



Evaluación de la contaminación acústica en zonas aledañas a entornos sensibles en la ciudad de Bogotá y su relación con el uso del suelo

Assessment of noise pollution in areas surrounding sensitive environments in the city of Bogotá and its relationship with land use

Juan David Ceballos-Cogollo^{1*}, Baudilio Acevedo-Buitrago²

¹Estudiante de Ingeniería ambiental, juand-ceballos@unilibre.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-5500-7686>, Universidad Libre (Bogotá-Distrito Capital, Colombia), Bogotá-Colombia.

²Maestría en ciencias Química, baudilioacevedo@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0001-6442-5532>, Bogotá-Colombia.

Cómo citar: : J.D. Ceballos-Cogollo, B. Acevedo-Buitrago, "Evaluación de la contaminación acústica en zonas aledañas a entornos sensibles en la ciudad de Bogotá y su relación con el uso del suelo", *Respuestas*, vol. 26, no. 1, pp. 181-191, 2021.

Received on August 07, 2020 - Approved on December 10, 2020.

RESUMEN

Palabras clave:

Ruido, acústica, medio ambiente, contaminación del aire, uso del suelo, modelación de ruido, salud pública, isófona.

En este artículo se presentan los resultados de evaluación de ruido ambiental alrededor de centros médicos ubicados en las localidades de Ciudad Bolívar y Tunjuelito – Bogotá. El proceso de medición se efectuó guiado bajo parámetros dados en la norma ISO 1996:1 y en la Res. 627/2006 del Ministerio de Ambiente de Colombia. Se realizó georreferenciación y caracterización del terreno, identificación principales fuentes de ruido, áreas de atenuación, se midieron condiciones meteorológicas, y se determinó el flujo vehicular, para finalmente establecer las zonas de mayor impacto mediante mapas de ruido diseñados con el software SoundPlan. Las actividades realizadas permitieron establecer que los niveles de ruido ambiental en los alrededores de los dos hospitales, en los diferentes días y horas de medición, exceden los límites máximos permisibles para zonas de tranquilidad y silencio (55 dB(A)). Las principales fuentes de ruido encontradas fueron el alto flujo vehicular, y actividades comerciales formales e informales que se desarrollan en zonas cercanas y que de acuerdo con la modelación mediante SoundPlan, impactan toda la zona alrededor de los centros médicos hasta una distancia de 300 metros a la redonda. Se identificaron problemas acústicos dados fundamentalmente por el desarrollo y crecimiento inapropiados en las unidades de planeación zonal de las localidades en las que se encuentran ubicados los hospitales, por lo que se proponen acciones de mitigación focalizadas a la correcta gestión del uso del suelo, y planificación urbana.

ABSTRACT

Keywords:

Noise, acoustics, environment, air pollution, land use, noise modeling, public health, isophone.

This research presents the results of environmental noise assessment around medical centers located in the towns of Ciudad Bolívar and Tunjuelito - Bogotá. The measurement process was carried out guided by the parameters given in the ISO 1996:1 standard and the Res. 627/2006 of the Colombian Ministry of the Environment. Georeferencing and characterization of the terrain was carried out, identification of main sources of noise, attenuation areas, meteorological conditions were measured, and traffic flow was determined, to finally establish the areas of greatest impact using noise maps designed with SoundPlan software. The activities carried out made it possible to establish that the environmental noise levels in the surroundings of the two hospitals, on the different days and hours of measurement, exceed the maximum permissible limits for quiet and quiet areas (55 dB(A)). The main sources of noise found were high traffic flow, and formal and informal commercial activities that take place in nearby areas and that, according to SoundPlan modeling, impact the entire area around medical centers up to a distance of 300 meters away round. Acoustic problems were identified and principally are due to inappropriate development and growth in the zonal planning units of the localities where the hospitals are located, for which mitigation actions are proposed focused on the correct management of land use, and urban planification.

*Corresponding author.

E-mail Address: juand-ceballos@unilibre.edu.co (Juan David Ceballos-Cogollo)



Peer review is the responsibility of the Universidad Francisco de Paula Santander.
This is an article under the license CC BY-NC 4.0

Introducción

El ruido es reconocido como contaminante atmosférico por la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde la década de 1970. Este fenómeno se caracteriza por ser generado en su mayoría por actividades antrópicas. El crecimiento poblacional ha hecho que las actividades como la construcción, industria y el transporte motorizado se incrementen, trayendo como consecuencia aumento de la contaminación auditiva en las Ciudades, convirtiéndose de esta manera en un tipo de contaminación común que puede traer complicaciones en el ambiente y salud de las personas, lo que lo hace un problema de alta importancia que debe ser atendido [1-3]. Los principales efectos del ruido en la salud están asociados a: problemas cardiovasculares, afectación en el sistema nervioso y sistema inmune, junto con efectos secundarios que varían en cada persona de acuerdo a factores como la edad, el género, y la formación del oído, que pueden llegar a presentarse como: fatiga, estado de ánimo depresivo, disminución del estado de alerta, somnolencia asociada con el incremento del nivel de actividad, agresividad, impulsividad, así como poca concentración, irritabilidad y mal humor. En los fetos y recién nacidos, según el tiempo y nivel de exposición, se ha evidenciado pérdida auditiva, daño coclear, retardo en el crecimiento intrauterino y prematuridad. Es así como los pacientes de los hospitales pueden sufrir de estrés por exposición al ruido, y padecer de posibles trastornos y alteraciones que pueden retrasar su etapa de recuperación [4, 5].

Recientes estudios de la Unión Europea demuestran que, en las principales Ciudades, aproximadamente 80 millones de personas se encuentran expuestas a diario a niveles de presión sonora superiores a 65 dB(A) y otros 170 millones lo están a niveles entre los 55 dB(A) y 65 dB(A) [6]. Este contaminante es considerado un importante factor de degradación del entorno urbano relacionado con la calidad de vida en las Ciudades [7-9].

En la ciudad de Bogotá, las localidades de Barrios Unidos, Fontibón, Engativá, Chapinero y Puente Aranda han sido catalogadas como zonas críticas por la alta contaminación sonora [10]. Las localidades de Ciudad Bolívar y Tunjuelito tienen microambientes de alto tráfico vehicular y comercio, los cuales no han tenido mayor atención con relación a las demás localidades en cuanto a la determinación de este tipo de contaminación y frente a las acciones que se deberían realizar para el control de ruido ambiental [11-12]. Este proyecto evaluó el ruido ambiental en sectores de tranquilidad y silencio, específicamente en zonas aledañas a los hospitales de Meissen y Tunal, para realizar un análisis y valoración de la situación actual y así establecer la afectación y posibles acciones de mitigación.

Metodología

Las actividades de medición siguieron los aspectos técnicos y metodológicos de la norma ISO 1996-1-2016 [13], y la Resolución No. 627/06 del Ministerio de Ambiente [14]. Las mediciones fueron realizadas con un sonómetro tipo 1, con precisión de ± 1 dB en el rango de frecuencia 20 Hz a 20 kHz, analizador en tiempo real de 1/3 de octava, bajo intervalo de ponderación A y operado en modo rápido (con activación sincrónica para medición también en impulsivo y lento). De manera simultánea a las mediciones de ruido se efectuó la medición de las condiciones meteorológicas (velocidad del viento, dirección del viento, precipitación, temperatura, y humedad relativa) y la identificación de eventos característicos generadores de ruido.

Mediciones preliminares y selección de puntos críticos

Se recopiló información en campo, y con el uso de herramientas aplicadas a la georreferenciación, como Google Earth y ArcGis (Licencia académica), se identificaron las fuentes y puntos receptores de ruido que inciden en las zonas de estudio, la cual está definida por una distancia de 300 metros a la redonda a partir de la ubicación de cada hospital. Se efectuó una medición preliminar, durante 15 minutos en cada uno de los puntos definidos como de mayor impacto, con el fin de identificar el punto más sensible a la contaminación acústica para la ubicación de cada hospital.

Mediciones definitivas de ruido ambiental

Las mediciones definitivas de ruido ambiental en cada hospital se realizaron durante 6 horas en horario diurno, dos días entre semana y un día fin de semana en los puntos críticos de afectación para cada zona de estudio de acuerdo con resultados de mediciones preliminares.

Mapas de ruido

En cada sitio de medición seleccionado se determinó la influencia del ruido ambiental. Se incorporó información cartográfica básica obtenida en campo e información pública de las instituciones de ordenamiento territorial relacionadas con los límites de zonas urbanas, topografía del terreno, localización de los hospitales y fuentes de ruido, información acerca del uso del suelo (residencial, comercial, zona verde, hospitales y parques), así como el material en el que están construidas las vías (asfalto), altura promedio y tipo de edificaciones (residencial: 3 pisos, comercial: de 2 a 3 pisos), número y tipo de vehículos que transitan, para lo cual se usó el formato Shapefile, además de los datos de medición de ruido y las condiciones meteorológicas. Se editaron las bases de datos generadas (.mdb), ediciones gráficas y salida del producto cartográfico para establecer la representación de distribución geoespacial de los niveles de presión sonora en formas de contorno respecto a la ubicación de los puntos de medición mediante el modelamiento con el software SoundPlan (Licencia académica), en el que se utilizó una malla de 30 metros para la interpolación y altura sobre el terreno de 4 metros.

Resultados y Análisis

En las zonas de estudio, los hospitales se encuentran cercanos a vías principales; como lo es la Avenida Boyacá y la Avenida Villavicencio, al igual que de vías secundarias con probabilidad de incidencia en la generación de ruido ambiental. El tráfico vehicular se describe como no fluido pues se presenta congestión y obstrucción, lo que aumenta los eventos por frenado, arranque de automotores y el sonido de bocinas. También se observan similitudes respecto a que en los alrededores de los hospitales se encuentran actividades comerciales de tipo formal e informal, con alto tránsito de personas hablando.

Hospital de Meissen

Las principales fuentes de ruido encontradas en el área de estudio del Hospital de Meissen son el comercio dado por la presencia de tiendas y restaurantes, talleres automotrices, por el tránsito de personas hablando y presencia de pregoneros.

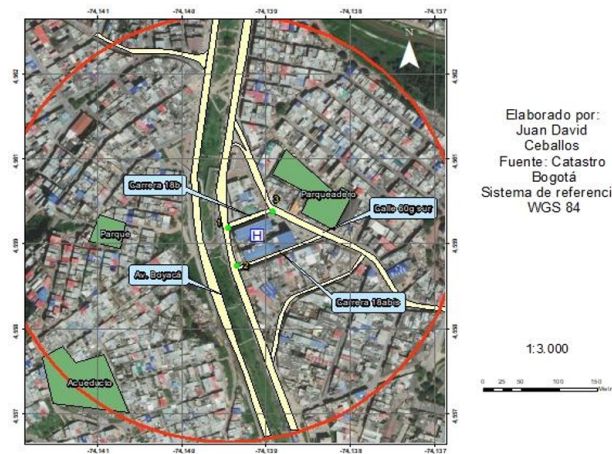


Figura 1. Georreferenciación y ubicación de puntos de medición preliminar Hospital Meissen

En la Figura 1 se observa que el hospital está ubicado en medio de dos vías en las que se moviliza tráfico pesado; volquetas tractocamiones, y buses alimentadores del servicio Transmilenio, buses de transporte público común, automóviles y motos. También se identificaron zonas como el acueducto, un parque y un parqueadero. De esta manera y teniendo en cuenta los resultados del sondeo, la relación con las fuentes de ruido ambiental identificadas, y los niveles de presión sonora corregidos, se seleccionaron 3 puntos como los más influenciados por la contaminación sonora (ver Tabla I).

Tabla I. Mediciones preliminares y registro de eventos Hospital Meissen

Punto	Distancia (Del punto de medición al hospital)	Fecha y hora	Eventos	L_{Aeq} dB
1	33,76	12/02/2019, 11:46 a.m. a 12:01 p.m.	Bocinas (12), sirenas (2), personas conversando (1)	81,1
2	43,07	12/02/2019, 12:09 p.m. a 12:24 p.m.	Bocinas (4), Personas conversando (1)	82,6
3	35,07	12/02/2019, 12:38 p.m. a 12:53 p.m.	Bocinas (8), Personas conversando (3), sirena (1)	77,9

Los resultados preliminares de la medición de ruido ambiental en los tres puntos muestran que se obtienen valores por encima de 77 dB(A). De esta manera ninguno de ellos cumple con los límites máximos permisibles para este tipo de sector de tranquilidad y silencio el cual es de 55 dB(A) promedio en horario diurno. Dado a que el punto número 2 es el que presenta el mayor nivel de presión sonora y los eventos ocurridos son de alta influencia por la Av. Boyacá, fue el punto seleccionado para la realización de las mediciones definitivas.

Hospital Tunal

Los principales emisores de ruido en esta zona se deben a la actividad comercial, en la cual predomina el comercio de tipo tienda, restaurante y puesto informal, y que debido al flujo de personas hablando y la publicidad, presenta una situación similar que en el Hospital Meissen. También hay presencia de colegios y bibliotecas considerados espacios de tranquilidad y ruido moderado susceptibles a la contaminación por ruido (Figura 2).

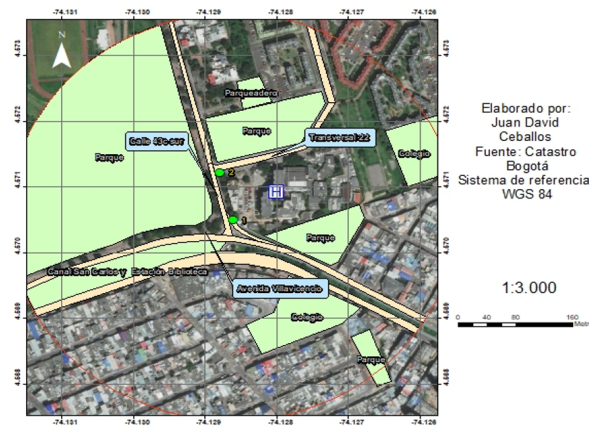


Figura 2. Georreferenciación y ubicación de puntos de medición preliminares Hospital Tunal

En el Hospital Tunal, en el sondeo fueron dos áreas seleccionadas para realizar las mediciones preliminares, y a partir de los datos obtenidos (Tabla II), se seleccionó el punto 1, ya que presenta el nivel de presión sonora más alto y es el más sensible a los eventos encontrados que contribuyen a la generación de ruido.

Tabla II. Mediciones preliminares y registro de eventos Hospital Meissen

Punto	Distancia (m)	Fecha y hora	Eventos	L _{Aeq} dB
1	70,22	12/02/2019, 02:40 p.m. a 02:55 p.m.	Bocinas (20)	81,6
2	78,61	12/02/2019, 03:03 p.m. a 03:18 p.m.	Bocinas (9), sirenas (4), personas conversando (3), vendedor ambulante (1)	80,2

Medidas definitivas de ruido ambiental

Al igual que en las mediciones preliminares; ninguno de los dos hospitales cumple con los límites máximos permisibles. En la Tabla III se observa que para el Hospital Meissen en los tres días de medición se obtuvieron valores promedio de NPS (Nivel de Presión Sonora) superiores a los 80 dB(A). El valor medido de ruido para el jueves es el más alto, dada la influencia presentada entre las 09:55 a.m. y las 11:25 a.m., horario en el cual no hay restricción de tráfico vehicular por la medida de pico y placa, adicionalmente de los eventos como ruido por carros reproduciendo música, bocinas y personas conversando situación similar que se presenta en el día 2 entre las 10:07 a.m. y las 12:19 p.m.

Tabla III. Resultados mediciones definitivas

Lugar de medición	Hospital Meissen			Hospital Tunal		
	Jueves, 14/02/2019	Viernes, 15/02/2019	Sábado, 16/02/2019	Domingo, 17/02/2019	Lunes, 18/02/2019	Martes, 19/02/2019
Fecha de medición	Jueves, 14/02/2019	Viernes, 15/02/2019	Sábado, 16/02/2019	Domingo, 17/02/2019	Lunes, 18/02/2019	Martes, 19/02/2019
Hora inicio	07:55 a.m.	08:07 a.m.	08:55 a.m.	08:12 a.m.	07:29 a.m.	07:18 a.m.
Hora final	11:25 a.m.	02:19 p.m.	03:16 p.m.	02:17 p.m.	01:32 p.m.	01:21 p.m.
Calibración inicial (dB)	114,73	114,76	114,69	114,70	114,73	114,82
Calibración final (dB)	114,58	114,56	114,62	114,59	114,56	114,53
L _A eq (dB)	86,10	82,15	80,19	75,85	80,32	89,24
L ₁₀ (dB _(A))	78,90	79,00	77,70	71,85	74,00	73,90
L ₉₀ (dB _(A))	69,00	68,95	67,5	60,95	63,00	63,45
TNI	78,60	79,15	78,30	74,17	77,04	75,01

En el hospital Tunal los NPS para los días entre semana estuvieron por encima de 80 dB(A), a diferencia del día de fin de semana. Una de las principales razones para esta diferencia es el alto flujo de vehículos en los días entre semana por el aumento de la demanda de transporte público y se evidencia que los valores más altos presentados en el hospital Tunal son alrededor de 7:00 a.m. y las 12:00 m., y en donde uno de los valores más altos se presentó el tercer día de medición en el periodo de 11:21 a.m. a 12:21 p.m., debido a embotellamientos en las vías. De manera similar que con el hospital Meissen, uno de los eventos con recurrencia fue el accionar de las bocinas de los automotores. Adicionalmente, los establecimientos informales y las vías presentan una mayor actividad los días entre semana, lo que, en consecuencia, es un factor que influyó en la medición de ruido más alto respecto al valor medido el fin de semana.

Mapa de distribución de ruido ambiental

La salida gráfica de la distribución del ruido ambiental mediante una escala diferenciada por colores que representa los niveles de presión sonora en intervalos cada 5 dB (Figura 3), muestra que las áreas críticas representadas por colores de tono azul están alineadas a la influencia del tráfico de la Av. Boyacá, la calle 60 g sur, y a las principales actividades comerciales cercanas a estas avenidas.

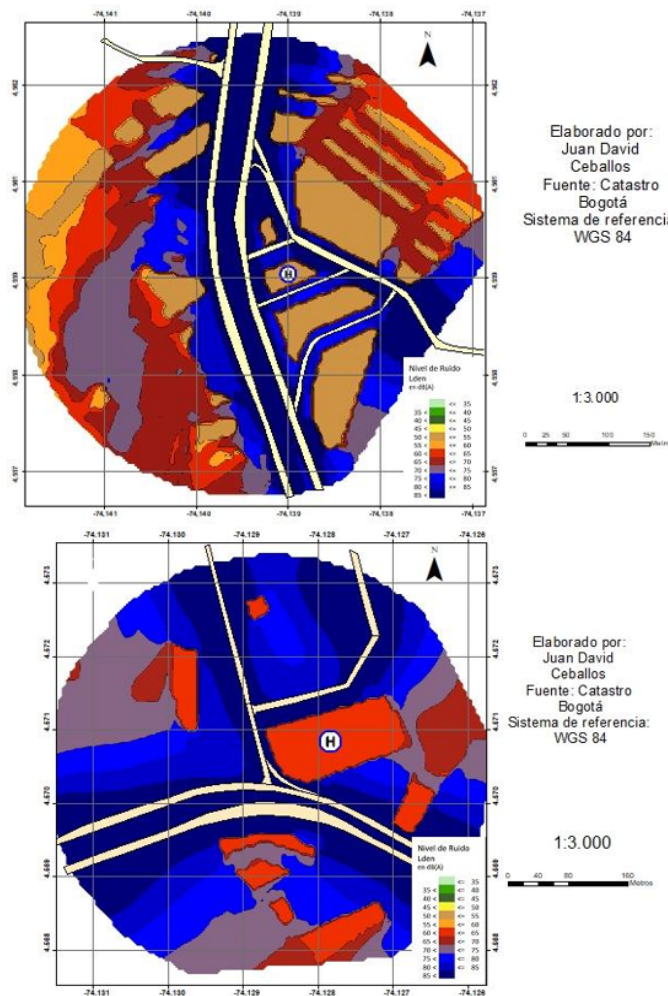


Figura 3. Mapa de ruido ambiental Hospital Meissen y Hospital Tunal.

La información brindada por los mapas de ruido confirma que en las zonas aledañas a los hospitales se presenta incumplimiento de los estándares permisibles de ruido ambiental, ya que se presenta un NPS superior a los 80 dB(A). Las áreas de atenuación como el acueducto y el parque se encuentran en niveles entre los 65 dB(A) y 75 dB(A). Dada la ubicación de las de las edificaciones tipo residencial funcionan como barreras acústicas frente a las fuentes de ruido.

A partir del modelamiento para la zona del Hospital Tunal se observó la incidencia del flujo vehicular y puestos de comercio informales cercanos a la ubicación de las avenidas principales y secundarias, donde los NPS superan los 75 dB(A). Los NPS más bajos se encontraron en áreas que están en la parte posterior de las edificaciones, donde también se encuentran zonas de atenuación como los parques y los colegios pero que se encuentran con niveles superiores a los 65 dB(A).

Uso del suelo y correlación con la contaminación sonora

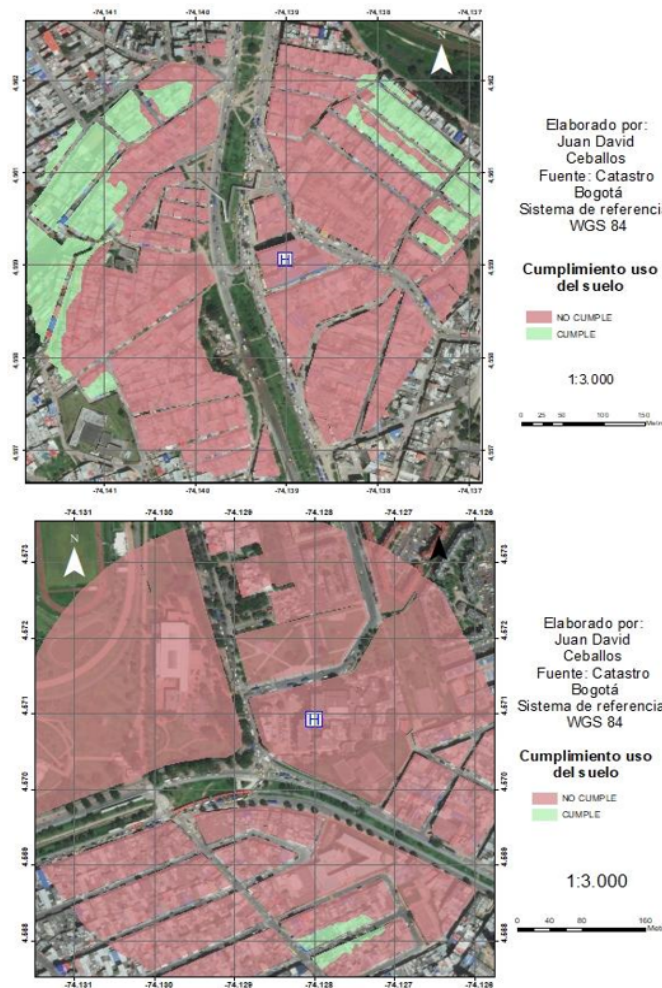


Figura 4. Cumplimiento uso del suelo Hospital Meissen y Hospital Tunal

De acuerdo con las mediciones realizadas, los resultados de los NPS muestran que la mayor parte del área de estudio en el hospital de Meissen y en el hospital Tunal se encuentra en conflicto con el uso del

suelo el cual está catalogado como residencial con zonas de parque [15-17], solo en las partes demarcadas en verde se cumple con dicha norma.

Para ambos casos de estudio, a partir de la comparación de los NPS presentados frente a los usos del suelo reglamentados se evidencia que debido al desarrollo y la dinámica urbana y social en donde se encuentran los hospitales, no ha permitido realizar correcta gestión del uso del suelo, se visualiza desorden urbano, y esto redundando en los precios de las edificaciones y su alquiler, bloqueando también las posibilidades de inversión y desarrollo en estas zonas y es un factor que influye en el incumplimiento de la normatividad vigente. Esta situación es común en el entorno urbano, en áreas donde el uso del suelo se cataloga como sensible al ruido, y ha sido observado también en estudios recientes y referenciados para áreas urbanas de diferentes países como por ejemplo India, Nigeria, Bélgica [18-20], en los que se concluye que en las distintas zonas, industrial y comercial los NPS se presentan por encima de 80 dB(A) pero que en estas zonas y otras residenciales en las que se compara la influencia del tráfico rodado y todas las actividades asociadas se visualiza un alto impacto de estos eventos con severo riesgo a la población.

En otros estudios realizados en la ciudad de Bogotá en zonas aledañas a hospitales se determinó que tampoco hay cumplimiento con los niveles máximos permisibles de exposición a ruido ambiental debido a eventos relacionados con el tráfico vehicular, el aumento de actividades comerciales formales e informales y el crecimiento urbano que no se ha gestionado de una manera correcta [21-23]. Las posibles afectaciones a la salud de los receptores, con respecto a los NPS medidos, están relacionadas con exacerbaciones de enfermedades en el sistema nervioso y el sistema respiratorio, estrés, molestia y además las problemáticas de salud por contaminación correlacionada con agentes químicos atmosféricos propios del tráfico rodado de automotores de combustión interna [24-28].

Los programas para la protección del ambiente relacionadas con la contaminación por ruido en zonas de tranquilidad y silencio tienen que ver de manera específica y relacionada con este estudio, con la construcción de vías alternas con distancia prudencial en los alrededores de los hospitales, ubicación adecuada de paraderos y estaciones, uso de vehículos de transporte alternativo, así como la plantación de árboles autóctonos que se constituyan como barreras vivas frente a la posible propagación del ruido, teniendo en cuenta que el efecto de esta depende de su espesor. También, la relocalización de vendedores ambulantes, y el ordenamiento y educación de los comerciantes frente al fenómeno contaminante del ruido, ligado a la proyección de un plan de gestión adecuado y al desarrollo de la ciudad en miras a mejorar la calidad de vida y los índices de salubridad mediante el control de la calidad ambiental [29, 30].

Conclusiones

La ubicación y fenómenos de tráfico vehicular, así como la actividad comercial hace que las zonas aledañas a los hospitales de Meissen y Tunal están altamente impactadas por el ruido. Los resultados de NPS en todas las horas del día están por encima del valor límite normativo para sectores de tranquilidad y silencio (55 dB(A)).

Los valores más altos en las mediciones se presentaron los días entre semana y es atribuible al flujo de tráfico vehicular, al igual que a un mayor número de establecimientos comerciales en actividad. Los días de fin de semana se presenta una mayor cantidad en eventos de personas conversando por un aumento en las visitas a los hospitales.

El uso del suelo que se ejecuta actualmente por el establecimiento de locales comerciales autorizados, comercio no formal, y la construcción de vías tanto principales como secundarias para el tráfico en los alrededores de los hospitales, no permite que haya una correlación con el ordenamiento territorial respecto a las zonas de estudio que corresponden a las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) 67 y 62, lo que evidencia la falta de herramientas para definir el cumplimiento del actual Plan de Ordenamiento Territorial (POT), así como la falta de prácticas de gestión del ruido en este tipo de zonas, que se correlacionan también de manera evidente con la calidad de vida.

La gestión territorial y la construcción de entornos urbanos sostenibles deben tener en cuenta los fenómenos de generación y de propagación de contaminación por ruido ambiental que al estar asociado a fuentes móviles principalmente involucra también la dispersión de contaminantes químicos producto de la combustión.

Agradecimientos

Al Ingeniero Miguel Ángel Mesa, por su asesoría acerca del software SoundPlan.

Referencias

- [1] E. Murphy, E. King, and H. Rice, “Estimating human exposure to transport noise in central Dublin Ireland”, *Environment International*, vol. 35, pp. 298-302, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.07.026>.
- [2] L. Quiroz, L. Hernández, J. Corredor, Rico. J, C. Rúgeles, and K. Medina, “Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá”, *Revista de Salud Pública*, vol. 15, pp. 116-128, 2010. <http://dx.doi.org/10.15446/rsap>.
- [3] M. Cohen, and O. Salinas, “Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable”, *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 32, pp. 65-96, 2017. <http://dx.doi.org/10.24201/edu.v32i1.1613>.
- [4] L. Berglund, T. Lindvall, and D. Schwela, “Guía para el ruido urbano”, *Organización Mundial de la Salud*, pp. 2-12, 1999. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Guias%2520para%2520el%2520ruido%2520urbano.pdf>
- [5] Observatorio de Salud y Medioambiente de Andalucía, “Ruido y salud”, *Diputación de Barcelona*, 2010. https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c40089f2-47b6-4b57-9c7f-9c7c5cdc63&groupId=7294824
- [6] I. Amable, J. Méndez, L. Delgado, F. Acebo, J. de Armas, and M. Rivero, “Contaminación ambiental por ruido”, *Revista Médica Electrónica*, Vol. 39 (3), 2017. <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2305/3446>.
- [7] A. Ramírez, E. Domínguez, and I. Borrero, “El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles”, *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Vol. 35 (135), 2011. <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/issue/view/185/262>.
- [8] C. Vîlcea, M. Licurici, and O. Ionuș, “Correlations between traffic noise and accommodation units

- location in Graiova (Romania)”, *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 32, pp. 394-403, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.045>.
- [9] F. Correa, J. Osorio and B. Patiño, “Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)”, *Semestre Económico*, Vol. 18, pp. 11-50, 2015. <https://doi.org/10.22395/seec.v18n37a2>
- [10] Secretaría de Ambiente de Bogotá, “Conozca los puntos críticos por causa del ruido en la capital”, *Alcaldía Mayor de Bogotá*, 2014. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/conozca-los-puntos-criticos-por-causa-del-ruido-en-la-capital>
- [11] Secretaría de Salud de Bogotá, “Habitantes con hipoacusia en Bogotá”, *Alcaldía Mayor de Bogotá*, 2016. <http://biblioteca.saludcapital.gov.co/ambiental/index.shtml?s=R&m=a&id=9301&nocache=1>
- [12] Secretaría de Salud de Bogotá, “Boletín epidemiológico mensual de la línea de aire, ruido y radiaciones electromagnéticas. Subred Integrada de Servicios de Salud Sur”, *Alcaldía Mayor de Bogotá*, 2017. <http://www.subredsur.gov.co/sites/default/files/asis/BOLETIN%20EPIDEMIOLOGICO%20JUNIO%202017%20USS%20VISTA%20HERMOSA.pdf>
- [13] International Standard Organization, ISO 1996-1: 2016. *Acoustics, description, measurement and assessment of environmental noise*, ISO, 2016.
- [14] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Resolución 627- Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*, Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2006.
- [15] V. Mavrin, I. Makarova and A. Prikhodko, “Assessment of the influence of the noise level of road transport on the state of the environment”, *Transportation Research Procedia*, Vol. 36, pp. 514-519, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.138>
- [16] Secretaría Distrital de Planeación, Documento de Diagnóstico POT 2020 – Localidad 19 Ciudad Bolívar, Bogotá, Colombia, 2020. http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/19_ciudad_bolivar_-_diagnostico_pot_2020.pdf
- [17] Secretaría Distrital de Planeación, *Documento de Diagnóstico POT 2020 – Localidad 06 Tunjuelito*, Bogotá, Colombia, 2020. http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/06_tunjuelito_-_diagnostico_pot_2020.pdf
- [18] K. Ravindra, T. Singh, J. Prasad, S. Mor, S. Munjal, et al, “Assessment of noise pollution in and around a sensitive zone in North India and its non-auditory impacts”, *Science of The Total Environment*, vol. 566-567, pp. 981-987, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.070>
- [19] A. Ojala, K. Korpela, L. Tyrväinen, P. Tiittanen, and T. Lanki, “Restorative effects of urban green environments and the role of urban-nature orientedness and noise sensitivity: A field experiment”, *Health*

& Place, vol. 55, pp. 59-70, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.11.004>

- [20] N. Kuehnel and R. Moeckel, “Impact of simulation-based traffic noise on rent prices”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 78, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.11.020>
- [21] T. García, “Evaluación de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en tres (3) hospitales de la localidad de Kennedy, ubicados en la UPZ 47 y en la UPZ 48 entre la calle 22 sur (Avenida Primera de mayo) y la carrera 80”, Trabajo de Grado, Universidad Libre, Bogotá, Colombia, 2018.
- [22] L. Chaux and B. Acevedo, “Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá”, *Revista Científica*, Vol. 2, pp. 234-246, 2018. <https://doi.org/10.14483/23448350.13983>
- [23] B. Acevedo, D. Ortíz and E. Ramírez, “Territory management based on the assessment of environmental noise in near areas to two medical centers of zone planning units 44 and 47 in Bogotá”, *Ingeniería Solidaria*, Vol. 16, no. 1, 2020. <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2020.01.08>.
- [24] J. Díaz, P. Martínez-Martín, C. Rodríguez-Blázquez, B. Vázquez, M. João, et al, “Short-term association between road traffic noise and healthcare demand generated by Parkinson's disease in Madrid, Spain”, *Gaceta Sanitaria*, vol. 32, pp. 553-558, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.01.005>
- [25] I. Eze, M. Foraster, E. Schaffner, D. Vienneau, H. Héritier, et al, “Transportation noise exposure, noise annoyance and respiratory health in adults: A repeated-measures study” *Environment International*, vol. 121, pp. 741-750, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.006>
- [26] E. Okokon, T. Yli-Tuomi, A. Turunen, P. Tiittanen, J. Juutilainen, and T. Lanki, “Traffic noise, noise annoyance and psychotropic medication use”, *Environment International*, vol. 119, pp. 287-294, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.06.034>
- [27] E. Andersson, M. Ögren, P. Molnár, D. Segersson, A. Rosengren, and L. Stockfelt, “Road traffic noise, air pollution and cardiovascular events in a Swedish cohort”, *Environmental Research*, vol. 185, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109446>
- [28] M. Foraster, I. Eze, D. Vienneau, E. Schaffner, A. Jeong, et al, “Long-term exposure to transportation noise and its association with adiposity markers and development of obesity” *Environment International*, vol. 121, pp. 879-889, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.057>
- [29] S. Chen, E. Cerin, R. Stimson, and P. Lai, “An objective measure to assessing urban quality of life based on land use characteristics”, *Procedia Environmental Sciences*, vol. 36, pp. 50-53, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.09.009>
- [30] J. Bohatkiewicz, “Noise control plans in cities – selected issues and necessary changes in approach to measures and methods of protection”, *Transportation Research Procedia*, vol. 14, pp. 2744-2753, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.458>