les pidió a las personas que calificaran en escala de uno a diez cada fuente escuchada, considerando diez como el valor más alto. Para efectos de análisis se agruparon las calificaciones de la siguiente manera: 1, 2 y 3: bajo; 4, 5, 6: medio; y 7, 8, 9 y 10: alto. Los resultados obtenidos se pueden observar en las figuras 1 y 2.

El 67% de las personas encuestadas reportaron sentir molestia por causa del ruido urbano escuchado. Para evaluar el grado de esta molestia, se asignó una calificación de 1 a 4, en la que 1 es *no molesto*, 2, *poco molesto*, 3, *molesto* y 4, *muy molesto*. Para obtener información más detallada se clasificó por barrio, como se muestra en las figuras 3 y 4.

La aproximación al tipo de zona de acuerdo al uso del suelo, obtenida en la encuesta, mostró que solamente los barrios de Boston, Los Ángeles, Palmas, Prado Centro y San Diego se pueden clasificar como zonas residenciales dentro de esta comuna. Barrios como Jesús Nazareno, Colón y Bomboná aparecen todavía con un porcentaje más o menos representativo de zona mixta. De igual manera, los siguientes barrios presentan altos porcentajes de clasificación como zonas comerciales: Alpujarra, Estación Villa, Corazón de Jesús, Calle Nueva, La Candelaria, Guayaquil y Villanueva. El barrio Perpetuo Socorro muestra una tendencia más hacia industrial pero con porcentaje significativo de comercial. Es importante destacar los resultados de opinión de los ciudadanos acerca de la existencia de zonas de tranquilidad en la comuna (solo tres respuestas afirmativas sobre 348 encuestados); la conclusión es que los habitantes de la comuna La Candelaria consideran que dentro de ella no existen zonas de tranquilidad.

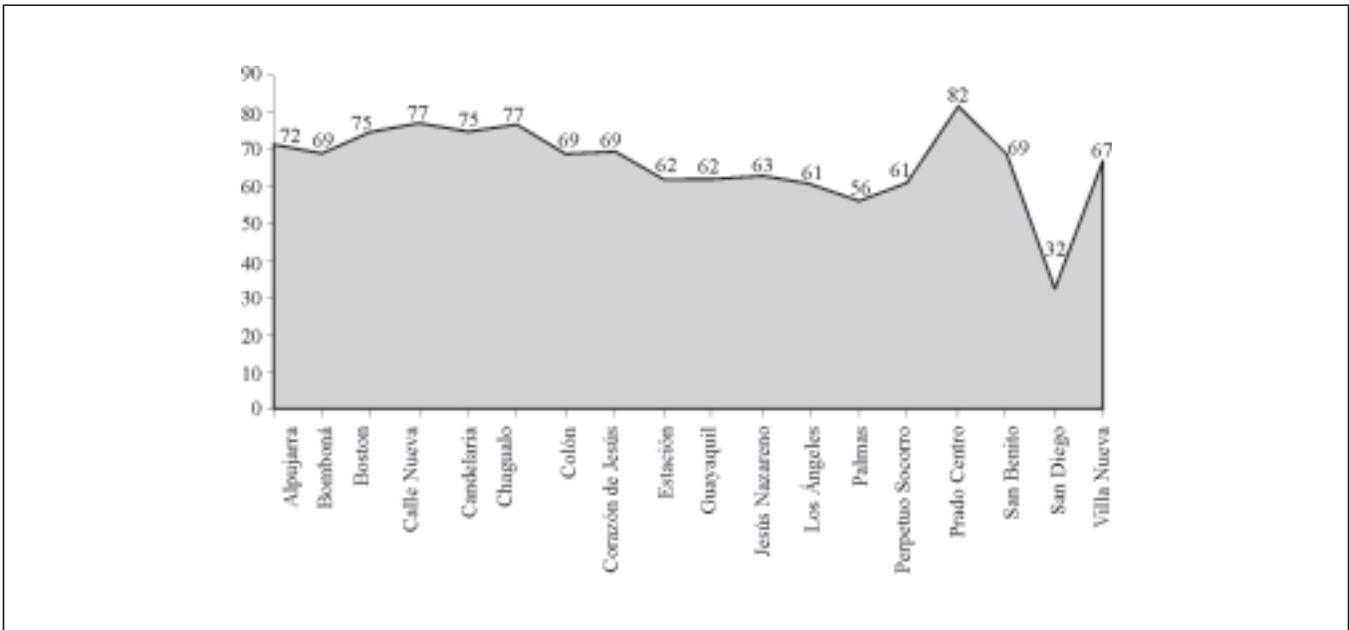


Figura 4. Porcentaje de grados molesto y muy molesto por barrio, comuna La Candelaria, Medellín, 2004

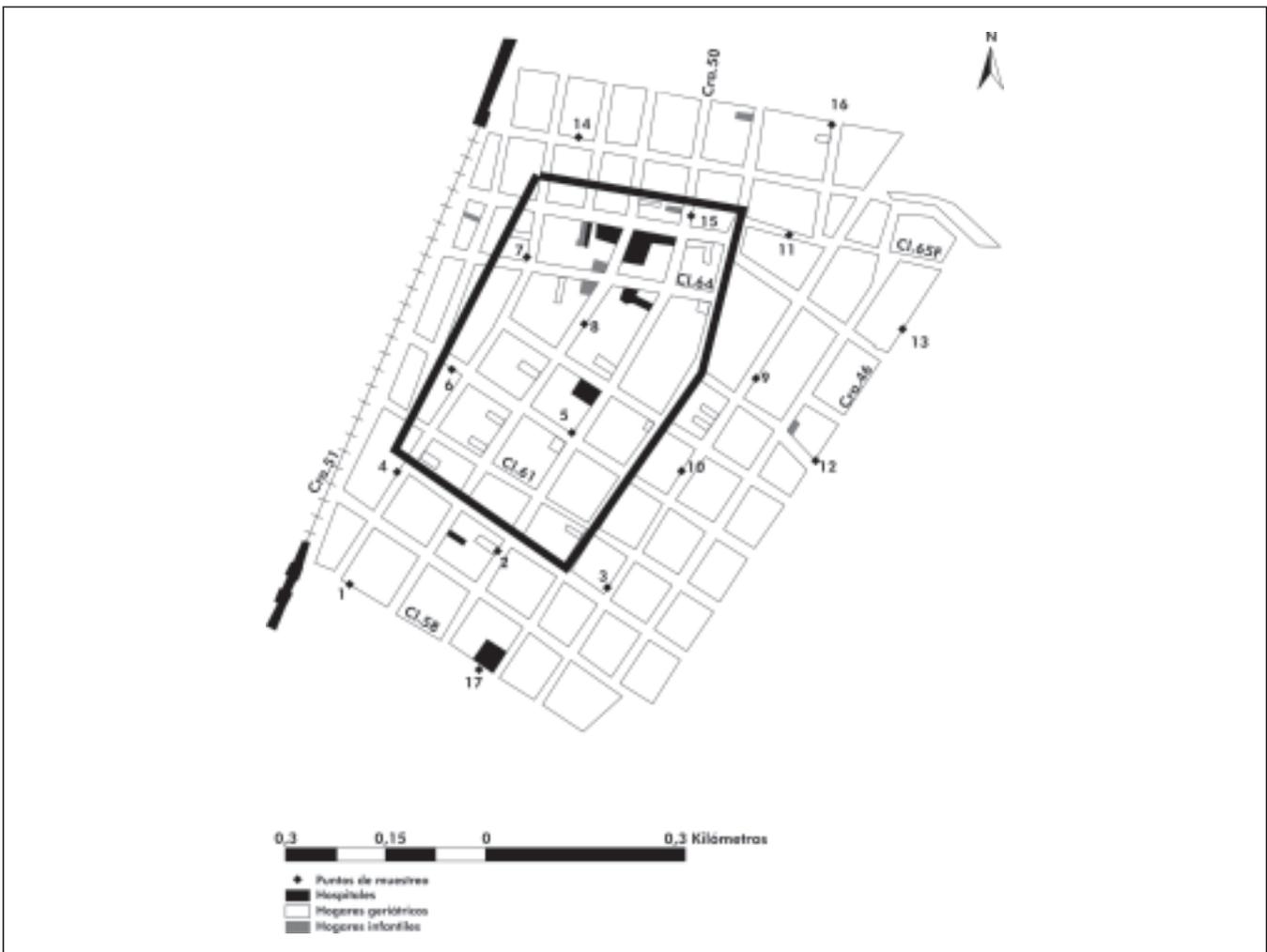


Figura 5. Establecimientos con restricción en los niveles de ruido, barrio Prado Centro, Medellín, 2004

El 81% de las personas encuestadas reportó que la molestia ocasionada por el ruido se presenta básicamente en horario diurno. Con relación a si los días en que se escucha el ruido es “de lunes a viernes” o “de lunes a sábado”, existen para ambos casos cifras significativas en las respuestas, y la división de opinión radica en el hecho de que en el sector existen oficinas y otro tipo de actividades que se realizan solamente hasta el día viernes, mientras que otras de tipo comercial y/o industrial se llevan a cabo hasta el día sábado; las respuestas a “todos los días” están relacionadas básicamente con las encuestas hechas en viviendas.

En el barrio Prado Centro, seleccionado para hacer las mediciones de ruido por tratarse del barrio con mayor reporte de molestia, se encontró que al igual que en la comuna, las principales fuentes escuchadas son los vehículos, considerada como alta en un 87%, y el pregoneo de ventas ambulantes, en un 37%. Con respecto a días y horario, los habitantes del barrio Prado escuchan el ruido durante horario diurno en un 76% y el 50% manifiesta escucharlo todos los días, inclusive domingos y festivos.

### Resultados de mediciones y validaciones

La clasificación, según la opinión de los habitantes del barrio Prado, de 89% como zona residencial, se validó posteriormente mediante la observación y recopilación de información en un formato para tal fin, y se obtuvieron los siguientes resultados: se observó que en este barrio el uso predominante del suelo son viviendas, pero, además, se encontró que como mínimo existen 7 clínicas, 16 hogares geriátricos y 7 guarderías, cuya ubicación se presenta en la figura 5. Según el Decreto 948 de 1995, las áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos se clasifican como zona de tranquilidad.<sup>4</sup> En la figura 5 se puede apreciar que el área en el recuadro, dada la concentración de clínicas y hogares geriátricos, corresponde a una zona de tranquilidad de acuerdo a la legislación colombiana.

Los resultados de las mediciones mostraron los promedios de presión sonora por cada minuto de las 12 horas evaluadas en cada punto, lo cual permitió, mediante el manejo de tablas en Excel, agrupar la información para diferentes horarios y constatar que realmente el comportamiento del ruido no obedece a horas pico ni a horarios específicos, sino que los promedios se conservan durante todo el día. Respecto de las fuentes emisoras, también se pudo apreciar que realmente es el tráfico vehicular la principal y casi única fuente emisora. Los niveles de presión sonora encontrados en los puntos evaluados y su comparación con los límites permisibles —tanto para zona residencial como zona de tranquilidad— se aprecia en la figura 6, donde se concluye que, en días ordinarios, 15 puntos de los 16 evaluados (94%) superan los 65 dB (A), límite máximo permisible para zona residencial.<sup>7</sup> Mucho más preocupante es la situación en los puntos 5, 6, 7, 8 y 15,

que se encuentran dentro del sector con connotación de zona de tranquilidad, para los cuales los límites máximos permisibles son 45 dB (A).<sup>5</sup> En días festivos, los resultados mostraron que en 10 de 16 puntos (60%) se superan los 65 dB (A).

Al llevar la información de las mediciones en los 16 puntos evaluados a un sistema de información geográfica y mediante la interpolación de tres puntos, se puede apreciar gráficamente el comportamiento del ruido a los largo de las vías públicas del barrio, tanto para días ordinarios como festivos, tal como se ilustra en las figuras 7 y 8.

## Discusión

La experiencia de países que han trabajado el problema del ruido ambiental urbano ha sido de carácter propio, debido a que todos los países se urbanizan de manera diferente y la legislación que regula la exposición y producción de ruido ambiental es también diferente.<sup>5</sup> En Colombia, la legislación vigente al respecto, Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983, estableció niveles sonoros máximos permisibles por zonas urbanas con el objetivo de proteger y conservar la audición, la salud y el bienestar de las personas,<sup>6</sup> pero esta norma se limita solamente a definir técnicas de medición del ruido ambiental para interior de habitaciones y no las establece para la evaluación del ruido ambiental externo, por lo cual será necesario ceñirse en este tipo de estudios a las regulaciones internacionales, como las de la Organización Internacional de Normas (ISO) o la Organización Francesa de Normalización AFNOR, entre otras.

El Decreto 948 de 1995 establece las normas o estándares de ruido para evitar efectos nocivos contra la salud de la población o que perturben la paz pública o lesionen el derecho de las personas a disfrutar tranquilamente de los bienes de uso público y del medio ambiente;<sup>7</sup> es en esta norma donde se hace la caracterización de las zonas urbanas de que trata la Resolución 8321 de 1983. Estas dos legislaciones contemplan varias prohibiciones, como circulación de automotores antiguos u obsoletos, el uso de altoparlantes y amplificadores en zonas de uso público, la construcción o funcionamiento de establecimientos comerciales e industriales que generen ruido en sectores clasificados como residenciales y de tranquilidad, la instalación y uso, en cualquier vehículo destinado a la circulación en vías públicas, de toda clase de dispositivos o accesorios diseñados para producir ruido, tales como válvulas, resonadores u otros y la circulación de vehículos que no cuenten con sistema de silenciador en correcto estado de funcionamiento.<sup>6, 7</sup>

Es claro que el propósito de la legislación colombiana ha sido el de proteger la salud de las personas y garantizarles el disfrute del medio ambiente —por lo menos así está escrito—, pero la realidad es que en nuestro país muchas normas se limitan al papel y es poco lo que hace para garantizar su aplicación. Basta con detenernos a observar cuál de las prohibiciones citadas anteriormente se cumplen hoy en la ciu-

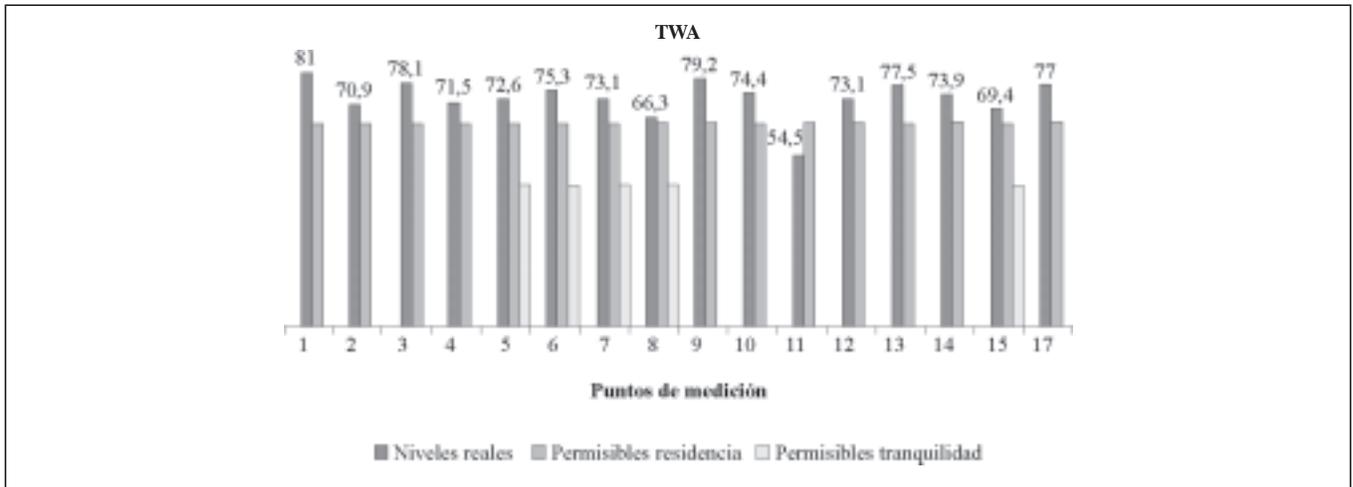


Figura 6. Comparativos de los niveles de presión sonora con los límites permisibles para zona residencial y de tranquilidad, barrio Prado Centro, Medellín, 2004

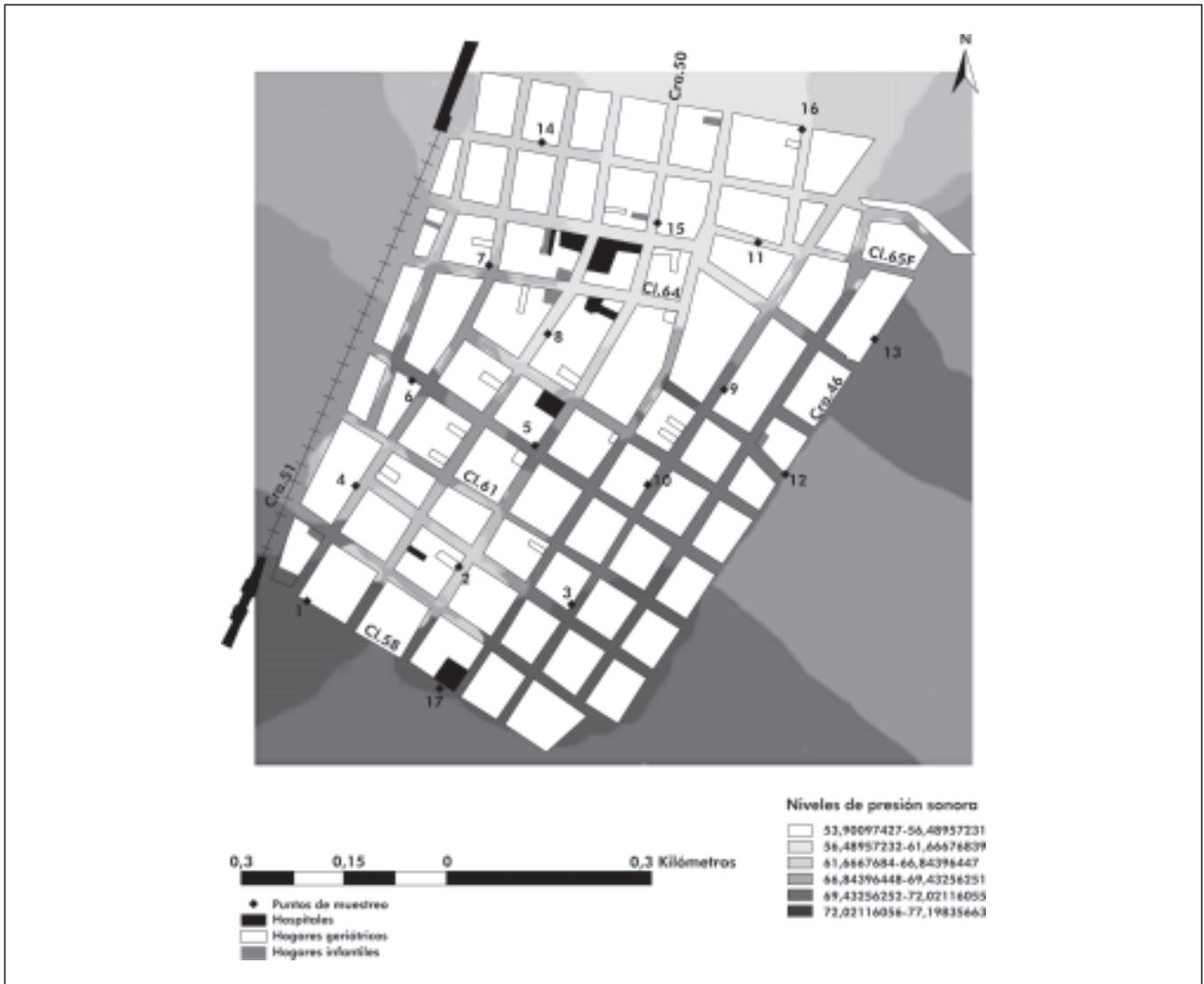


Figura 7. Niveles de presión sonora equivalentes para día ordinario, barrio Prado Centro, Medellín, 2004

dad de Medellín, prohibiciones que si se cumplieran se estarían bajando los niveles de ruido en unos cuantos decibeles. También es claro que no existe una cultura ciudadana frente al ruido y que ha hecho falta realizar campañas de educación al respecto.

Ahora que las autoridades municipales tienen la tarea de llevar a cabo los planes y programas para el ordenamiento de la ciudad, es el momento de tener en cuenta la legislación ambiental, para que el crecimiento y el desarrollo de la ciudad se haga bajo criterios de sustentabilidad y sostenibilidad ambiental, en los que se conjuguen un manejo protector de las potencialidades y fragilidades de los recursos naturales y del ambiente, permitiendo el mejoramiento del entorno natural,<sup>1</sup> tal como quedó consagrado en las disposiciones preliminares de la primera parte del Acuerdo 62 de 1999.

### Conclusiones

La aplicación de la metodología diseñada a una población de estudio demostró que permite verificar los niveles de exposición al ruido y compararlos con la legislación colombiana, identificar tipos de usos de suelo para clasificación de zonas urbanas, identificar las fuentes de ruido y obtener asociaciones entre el ruido con otras variables. También confirmó que el uso del dosímetro como instrumento de medida es de gran eficiencia en los registros y análisis de la información; además, se pudo concluir que una malla reticular de 200 m x 200 m proporciona una cantidad de puntos de medición muy representativa de una zona y que el hecho de llevar la información a un SIG permite interpolar los datos y mostrar de una manera muy aproximada el comportamiento del ruido en las zonas aledañas.



Figura 8. Niveles de presión sonora equivalentes para día festivo, barrio Prado Centro, Medellín 2004

## Agradecimientos

A los habitantes del barrio Prado Centro por su generosa e incondicional colaboración; de manera muy especial, al presidente de la Acción Comunal, el señor Álvaro Carmona, quien nos acompañó durante el desarrollo de la prueba, nos aportó valiosa información para el logro de nuestros objetivos y nos sirvió de canal de comunicación con los residentes del barrio; a la Facultad Nacional de Salud Pública y, muy especialmente, a los profesores Rigoberto Quinchía, Carlos Alberto Tangarife y León Darío Bello por su valioso aporte en el desarrollo de este trabajo.

## Referencias

1. Medellín. Alcaldía. Acuerdo 62 de 1999. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://alcaldia.medellin.gov.co/mdm/NewPage.jsp?Page=/POT/pot/acuerdo62/indiceacuerdo62.htm>. Consultado: 20 de abril de 2004.
2. Medellín. Alcaldía. Datos estadísticos. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.medellin.gov.co/mdm/Datosestadísticos/anuario2002/transito>. Consultado: 5 de abril de 2004.
3. Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. (eds). Guías para el ruido urbano. Ginebra: OMS;1999. [Sitio en internet] <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/E/fulltext/ruido/ruido2.pdf> Consultado: 10 de mayo de 2004.
4. American National Standard Measurement of Occupational Noise Exposure. ANSI S12.19-1996. New York: American National Standards Institute; 1996.
5. Harris CM. Manual de medidas acústicas y control de ruido. 3.ª ed. Madrid: McGraw-Hill; 1995.
6. Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8321 de 1983, 4 de agosto, por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas por causa de la producción y emisión de ruidos. Bogotá: El Ministerio; 1983.
7. Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Decreto 948 de 1995, por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 23 de 1973, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Bogotá: El Ministerio; 1995.

### Otra bibliografía consultada

- Comisión Europea. Política futura de lucha contra el ruido: libro verde de la Comisión Europea. Bruselas, 1996. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.ruidos.org/Documentos/ruidolibroverde.html> Consultado: 20 de abril 2004.
- Canarias. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Mapa de ruido de Las Palmas de Gran Canaria. [Sitio en internet] Disponible en: <http://www.gobcan.es/medioambiente/revista> Consultado: 10 de mayo de 2004.
- Universidad Nacional de Rosario. Escuela de Ingeniería Electrónica. Protocolo de mediciones para el trazado de

mapas de ruido normalizados. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/protoc-fiuba> Consultado: 18 de mayo de 2004.

- Universidad de la República de Uruguay. Facultad de Ingeniería. Técnicas de muestreo para la estimación del nivel equivalente anual en condiciones de tráfico urbano. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/imfia/ambiental/pdfs/UPVlia.pdf> Consultado: 22 de mayo de 2004.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Biblioteca. Resumen: documento resultados del inventario de emisiones de la contaminación por ruido en la localidad de Puente Aranda en Bogotá [Sitio en internet]. Disponible en: [www.ideam.gov.co/biblio/bole27](http://www.ideam.gov.co/biblio/bole27) Consultado: 25 de mayo de 2004.
- Talty JT. Industrial hygiene engineering: recognition, measurement, evaluation and control. Park Ridge, N.J: Noyes Data; 1988.
- Puerta J, Quinchía R. Evaluación y control de ruido industrial. Medellín; 1991.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists Committee. Air sampling instruments for evaluation of atmospheric contaminants. 8<sup>th</sup> ed. Cincinnati, OH: ACGIH; 1995.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists Committee. Threshold limit values for chemical substances and physical agents. Cincinnati, OH: ACGIH; 2001.
- Broch JT. Acoustic noise measurements. 2<sup>nd</sup> ed. Denmark: Brüel & Kjær Instruments; 1973.
- National Institute for Occupational Safety and Health. Manual of analytical methods. Sampling strategy. Cincinnati, OH: NIOSH; 1994.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma técnica colombiana NTC 3992. Medición acústica de ruido emitido por motores al acelerar. Método de ingeniería. Bogotá: ICONTEC; 1996.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma técnica colombiana NTC 3520. Acústica. Descripción y medición del ruido ambiental. Obtención de datos relativos al uso en campo. Bogotá: ICONTEC; 1993.
- Berger EH, Royster LH, Royster JD, Driscoll DP, Layne M. (eds). The noise manual. 5<sup>th</sup> ed. Fairfax, VA: American Industrial Hygiene Association (AIHA); 2000.
- González AE, Jorysz BA. Herramientas para potenciar un mapa acústico (resumen). Montevideo: Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería 2002. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/imfia/ambiental/pdfs/IMFIADia.pdf>. Consultado: 22 de mayo de 2004.
- Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Medición de índices de contaminación acústica en tres zonas urbanas del país. Santiago: CONAMA; 2000.