

EL RUIDO DEL TRÁFICO VEHICULAR Y SUS EFECTOS EN EL ENTORNO URBANO Y LA SALUD HUMANA

J. R. Quintero González¹, Ingeniero en Transporte y Vías, Esp., MSc., Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Recibido, Febrero 13 de 2012 - Aceptado, Marzo 22 de 2013

<http://dx.doi.org/10.18566/puente.v7n1.a10>

Resumen—Este artículo presenta parte de los resultados del trabajo de investigación titulado “Formulación plan estratégico para el control de la contaminación acústica vehicular – caso de estudio Tunja”, desarrollado por el autor en el marco del programa de Maestría en Ingeniería Ambiental, de la Escuela de Postgrados de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Se presenta una recopilación de las consideraciones hechas por la comunidad científica mundial en relación con el ruido del tráfico vehicular y sus impactos en el medio ambiente urbano y la salud pública, de la cual, se obtuvo como resultado una descripción detallada de los efectos del ruido en la salud humana, su sintomatología y los niveles de presión sonora característicos que los generan, concluyendo que el efecto del ruido es una condición inherente al crecimiento de las áreas urbanas y su efecto sobre la salud es una variable compleja que depende de las características de los individuos, que tienen contacto directo e indirecto con las áreas dispuestas para el desarrollo de los flujos vehiculares en el medio urbano.

Palabras clave— Efectos en la salud humana, Ruido del tráfico vehicular.

Abstract— This article presents part of the results of the investigation work titled "Formulation strategic plan for the control of the vehicular acoustic contamination – study case Tunja", developed by the author in the mark of the program of Master of Science in Environmental Engineering, of the School of Graduate degrees of Engineering, Engineering Faculty, of the Pedagogic and Technological University of Colombia. A summary of the considerations made by the world scientific community in connection with the noise of the vehicular traffic and its impacts in the urban environment and the public health is presented, of the one which, it was obtained as result a detailed description of the effects of the noise in the human health, their symptomatology and the characteristic levels of sound pressure that generate them, concluding that the effect of the noise is an inherent condition to the growth of the urban areas and its effect on the health it is a complex variable that depends on the characteristics of the

individuals that have direct and indirect contact with the willing areas for the development of the vehicular flows in the urban means.

Keywords— Effects in the urban environment, Effects in the human health, Noise of the vehicular traffic,

I. INTRODUCCIÓN

A lrededor de todo el mundo, el desarrollo de la actividad del transporte genera impactos negativos como el consumo de energía, la contaminación por emisiones, partículas en suspensión, ruido, contaminación visual, ocupación del espacio público y accidentes. Entre estos, el ruido es uno de los que más efectos negativos ocasiona en la salud de las personas trayendo consigo enfermedades de tipo fisiológico y mental, debido a la afectación del entorno ambiental de quienes tienen contacto directo o se encuentran en áreas cercanas a las zonas dispuestas para el desarrollo de los flujos vehiculares en las ciudades.

Conforme con lo expuesto por autores como Lebedowska [1], Kliučininkas y Šaliūnas [2], Rawat y Pratibha [3] y recientemente Ramírez González et al. [4], el ruido vehicular como uno de los impactos del transporte urbano representa uno de los que más efectos negativos tienen sobre la salud pública. Lebedowska manifiesta que el ruido ha acompañado a las personas a lo largo de las eras, sin embargo, esta percepción ha cambiado en los últimos años, dado que en las grandes aglomeraciones urbanas el ruido es visto como un factor que genera grandes daños a la calidad de vida de las personas, tanto como la contaminación del aire o el agua [1].

II. EL RUIDO VEHICULAR Y SU EFECTO EN MEDIO AMBIENTE URBANO

Kliučininkas y Šaliūnas [2], explican que el rápido crecimiento de los flujos vehiculares urbanos es identificado como uno de los aspectos que más contribuyen a la generación de ruido vehicular en las calles en ciudades grandes e intermedias, tal es el caso de las principales ciudades del centro de Europa del Este, pero también podría decirse en algunas ciudades de Asia y Norteamérica (Ver Fig.1), las cuales han enfrentado las consecuencias del incremento substancial del número de automóviles particulares y la crisis del transporte público a lo largo de esta última década.

¹ J. R. Quintero González Ingeniero en Transporte y Vías, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos, Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja (Colombia). Magíster en Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente área de Tránsito, Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Investigador Grupo de Investigación y Desarrollo en Planeación y Operación del Transporte GIDPOT, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. e-mail: jrquinterog.itv@gmail.com, julian.quintero@uptc.edu.co



Fig.1 Flujos vehiculares sobre avenida en Houston

A. Fuente: *La Voz de Houston, Congestión de tránsito: una constante para los houstonianos* [5]

Tanto De acuerdo con Rawat y Pratibha [3], el ruido representa la mayor preocupación de las comunidades que viven en las vecindades a las áreas urbanas, donde los vehículos pesados, las velocidades vehiculares y los flujos de tráfico son identificados como factores clave y con un papel importante en las emisiones de ruido vehicular y por lo tanto en impactos sobre la salud pública.

Lo anterior coincide con lo manifestado por Ramírez González et ál. [4], citando a la Administración Federal de Carreteras (Federal Highway Administration) [6] y la Administración Federal de Tránsito (Federal Transit Administration) [7], quienes explican que la contaminación acústica vehicular se ha constituido en una problemática creciente que se expresa mayormente en los sistemas urbanos y cuya causa principal recae en el transporte vehicular. El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía de España [8], explica que el transporte urbano produce impactos adversos que afectan el medio ambiente, la salud y la seguridad de los ciudadanos, a la economía, a la sociedad y en general, a la calidad de vida de la población que vive y desarrolla sus actividades laborales en las ciudades.

En contraste con lo anterior, entidades internacionales como la Organización Panamericana de la Salud [9], afirman que de acuerdo con estudios realizados en Suecia, aun a bajos niveles, el ruido provoca molestias y perturba el sueño, además de considerar el tráfico automotor (73%) como una de las

fuentes de ruido ambiental que resultan más molestas, tal como lo demostró una encuesta demográfica realizada en Curitiba, Brasil [10]. Sin embargo, la Organización Panamericana de la Salud además sugiere que los sistemas integrados de transporte masivo, dado que disminuyen la congestión urbana, también reducen el nivel de ruido, citando como ejemplo la ciudad de Bogotá (Colombia) donde algunos estudios sobre el sistema TransMilenio demostraron que, desde que comenzó a funcionar, disminuyó 30% la contaminación sonora general de la ciudad:

III. EL RUIDO DEL TRÁFICO Y SU EFECTO EN LA SALUD HUMANA

La De acuerdo con la Comisión Europea e Intelligent Use Of Energy At School IUSES [11], en el marco del Programa de Energía Inteligente para Europa, varios estudios médicos realizados muestran que el tráfico vehicular tiene efectos negativos sobre la salud de las personas, entre estos: la emisión de partículas que pueden producir graves enfermedades respiratorias, el ruido del tráfico que puede generar trastornos del sueño y enfermedades mentales, y el sedentarismo y obesidad derivados de la dependencia del uso de modos de transporte motorizados.

Desde el punto de vista de la contaminación acústica, el ruido del tráfico tiene un impacto grave sobre la salud humana, las personas expuestas constantemente a ruido sufren de insomnio. Estos efectos se pueden evitar si el nivel de ruido continuo se mantiene por debajo de 30 decibeles (dB) en interiores. El ruido no

sólo influye en las personas de una manera fisiológica, además aumenta el estrés y el nivel de agresividad, lo que influye directamente en las actividades mentales y en la vida social de las personas.

Hacia el año 2000, el Servicio de Comunidades y Vecindarios de la Ciudad de Toronto [12], publicó el documento titulado “Efectos del Ruido en la Salud”, en el cual se presentó una descripción detallada cada uno efectos negativos que traiga consigo la exposición prolongada a altos niveles de ruido, considerando para ello dos puntos de vista; el primero en relación al ruido y su efecto en la comunidad y el segundo relacionado con el efecto del ruido en cada individuo.

Desde la perspectiva de las comunidades, se pudo establecer que las personas se encontraban expuestas a una gran variedad y combinación de episodios de ruido a lo largo del día, con lo cual determinó no solo que la mayoría mostraban una respuesta negativa frente al ruido, sino que además cerca del 10% de la población estaba expuesta a elevados niveles de ruido. Para el caso del ruido y su efecto individual en cada persona se determinó que la mayoría de ellas mostraban su molestia y descontento, y manifestaban verse perturbadas por este fenómeno. De la misma forma se pudo establecer que la tolerancia de las personas al ruido y los diferentes tipos de ruido, hacían difícil su cuantificación. Desde el punto de vista de los efectos fisiológicos y psicológicos individuales, se determinó que estos dependían de la susceptibilidad de cada persona, lo cual incidía en la valoración del ruido. Basándose en el trabajo realizado por investigadores como Berglund [13] y Berglund et ál. [14],[15],[16],[17], además del estudio realizado por el Servicio de Comunidades y Vecindarios de la Ciudad de Toronto, y las consideraciones hechas por entidades gubernamentales en Latinoamérica e Iberoamérica, como el Instituto Mexicano del Transporte en el los años 2001[18] y 2002 [19], y recientemente por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España [20], se pueden definir los siguientes efectos negativos en la salud producidos por el ruido:

A. Trastornos auditivos.

Considerados usualmente como el nivel de audición en el que los individuos comienzan a tener dificultades para llevar una vida normal, comúnmente en lo concerniente a la comprensión del habla. De acuerdo con el Instituto Mexicano de Transporte [18], [19], en Estados Unidos se ha definido el trastorno auditivo como un promedio aritmético de pérdida de audición de 26 dBA; en Polonia se ha establecido ese promedio en 30 dBA y en el Reino Unido en 30 dBA.

B. Pérdida de la audición.

La evidencia encontrada para la relación causa-efecto entre el ruido y la pérdida de la audición ha sido suficiente para que comunidad científica haya establecido que niveles de 75 dBA no causan pérdida permanente de la audición, sin embargo, niveles de aproximadamente 85 dBA con exposición prolongada de hasta 8 horas, podrían causar pérdida del oído después de muchos años.

C. Hipoacusia.

De acuerdo con la Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam [21], la hipoacusia es la disminución del nivel de audición de una persona por debajo de lo normal, la cual puede ser reversible o permanente. Requiere una exposición alta en intensidad y duración del ruido o un cansancio prolongado que no permite la recuperación. La evolución típica muestra una primera fase con pérdida de unos 40 dB(A) en la zona de recepción de la frecuencia de 4000 ciclos por segundo que se recupera al acabar la exposición al ruido, siempre en relación con la audición de base previa.

En una fase posterior esta pérdida no se recupera, aunque no aparecen dificultades comunicativas. Si la agresión del ruido continúa, las lesiones se extienden hacia las células sensoriales que captan ondas de frecuencias próximas a las de 4000 ciclos por segundo, así se inicia un progresivo deterioro de las habilidades comunicativas auditivo-verbales. En la Tabla 1 se presenta el grado de hipoacusia, el umbral de audición y el déficit auditivo establecidos por el Ideam.

TABLA I.
GRADO DE HIPOACUSIA, EL UMBRAL DE AUDICIÓN Y EL DÉFICIT AUDITIVO

Grado de hipoacusia	Umbral de audición	Déficit auditivo
Audición normal	0-25dB	
Hipoacusia leve	25-40dB	Dificultad en la conversación en voz baja o a distancia.
Hipoacusia moderada	40-55dB	Conversación posible a 1 o 1,5 metros.
Hipoacusia marcada	55-70dB	Requiere conversación en voz alta
Hipoacusia severa	70-90dB	Voz alta y a 30 cm.
Hipoacusia profunda	>90dB	Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación.

Fuente: Documento soporte norma de ruido ambiental Ideam, 2006 [21]

De la misma forma, la Subdirección de Estudios Ambientales presenta la siguiente sintomatología de

la hipoacusia, la cual es el resultado de la presencia de lesiones:

- 1) *La persona presenta acúfenos (percepción de ruidos o zumbidos en los oídos) al final del día, astenia psíquica; la audiometría revela una pérdida de sensibilidad auditiva a la frecuencia de 4000 ciclos por segundo.*
- 2) *La pérdida auditiva se incrementa a frecuencias próximas a 4000 ciclos por segundo y la persona refiere algún problema comunicativo.*
- 3) *La pérdida avanza hacia frecuencias más bajas con una clara repercusión en la comunicación auditivo-verbal.*

D. *Dificultad en la comunicación oral.*

Algunos estudios han demostrado que a una distancia de un metro del hablante la conversación reposada se realiza con un nivel de voz de unos 56 dBA y a medida que aumentan los niveles de ruido las personas tienden a elevar la voz para superar el efecto de enmascaramiento. Las voces normal y elevada emplean niveles aproximados de 66 dBA y 72 dBA respectivamente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) identifica interferencias en la comunicación oral por encima de los 35 dBA.

E. *Estrés inducido por el ruido.*

Es el síntoma más común en una persona sometida a condiciones de ruido constante, induciendo alteraciones en el sistema nervioso, el sistema cardiovascular y la salud mental, como una reacción de tensión en respuesta a la contaminación acústica, como lo haría ante cualquier agresión de tipo físico o psíquico. Incluso se ha llegado a establecer que si la estimulación por el ruido es persistente o se repite con regularidad, pueden producirse alteraciones permanentes en los sistemas neurosensorial, circulatorio, endocrino, sensorial y digestivo.

F. *Perturbación del sueño.*

Evidenciada en la disminución de la calidad y tiempo del sueño y cambios en los modelos de sueño. La OMS identifica efectos del ruido sobre el sueño a partir de 30 dBA. De otra parte, los efectos del ruido sobre el sueño parecen aumentar a medida que los niveles de ruido superan los 35 dBA.

G. *Enfermedades cardiovasculares.*

Producidas por la exposición prolongada a ruido, la cual aumenta la tensión arterial, ocasiona hipertensión, irregularidades en el latido del corazón y recuperación al encogimiento vascular más lenta. La Organización Mundial de la Salud indica efectos cardiovasculares por exposición a niveles de ruido de 65-70 dBA. Reconocidos autores como Berglund et ál. [14],

Babisch [22],[23],[24], Babisch et ál. [25],[26],[27],[28] y Den Boer y Schroten [29], basados en estudios científicos acreditados realizados en Alemania, explican que el ruido del tráfico vehicular puede ocasionar efectos nocivos en niños y adultos; ocasionando aumento de la presión arterial, hipertensión y enfermedades del corazón tales como; mortalidad por infarto agudo de miocardio, alteraciones coronarias, enfermedad isquémica cardíaca, cambios en la frecuencia cardíaca, cambios en el electrocardiograma y en proteínas en plasma, mayor riesgo de enfermedad cerebrovascular entre otros

H. *Efectos en el sistema inmune.*

Este parece estar relacionado con el sueño, dado que las personas que se exponen frecuentemente al ruido producido por el tráfico vehicular, presentan perturbaciones en la distribución de las fases del sueño, lo que produce efectos inmunosupresivos directos como por ejemplo el aumento de la concentración de leucocitos en la sangre, lo que genera una reducción en las defensas frente a enfermedades como la influenza.

I. *Efectos en el embarazo.*

Existe evidencia limitada para establecer una relación entre el ruido del tráfico y sus efectos en mujeres embarazadas. Sin embargo, esta situación podría generar el aumento de anomalías congénitas en el periodo de gestación y el feto. En la actualidad se están desarrollando estudios que analizan probables efectos de la exposición a ruido en la gestación como bajo peso neonatal, prematuridad y abortos. La exposición de la gestante al ruido parece que puede disminuir el flujo útero-placentario provocando una hipoxia fetal y aumentando la secreción materna de catecolaminas.

J. *Efectos en la salud mental y el comportamiento.*

Se ha atribuido a la exposición al ruido numerosos síntomas y signos clínicos que incluyen la cefalalgia, irritabilidad, inestabilidad, conflictividad, disminución del impulso sexual, ansiedad y la inducción de comportamientos psicológicos alterados. La exposición al ruido, incluso a bajos niveles, produce un sentimiento de rechazo hacia el agente estresante, que se traduce en una serie de reacciones tales como irritabilidad, labilidad emocional o ansiedad, también falta de atención, estado de cansancio crónico, disminución en la capacidad y dificultad para desarrollar tareas simples en el trabajo, cambios en la memoria tanto a corto como a largo plazo y alteraciones en el habla en los niños.

Estas consideraciones han sido estudiadas en detalle por investigadores independientes como Berry [30] y recientemente autores como Havard et ál. [31].

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud se pueden presentar perturbaciones en el individuo a partir de los 50 dBA y una reducción de la actitud cooperativa y un aumento en el comportamiento agresivo por encima de 80 dBA. De otra parte, la molestia, considerada como un efecto negativo producido por el ruido esta es definida como la expresión de sentimiento negativos que son el resultado de la interferencia de las actividades cotidianas, así como la ruptura de la paz y el goce de las personas, lo cual afecta su comportamiento.

K. Otros efectos.

La exposición a ruido de forma prolongada aumenta los niveles de cortisol produciendo un numero de efectos que desequilibran la balanza hormonal pudiendo causar alteraciones de tipo respiratorio, con

aumento de la frecuencia respiratoria, alteraciones digestivas, con aumento de la acidez gástrica e incremento de la incidencia de las úlceras gastroduodenales y alteraciones o enfermedades cardiovasculares, para las cuales el riesgo de padecerlas se ve incrementado cuando se produce una exposición combinada a ruido, carga física, trabajo a turnos y complejidad de la tarea desarrollada.

En la Fig. 2 se presenta un esquema general donde se relacionan las anteriores consideraciones respecto al ruido del tráfico vehicular, algunos valores típicos establecidos por la comunidad científica internacional, los efectos ocasionados en salud pública y la sintomatología típica para cada condición.

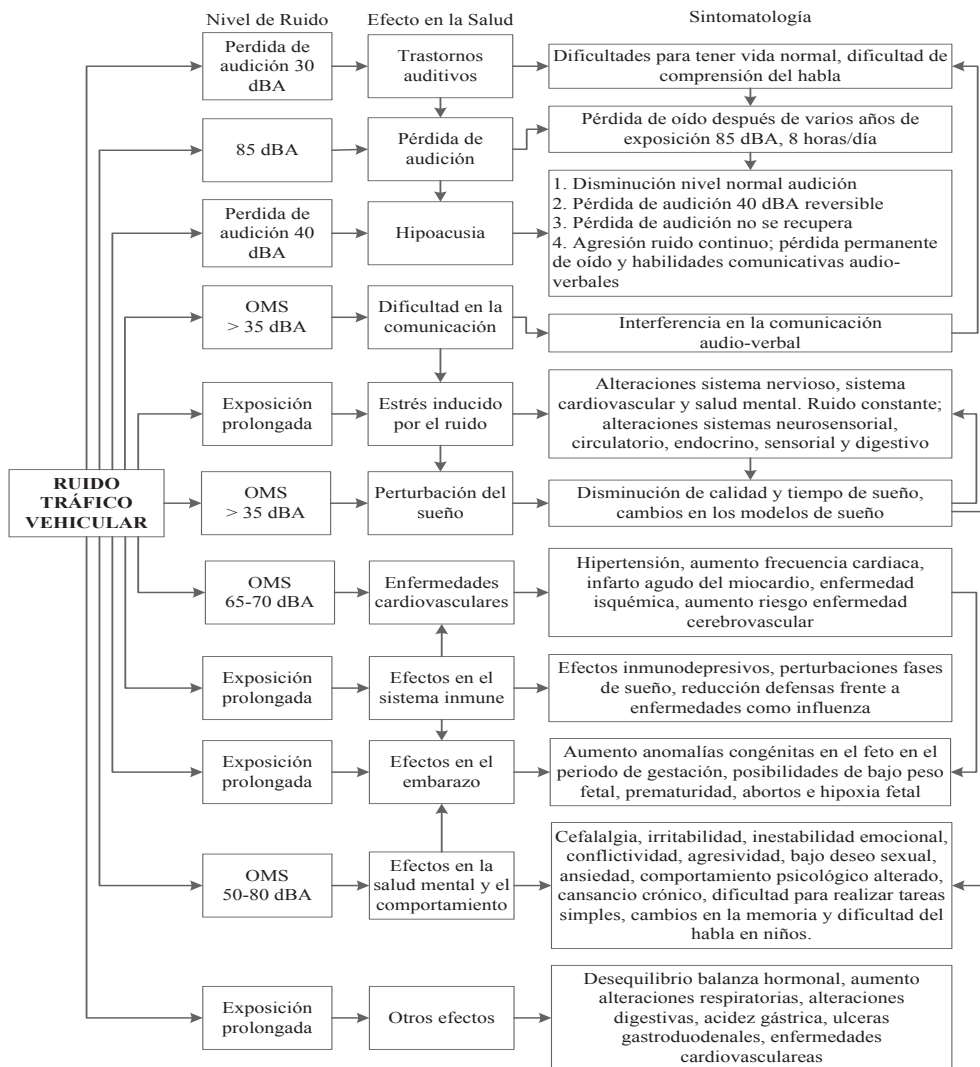


Fig. 2. Esquema efectos del ruido vehicular en la salud pública, niveles de ruido y síntomas
 Fuente: Formulación plan estratégico para el control de la contaminación acústica vehicular – caso de estudio Tunja, 2012 [32].

IV. CONCLUSIONES

Las múltiples investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo como América del Norte y Europa, ponen en evidencia los significativos efectos negativos que el ruido vehicular tiene sobre la salud de aquellas personas que están expuestas en forma continua a elevados niveles de presión sonora, esto debido principalmente a la afectación del entorno ambiental de quienes tienen contacto directo o se encuentran en áreas cercanas a las zonas dispuestas para el desarrollo de los flujos vehiculares en las ciudades.

El aumento del efecto del ruido sobre el entorno urbano podría decirse es una condición inherente al crecimiento de las ciudades pequeñas e intermedias, en las cuales, el incremento de los flujos vehiculares no solo induce problemas de congestión en las calles, sino también un aumento de los índices de contaminación acústica derivada de la operación de los sistemas de transporte y el tráfico en las áreas urbanas, problemática que proyecta sus efectos al medio ambiente, la seguridad, la economía, la sociedad y la salud de los ciudadanos.

El impacto del ruido producido por el tráfico vehicular sobre la salud pública se muestra como una variable compleja, dado que su análisis requiere la consideración de aspectos variables tales como la percepción de molestia de cada individuo, sus características físicas, el tipo de actividad que desarrolla, el nivel de ruido al que se encuentra expuesto y el tiempo de exposición, los cuales dificultan la cuantificación de los niveles de tolerancia y los efectos fisiológicos y psicológicos dentro de una comunidad que presente cierto grado de vulnerabilidad a los efectos generados por el ruido del tráfico vehicular.

La diversidad de enfermedades de tipo fisiológico y mental ocasionadas por el ruido vehicular, entre las que se cuentan trastornos auditivos, pérdida de la audición, hipoacusia, dificultad de la comunicación oral, estrés inducido por el tráfico, perturbación del sueño, enfermedades cardiovasculares, efectos en el sistema inmune, efectos en el embarazo y efectos en la salud mental y el comportamiento, permiten comprender la gran importancia que reviste el tratamiento de esta problemática y justifican la formulación e implementación de medidas para controlarla y mitigarla.

REFERENCIAS

- [1] B. Lebedowska. Acoustic background and transport noise in urbanised areas: a note on the relative classification of the city soundscape. Notes and Comments, Transportation Research Part D 10 (2005) 341–345. p 341.
- [2] L. Kliučininkas and D. Šaliūnas. “Noise mapping for the management of urban traffic flows”. In *Mechanika*, ISSN 1392 – 1207, Nr.3 (59) 2006, Kaunas, Lithuania.p 61-66. p 61.
- [3] K. Rawat; V. Pratibha and K. Katiyar. “Mathematical Modeling of Environmental Noise Impact”. In *Indian Journal of Biomechanics: Special Issue (NCBM 7-8 March 2009)*. Department of Mathematics , Indian Institute of Technology, Roorkee, India: 2009. 75-81 p. p79.
- [4] A. Ramírez González; E. A., Domínguez Calle e I., Borrero Marulanda, Isabel. “El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles”. En *Rev. Acad. Colomb. Cienc.: Volumen XXXV, Número 135-Junio de 2011*. p 143-156. p 144.
- [5] La Voz de Houston. Congestión de tránsito: una constante para los houstonianos. Recuperado de: http://epmghispanic.media.lionheartdms.com/img/photos/2013/02/05/traffic_houston_t670x470.jpg?8e219340208df2a3d052e47766487e5429f45de8 El 13 de Febrero de 2013.
- [6] Federal Highway Administration FHWA. Traffic Noise Model. Version 2.5 Look-up Tables. User’s Guide. U.S. Department of Transportation, FHWA-HEP-05-008, DOT.VNTSC-FHWA-0406. Final Report, December 2004. 215 p.
- [7] Federal Transit Administration FTA. Transit noise and vibration impact assessment. Office of Planning and Environment, Federal Transit Administration, U.S. Department of Transportation. Washington: 2006 DC. 261 p.
- [8] España, Ministerio de Industria Turismo y Comercio, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. PUMS: Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible. Madrid: 2006. p 18.
- [9] A., Villaveces y E.M.S., Rodrigues. Defensa del transporte público seguro y saludable: fomento de la participación del sector sanitario en un marco multisectorial. Oficina Sanitaria Panamericana, Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C.: 2010. p 17.
- [10] P.H. , Zannin; A. Calixto; F.B. Diniz; J.A., Ferreira and R.B., Schuhli. “Annoyance caused by urban noise to the citizens of Curitiba, Brazil”. In *Rev Saúde Pública*, 2002; 36(4).p 521–524.
- [11] Intelligent Energy Europe, Intelligent Use of Energy at School. Transporte sostenible y movilidad: manual para estudiantes. Programa de Energía Inteligente para Europa, Comisión Europea. Italia: 2009. p 3.
- [12] S. Fong and M. Johnston. Health effects of noise. Toronto Public Health, Health Promotion and Environment Protection Office. Community and Neighbourhood Services, City of Toronto, Canada: 2000. p 6-10.
- [13] B., Berglund. Community noise in a public health perspective. In V.C. Goodwin and D.C. Stevenson (eds.) *Inter Noise 98. Sound and Silence: Setting the Balance*, Vol. 1, pp. 19-24. New Zealand Acoustical Society, Auckland, New Zealand: 1998.
- [14] B.,Berglund; T., Lindvall and D. H., Schwela. Guidelines for community noise. Occupational and Environmental Health (OEH), Department of the Protection of the Human Environment (PHE), Cluster of Sustainable Development and Healthy Environment (SDE), World Health

- Organization, Geneva. London, United Kingdom, April 1999. 39-54.
- [15] B., Berglund; U., Berglund and T., Lindvall. "Scaling loudness, noisiness and annoyance of community noise". *Journal of the Acoustical Society of America* 60: 1119-1125, 1976.
- [16] B., Berglund; P., Hassmén and RFS, Job. "Sources and effects of low-frequency noise". *Journal of the Acoustical Society of America*, 99: 2985-3002, 1996.
- [17] B., Berglund and M.E., Nilsson. Empirical issues concerning annoyance models for combined community noise. In F. Augustinovicz (ed.) *Inter Noise 97. Help Quiet the World for a Higher Quality Life*, Vol. 2, pp. 1053-58. Noise Control Foundation, Poughkeepsie, NY, USA: 1997.
- [18] M. A., Flores Puente; R., Téllez Gutiérrez y S., Torras Ortiz. Estudio del ruido generado por la operación del transporte carretero. Caso III, Nuevo León. *Publicación Técnica No. 193*, ISSN 0188-7297. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro:2001. p 17-21.
- [19] M. A., Flores Puente; R., Téllez Gutiérrez y S., Torras Ortiz. Estudio del ruido generado por la operación del transporte carretero. Caso IV, Veracruz. *Publicación Técnica No. 194*, ISSN 0188-7297. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro:2002. p 17-21.
- [20] España, Ministerio de Ciencia e Innovación, Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. *Efectos extra-auditivos del ruido, salud, calidad de vida y rendimiento en el trabajo; actuación en vigilancia de la salud*. Madrid: 2010. p 7-18.
- [21] Ideam, Subdirección de Estudios Ambientales. Documento soporte norma de ruido ambiental. Convenio de asociación No. 038/04 (Numeración MAVDT) - 112/04 (Numeración IDEAM). Bogotá, Colombia:2006. p 34.
- [22] W., Babisch. "Epidemiological studies on cardiovascular effects of traffic noise". In D. Prasher, D. and L. Luxon, L. (eds.) *Advances in Noise Series, Vol. I: Biological Effects*, pp.312-327. Whurr Publishers, London, UK: 1998a.
- [23] W., Babisch. *Epidemiological studies of cardiovascular effects of traffic noise*. In N.L. Carter and R.F.S. Job (eds.) *Noise as a Public Health Problem (Noise Effects '98)*, Vol. 1, pp.221-229. Noise Effects '98 PTY Ltd., Sydney, Australia: 1998b.
- [24] W., Babisch. *Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological, Studies dose-effect curve and risk estimation*. Federal Environmental Agency. ISSN 0175-4211 Berlin, Germany: 2006. p 26-28.
- [25] W., Babisch and H., Ising. *Zum Einfluss von Musik in Diskotheken auf die Hörfähigkeit von Jugendlichen*. *Sozial- und Präventivmedizin* 34: 239-243, 1989.
- [26] W., Babisch; H., Ising; J.E.J., Gallacher; P.M. Sweetnam and P.C. Elwood. *The Caerphilly and Speed well studies, 10 year follow up*. In N.L. Carter and R.F.S. Job (eds.) *Noise as a Public Health Problem (Noise Effects '98)*, Vol. 1, pp. 230-35. Noise Effects '98 PTY Ltd., Sydney, Australia: 1998.
- [27] W., Babisch; H., Ising; J.E.J., Gallacher; P.M. Sweetnam and P.C. Elwood. *Traffic noise and cardiovascular risk: The Caerphilly and Speedwell studies, third phase 10-year follow up*. *Archives of Environmental Health* 54: 210-216. 1999.
- [28] W., Babisch; B., Beule; M., Schust; N., Kersten and H., Ising (2005). "Traffic noise and risk of myocardial infarction". In : *Epidemiology*, 16(1): 33-40, 2005.
- [29] E., Den Boer and A., Schrotten. "Traffic noise reduction in Furone: health effects social costs and technical and nolicv options to reduce road and rail traffic noise". CE Delft Solutions for environment, economy and technology. March 2007. The Netherlands. p 10.
- [30] B. F., Berry. *Effect of noise on physical health risk in London*. Technical report. Report on phase 1 – review of the topic. Berry Environmental Ltd – BEL. Version 2.0. March 3rd 2008. United Kingdom. p 23.
- [31] S., Havard; B. J., Reich; K., Bean and B., Chaix. "Social inequalities in residential exposure to road traffic noise: an environmental justice analysis based on the Record Cohort Study". In *Occup Environ Med* 2011; 68. Published Online First 27 January 2011. p 366-374.
- [32] J. R., Quintero González. "Formulación plan estratégico para el control de la contaminación acústica vehicular – caso de estudio Tunja" no publicado. Trabajo de grado maestría. Grupo de Investigación y Desarrollo en Planeación y Operación del Transporte GIDPOT, Maestría en Ingeniería Ambiental, Escuela de Postgrados de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia: 2012. p 28, 192 p.

BIOGRAFÍA



Julián Rodrigo Quintero González, Ingeniero en Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Diplomado en Inducción a la Educación Superior de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja (Colombia). Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja (Colombia). Magíster en Ingeniería Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Con experiencia en el campo de la Interventoría, Ejecución, Conservación y Mantenimiento de Proyectos de Infraestructura Vial, Coordinación, Administración y Ejecución de Obras Viales para el Mantenimiento de Sistemas de Transporte de Hidrocarburos, Planeación de Sistemas de Transporte Sostenible y Desarrollo de Proyectos en los campos de Ingeniería Civil, Urbanismo, Transporte y Medio Ambiente.