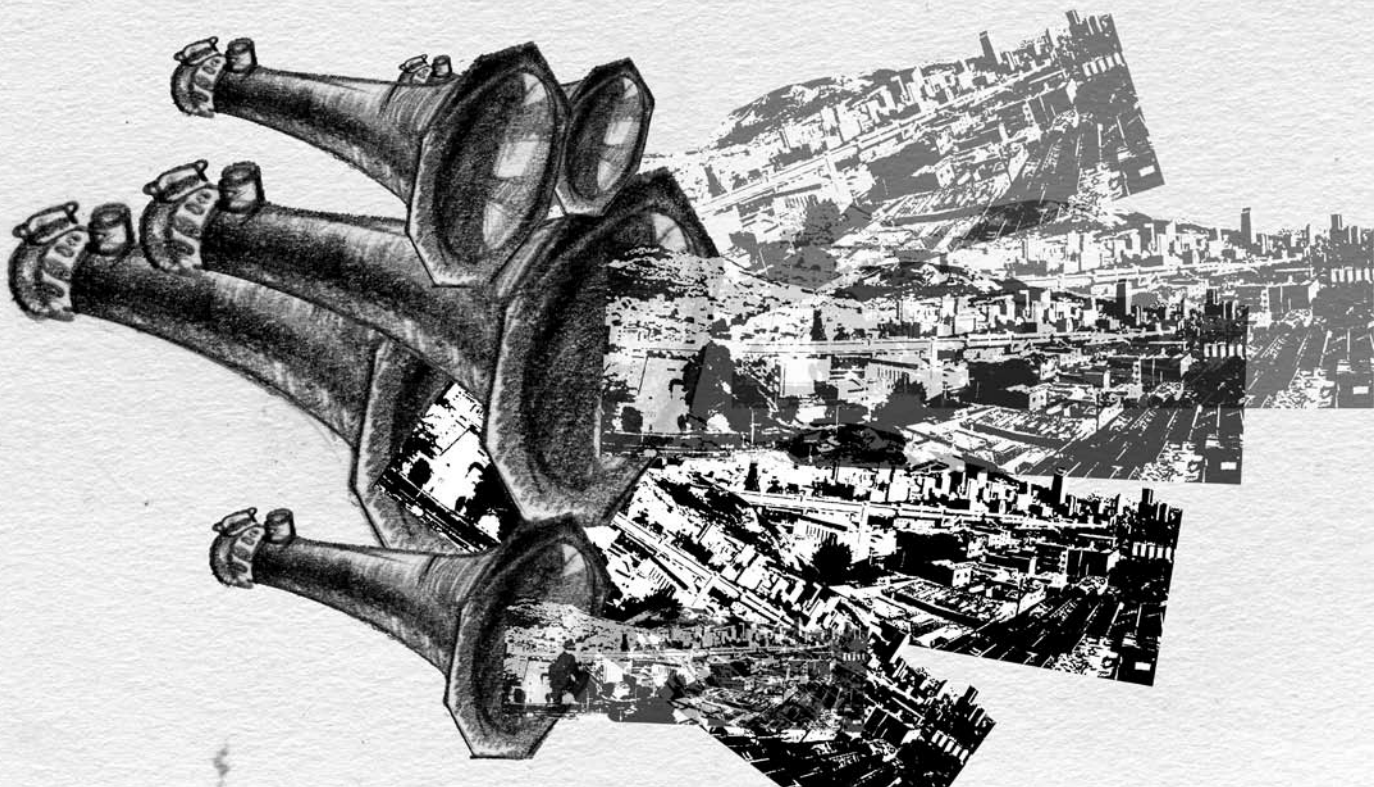


Niveles de ruido y concentraciones de monóxido de carbono-CO- en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid de Medellín

Dora Luz Yepes Palacio
Miryam Gómez Marín
Carlos Zárate Yepes
Sandra Liliana Echeverry Orozco

POLITÉCNICA No. 7 | julio - diciembre de 2008, pp.19 - 32 |



Autores

DORA LUZ YEPES PALACIO

Investigadora, Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo. Integrante, Grupo GHYGAM del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

MIRYAM GÓMEZ MARÍN, INVESTIGADORA

Especialista en Ingeniería Ambiental. Directora, Grupo GHYGAM del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

CARLOS ZÁRATE YEPES, COINVESTIGADO

Especialista en Economía y Negocios Internacionales. Integrante del Grupo de Desarrollo Sostenible de la Universidad de Antioquia

SANDRA LILIANA ECHEVERRY OROZCO

Estudiante de Derecho y Ciencias Políticas, en formación, Universidad de Antioquia

Recibido:
Aprobado:

Resumen

La investigación fue desarrollada en el año 2006 por el Grupo de Higiene y Gestión Ambiental del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, GHYGAM, y la Corporación Académica Ambiental de la Universidad de Antioquia; se buscaba generar lineamientos de un plan de mejoramiento de la calidad del aire en la institución, partiendo de la evaluación de los niveles de ruido y las concentraciones de monóxido de carbono.

Para la ejecución del proyecto se acogió la metodología establecida en la Resolución 08321 de 1983 del Ministerio de Salud sobre normas de protección y conservación de la audición, de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

Para determinar las áreas de estudio se tuvo en cuenta la cercanía de éstas a las vías con mayor flujo vehicular; el número de aulas y oficinas por evaluar fue de 114, calculadas estadísticamente y seleccionadas aleatoriamente; los horarios de medición fueron clasificados como jornadas pico (06:00 a 09:00, 11:00 a 14:00; y 17 a 20:00) y jornadas no pico (09:00 a 11:00 y 14:00 a 17:00). En cada uno de los espacios definidos se hicieron las mediciones de ruido y de CO, por períodos de 24 min, en los horarios establecidos, durante dos días diferentes.

En el 71% de los bloques evaluados, los niveles máximos de ruido sobrepasan los 70 dB(A); se destaca que las diferencias entre el ruido emitido en horarios de alto flujo vehicular y en los de bajo flujo son mínimas, lo que en alguna medida permite suponer que el ingreso de vehículos a la institución no tiene mayor incidencia en los niveles de ruido evaluados.

Con respecto al CO, puede decirse que durante las horas pico o de alto flujo vehicular el 90.5% de las mediciones arrojaron valores de cero y las restantes promedian 0.4 ppm; en las jornadas en bajo flujo, el comportamiento es similar, dado que el 96% de las mediciones arrojaron valores de cero y las demás promedian también 0.4 ppm.

Palabras clave

Contaminación ambiental, ruido, monóxido de carbono, Politécnico

Abstract

The research was carried out in the year 2006 by the Group of Hygiene and Environmental Management at "Jaime Isaza Cadavid" Colombian Polytechnic and the Environmental Academic Corporation at University of Antioquia; the objective was to contribute to the improvement of the life quality of the Polytechnic community, by means of the assessment of the noise levels and the concentrations of Carbon monoxide, in order to generate guidelines for an improvement plan in the air quality within the institution.

For the execution of the current project, it was used the methodology established in the Resolution 08321 of 1983 of the Ministry of Health concerning regulations for the protection and the conservation of hearing, of the health and the well-being of the people, as a result of the production and emission of noise.

In order to determine the target areas, it was taken into account the proximity to the routes with heavier car traffic; the number of classrooms and offices to be assessed, was 114, calculated statistically and randomly selected; the schedules to be assessed were classified according to the peak hours (from 06:00 to 09:00, from 11:00 to 14:00; and from 17 to 20:00), as well as non-peak hours (from 09:00 to 11:00 and from 14:00 to 17:00). In each of the defined spaces, measurements of noise and CO were done every 24 minutes, in the schedules established, during two different days.

In 71% of the assessed buildings, the maximum levels of noise exceed the 70 dB (A); nevertheless, where this level is not exceeded, the obtained values almost reach the top. It is important to stand out that the differences between the maximum levels obtained in the schedules of heavier car traffic and in those of low car traffic, and between the minimum levels of these schedules, oscillate between one and three dB (A), that is to say, they do not show meaningful differences, which to some extent, allows us to suppose that possibly the entrance of vehicles into the Institution, does not have a greater impact on the levels of noise found. Regarding CO, it can be stated that almost all of the concentrations are zero (0) ppm.

Key Words

Environmental Contamination, Noise, Carbon Monoxide, Politécnico

Niveles de ruido y concentraciones de monóxido de carbono-CO- en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid de Medellín

Dora Luz Yepes Palacio¹

Miryam Gómez Marín

Carlos Zárate Yepes

Sandra Liliana Echeverry Orozco

POLITÉCNICA No. 7 | julio - diciembre de 2008, pp.19 - 32 |



Introducción

Como lo reconoce REDAIRE (Municipio de Medellín, 2004) en su proyecto de investigación, realizado en el año 2004, el ruido urbano y las emisiones de monóxido de carbono-CO- en Medellín son problemas ambientales identificados, y aún así no existe una cultura urbana que regule los niveles de ruido y las emisiones de CO dentro de las actividades comunes asociadas con la población; en la actualidad, esta situación no es muy diferente, pese a que en los años 2006 y 2008 se generaron instrumentos normativos de carácter nacional que buscan la regulación del ruido ambiental, emisión de ruido y el cumplimiento de estándares de emisión contaminantes de la atmósfera.

En Colombia, diagnósticos realizados por el Instituto de Seguros Sociales (ISS) han demostrado que las enfermedades inducidas por el ruido representan el 57.04 % de las enfermedades ocasionadas por factores físicos (Paternina, 1999).

El ruido es el contaminante atmosférico más común y puede definirse como cualquier sonido que puede ser calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable. Los efectos producidos por éste pueden ser temporales o permanentes y se entienden como los cambios que pueden presentarse en uno o más elementos de la vía acústica, desde el tímpano hasta la corteza cerebral. Estos efectos pueden ser de tipo fisiológico o psicológico, sobre la atención,

¹ Enviar correspondencia a Dora Luz Yepes Palacio Carrera 48 N° 7-151 Of. P19-144, Medellín; Tel. 3197900 ext. 494; <dlyepes@elpoli.edu.co>

la conducta, la memoria, el sueño, el sistema nervioso, el embarazo y el desarrollo de los niños, principalmente.

Por su parte, el monóxido de carbono (CO) se caracteriza por ser un gas sin color ni olor y no ser irritante primario de las mucosas del tracto respiratorio; por tanto, ni su presencia ni sus efectos perjudiciales en el ambiente son percibidos inmediatamente por las personas expuestas. El monóxido de carbono es emitido por fuentes naturales y antropogénicas. Los incendios forestales también constituyen otra fuente natural del CO. Las fuentes antropogénicas forman CO a partir de la quema incompleta de combustibles fósiles en automóviles, sistemas de calefacción, instalaciones industriales, plantas de generación de energía térmica e incineradores. Los automóviles son los objetos que más emisiones de CO de origen antropogénico, producen.

El efecto a corto plazo de la exposición al monóxido es similar a la sensación de fatiga que se experimenta en altura o cuando se padece de anemia. Dado que se requiere más sangre para abastecer a los tejidos de la misma cantidad de oxígeno, el corazón debe trabajar más. Los órganos que dependen de un alto suministro de oxígeno están en mayor riesgo, en particular el corazón y el sistema nervioso central, así como el feto. Los síntomas de la exposición son dolor de cabeza, náuseas, mareos, dificultad en la visión y coordinación.

Durante varios años las universidades y las autoridades ambientales y de salud local vienen realizando estudios en el valle de Aburrá sobre el fenómeno de la contaminación urbana. En los últimos años ha tenido especial relevancia la contaminación en el centro de Medellín, debido a que es la zona que viene reportando las mayores concentraciones de CO en la ciudad.

Teniendo en cuenta los planteamientos anteriores y la falta de estudios enfocados a conocer

los niveles de ruido y las concentraciones de CO en la institución, se decidió desarrollar el proyecto "Niveles de ruido y concentraciones de monóxido de carbono, en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid de Medellín", cuyo objetivo fue conocer la distribución espacio-temporal de los niveles de ruido y de las concentraciones de CO dentro del establecimiento educativo. La sede central del Politécnico Colombiano JIC se encuentra ubicada en el sector del Poblado, zona caracterizada por su gran desarrollo económico, industrial y manufacturero, hecho que conlleva a que por allí se presente un alto flujo vehicular. La situación del Politécnico se ve agravada debido a que allí ingresa un considerable número de vehículos automotores, dada su alta población laboral y estudiantil, ya que cerca de 15.000 personas se movilizan dentro de la institución durante el transcurso de un día normal de actividades. Es importante señalar que el fenómeno posiblemente también se presenta en otras universidades de la ciudad, dada su ubicación en zonas bastante similares a las descritas anteriormente.

De otro lado, un impacto negativo evidente en cercanías del Politécnico Colombiano Jaime Isaza son las largas e interminables filas de vehículos que buscan acceder a él, lo cual se agrava por una menor disponibilidad de espacios internos de parqueo en su interior y por la falta de políticas y programas para el manejo adecuado de estos espacios.

El Politécnico Colombiano JIC es una institución dedicada a la educación superior y como tal, las actividades fundamentales que desarrolla son la docencia, la investigación y la extensión, las cuales por sí mismas son labores intelectuales y en consecuencia no generadoras de ruido ni monóxido de carbono.

El proyecto se vinculó al plan de acción del Grupo de Investigación en Higiene y Gestión Ambiental (GHYGAM) del Politécnico Colombiano

no Jaime Isaza Cadavid, el cual propende por el desarrollo y la aplicación de conocimiento en el área ambiental, para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas mediante la preservación y la conservación de los ecosistemas urbanos y rurales, y se desarrolla en consonancia con las necesidades del Área Metropolitana del valle de Aburrá, del Municipio de Medellín y del Politécnico.

1. Objetivos

El proyecto buscó determinar la necesidad de implementar algunas medidas de control para reducir los niveles de ruido y las concentraciones de CO, dentro de las instalaciones del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, mediante la evaluación ambiental de estos peligros. Específicamente, se dirigió a:

- Determinar los niveles de ruido y las concentraciones de CO dentro de las instalaciones del Politécnico Colombiano JIC.
- Evaluar el cumplimiento de normatividad colombiana con respecto a los niveles de ruido ambiental y a las concentraciones de CO permitidos.
- Hacer recomendaciones asociadas con las políticas de movilidad y transporte que le permitan al Politécnico Colombiano JIC desarrollar acciones para mejorar la calidad del aire ambiental.

2. Marco metodológico

2.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio estuvo orientado a medir los niveles de ruido y las concentraciones de CO, con el fin de determinar la distribución de los contaminantes dentro de la institución y de esta forma conocer los lugares que pudieran estar presen-

tando algún riesgo para la salud de las personas expuestas. Estos elementos permiten afirmar que se trata de un estudio descriptivo y, teniendo en cuenta que las mediciones se hicieron dentro de la institución en un período de tiempo determinado y que se analizaron diferentes variables, se puede afirmar, además, que se trata de un estudio descriptivo de corte transversal.

2.3 METODOLOGÍA UTILIZADA

De acuerdo con el objetivo propuesto, se acogió la metodología de medición establecida en la Resolución 08321 de 1983 del Ministerio de Salud, la cual establece que las mediciones deben hacerse dentro de las instalaciones. De otra parte, se tuvo presente la Resolución 02400 de 1979 del Ministro de Trabajo y Seguridad Social, la cual establece valor límite permisibles para labores intelectuales. Durante el desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes etapas:

- Con base en el conocimiento que se tenía de la institución, se consideró que las áreas más vulnerables de ser afectadas por el ruido y por el CO eran las que limitaban directamente con la avenida regional y con la avenida Las Vegas.

2.3.1 Identificación de las áreas más vulnerables a la exposición

Con base en el conocimiento que se tenía de la institución, se consideró que las áreas más vulnerables de ser afectadas por el ruido y por el CO eran las que limitaban directamente con la avenida regional y con la avenida Las Vegas, vías de alto flujo vehicular, esto es, los bloques P15-P17-P13 -P19-P31-P42 y P58.



2.3.2 Identificación de los horarios más vulnerables a la exposición

Teniendo en cuenta que el flujo vehicular, tanto dentro de la institución como fuera de ella, se inicia desde tempranas horas de la mañana y termina en horas de la noche, se definieron las siguientes jornadas de medición: jornada pico (caracterizada por alto ingreso de vehículos a la institución): horario 01: 06:00-09:00, horario 02: 11:00-14:00 y horario 03: 17:00-20:00; jornada no pico (caracterizada por poco ingreso de vehículos a la institución): horario 04: 09:00-11:00 y horario 05: 14:00-17:00

2.3.3 Determinación del número de espacios, oficinas y aulas por evaluar

La unidad mínima de análisis utilizada para la selección de los espacios fue la "casilla"; ésta se refiere al espacio físico en el cual se evaluaron los niveles de ruido y de CO; podía tratarse de una oficina, un aula o una zona específica de estudio. El número de casillas se determinó como normalmente se procede al evaluar factores de riesgo en ambientes laborales, cuando el objetivo es hacer evaluación de áreas, por la similitud que se presenta con este tipo de situación. En este caso se tomaron los planos de los bloques objeto de estudio y en cada uno de ellos se contabilizó el número de casillas.

- Si el número de casillas, definidas en cada bloque resultaba ser ≤ 10 , se procedió a evaluar cada una de ellas.
- Si el número de casillas, definidas en cada bloque resultaba ser > 10 , se calculó una muestra representativa, mediante la siguiente expresión:

$$n = \frac{p * q}{\left(\frac{\varepsilon}{z}\right)^2 + \frac{p * q}{N}}$$

Donde:

- n : número de casillas por evaluar (tamaño de la muestra)
- p : probabilidad de que se presente la condición (en este caso la exposición al factor de riesgo). Normalmente se supone un 95%
- q : probabilidad de que no se presente la condición
- ε : porcentaje de error en los resultados obtenidos. Normalmente se supone un nivel de confianza de 95% y en consecuencia un porcentaje de error del 5%
- z : nivel de significancia para rechazar la hipótesis; $z = 1.96$ para una probabilidad de error del 5%.
- N : número total de casillas (tamaño poblacional)

Para una mayor racionalidad del costo del estudio, pero conservando la confiabilidad de los resultados, se tuvo cuidado de que el tamaño de la muestra calculada, n , estuviera en el siguiente intervalo: $25\% N \leq n \leq 50\% N$. Los números de casillas evaluadas se indican en la tabla 1 y ellas fueron seleccionadas aleatoriamente. En la figura 1 se relaciona el plano de la institución, que ilustra la ubicación de los espacios seleccionados.

2.3.4 Estrategia de evaluación

- Como el tipo y el número de vehículos que transitan cerca de las áreas evaluadas varían durante el día, se podía prever que los niveles de ruido y las concentraciones de CO también variarían; con el fin de obtener resultados confiables cada una de las casillas fue evaluada cinco veces al día, una evaluación por horario.

Tabla 1. Número de casillas evaluadas en cada uno de los bloques objeto de estudio

Bloque	Nº de espacios evaluados
P13	20
P15	09
P17	23
P19	16
P31	17
P42	17
P58	12
Total	114

Fuente: Evaluaciones realizadas

- b. Con el fin de obtener datos más representativos de la situación real, cada una de las evaluaciones de ruido se realizó por períodos de 24 min, registrando los datos cada 12 min y procediendo luego a promediar los valores obtenidos. Se consideró además que para desplazarse de una casilla a otra y para instalar los equipos se requerían seis min adicionales en promedio, lo que implicó que cada medición en total requirió 30 min. Adicionalmente, cada una de las 114 casillas seleccionadas para el estudio fue medida dos días de la semana.
- c. Para la evaluación del CO se utilizó la misma estrategia, excepto que se registró un solo dato al final de cada período de evaluación, 24 min en este caso.

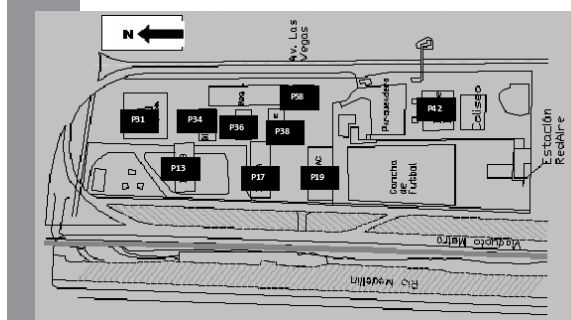
2.4 EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO

2.4.1 Método de medición

Para las mediciones de ruido se tuvieron en cuenta las recomendaciones hechas en el Capítulo II "Del ruido ambiental y sus métodos de medición" de la Resolución 08321 de 1983

del Ministerio de Salud, en especial las señaladas en el artículo 18 de la misma, en cuanto a los equipos por utilizar y los períodos mínimos de medición.

Figura 1. Esquema de la planta física del Politécnico Jaime Isaza Cadavid



2.4.2 Equipo utilizado

- Dos sonómetros *Quest*, Modelo 2900, Tipo 2, con micrófono omnidireccional
- Dos calibradores modelo QC - 10 / QC - 20

2.4.3 Datos Los datos tomados durante el estudio fueron:

- Identificación del bloque
- Punto, día, fecha, hora de medición
- Nivel de presión sonora promedio: LAVG
- Nivel de presión sonora máximo: L_{máx}
- Observaciones: Eventualidades que se presentaban esporádicamente y que pudieran alterar los resultados.

2.5 EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CO

2.5.1 Método de medición

Teniendo en cuenta las características del equipo utilizado, se aplicó un método de lectura directa, que permitió definir libremente los períodos de medición.

2.5.2 Equipo utilizado

- Dos medidores de cinco gases marca MSA, modelo *Solarium*
- Dos *kits* de calibración

2.5.3 Datos: Los datos tomados durante el estudio fueron:

- Identificación del bloque
- Punto, día, fecha, hora de medición
- Concentración de CO: CCO
- Temperatura de muestreo (ambiente) : Tm
- Presión de muestreo (ambiente): Pm
- Eventualidades que se presentaban esporádicamente y que pudieran afectar la confiabilidad de los datos.

3. Resultados del estudio

3.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE RUIDO

Teniendo en cuenta que en cada uno de los puntos estudiados se efectuaron varias mediciones del nivel sonoro promedio, LAVG, se procedió a hacer el promedio de los datos obtenidos, para lo cual se adaptaron las expresiones matemáticas comúnmente utilizadas en este tipo de cálculos: (Puerta y Quinchía, 1991, 20)

$$LAVG / Jornada = 10 \log \frac{\sum_{i=1}^N 10^{LAVGi/10}}{N}$$

donde:

- LAVG/Jornada: nivel promedio de ruido en cada jornada
- LAVGi: nivel sonoro promedio obtenido en las mediciones hechas en cada uno de los horarios previamente definidos
- N: número de mediciones que se hicieron en el punto, en el respectivo horario:

De otra parte, la norma vigente en Colombia para los lugares de trabajo donde se desarrolla labor intelectual establece que *"En las oficinas y lugares de trabajo en donde predomine la labor intelectual, los niveles sonoros (ruidosos) no podrán ser mayores de 70 decibeles, independientemente de la frecuencia y tiempo de exposición"*

En la tabla 2 se presentan los resultados del nivel promedio de ruido, para ambas jornadas.

3.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MONÓXIDO DE CARBONO-CO-

Teniendo en cuenta que en cada uno de los puntos objeto de estudio se hicieron varias mediciones de la concentración de CO, se procedió a hacer el promedio de los datos obtenidos, para lo cual se adaptaron las expresiones matemáticas comúnmente utilizadas en este tipo de estudios:

$$Cco / Jornada = \frac{\sum_{i=1}^N Cco_i}{N}$$

donde:

- Cco/Jornada: Concentración promedio de CO, en cada jornada
- Ccoi: Concentración obtenida en cada medición hecha en el respectivo turno

En la Tabla 2 se presentan los resultados de los niveles de ruido y concentraciones promedio de CO por jornada, que fueron analizados a la luz de la misma Resolución 02400 del 4 de agosto de 1979, Artículo 154, el cual establece que *"...se fijarán los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias tóxicas, ... de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Hi-*

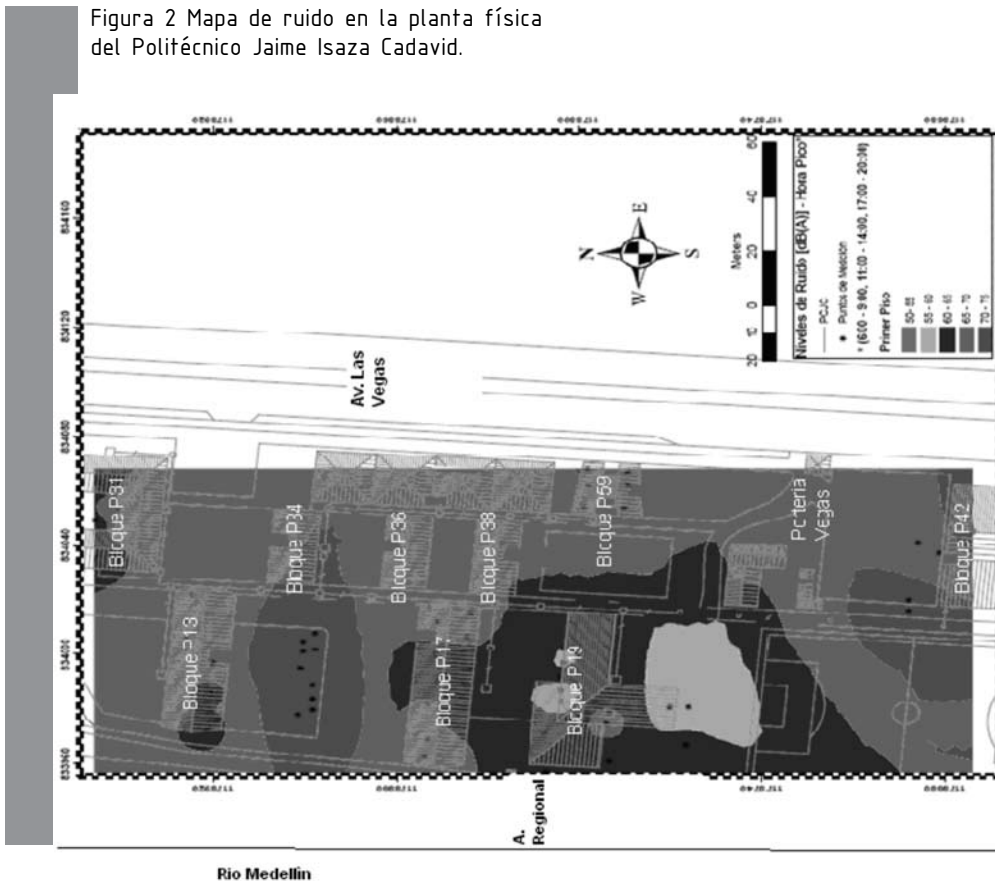
gientistas Industriales Gubernamentales, o con los valores límites permisibles fijados por el Ministerio de Salud". Al respecto la norma vigente establece un valor límite permisible de 25 ppm para el CO (ACEIH, 2005,18)

De otro lado, en los bloques P13 y P17 los niveles de ruido hallados son altos, dado que oscilan entre 58 y 78 dB(A) y entre 61 y 79 dB(A), respectivamente; son espacios destinados para aulas y oficinas ubicados muy cerca de la avenida regional.

En la figura 2 pueden observarse los niveles de ruido encontrados en todo el primer

piso del Politécnico Jaime Isaza Cadavid -sede El Poblado; allí se indica que en general los niveles oscilan entre 65 y 75 dB(A); los más críticos son el bloque 42 (antiguo bloque DH), que linda con la calle 7 sur y, el bloque P13 (antiguo bloque B), que limita con la vía de servicio, donde funciona el acopio de taxis. Cabe anotar que aunque las mediciones se realizaron dentro de aulas y áreas de estudio, los resultados parecen indicar que, el ruido proveniente de las vías colindantes con estos sectores podría estar aumentando los niveles de ruido dentro de los mismos.

Figura 2 Mapa de ruido en la planta física del Politécnico Jaime Isaza Cadavid.



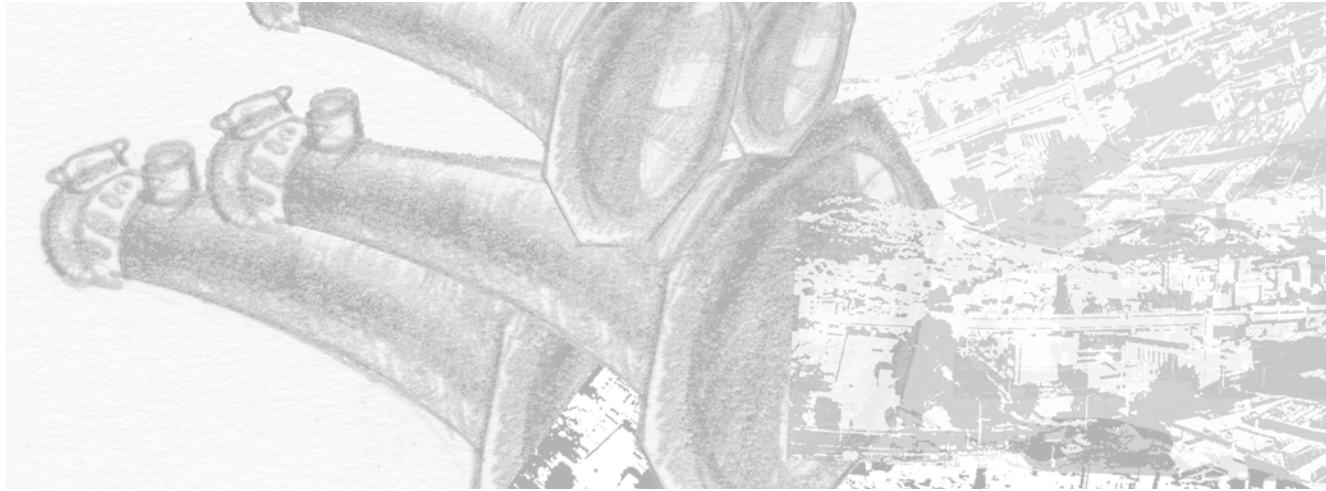


Tabla 2. Niveles de ruido y concentraciones de CO en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Bloque/Punto	X	Y	Niveles de ruido [dB(A)]		Concentración CO [ppm]	
			Jornada		Jornada	
			Pico	No pico	Pico	No pico
P13-101	834021,55	1178927,39	66		0	
P13-103	834011,51	1178928,87	65		0	
P13-104	834006,02	1178929,43	67		0	
P13-111	833973,35	1178922,15	63	65	0	
P13-112	833980,22	1178921,49	65	60	0	0
P13-114	833987,08	1178920,84	63	64	0	0
P13-117	833996,7	1178919,92	71	73	0	0
P13-202	834021,37	1178916,72		63		0
P13-203	834015,88	1178917,33	78		0	
P13-204	834009,01	1178917,86	68	68	0	0
P13-208	833980,22	1178921,49	58	71		0
P13-209	833973,35	1178922,15	68	68	0	0
P13-211	833981,26	1178931,25	66	57	0	0
P13-212	833987,67	1178930,64	59	62	0	0
P13-216	834021,55	1178927,39		63		0
P13-302	833987,67	1178930,64	65	77	0	0
P13-304	834006,02	1178929,43	64	62	0	0
P13-307	834021,37	1178916,72	65	66	0	0
P13-309	834009,01	1178917,86	59	60	0	0
P13-313	833973,35	1178922,15	68	82	0	0
P15-10-CS	833978,21	1178892,96	72	74	12	12
P15-14-CN	833980,08	1178888,33	73	74		
P15-18-CN	833984,35	1178888,03	74	75		
P15-22-CN	833988,68	1178887,88	72	74		
P15-30-CN	833994,98	1178891,75	74	75		
P15-38-CS	834000,51	1178891,45	74	74		

Tabla 2. Niveles de Ruido y Concentraciones de CO continuación

Bloque/Punto	X	Y	Niveles de ruido [dB(A)]		Concentración CO [ppm]	
			Jornada		Jornada	
			Pico	No pico	Pico	No pico
P15-50-CN	834007,51	1178887,02	70	70	4	7
P17-102	834012,14	1178846,96	71	67	0	0
P17-103	834001,13	1178847,63	64	64	0	0
P17-104	833996,55	1178848,03	61	61	0	0
P17-105	833991,96	1178848,33	66	65	0	0
P17-106	833986,47	1178848,79	62	64	0	0
P17-107	833981,91	1178849,53	67	67	2	0
P17-108	833969,06	1178850,37	66	65	0	0
P17-109	833962,64	1178850,7	69	68	0	0
P17-112	833979,44	1178839,05	64	67	0	0
P17-113	833984,93	1178838,52	62	62	0	0
P17-114	833990,43	1178838,03	64	64	0	0
P17-115	833995,93	1178837,56				
P17-116	834001,42	1178837,1				
P17-117	834006,92	1178836,6	65	67	0	
P17-118	834015,15	1178835,67	67	68	0	0
P17-202	834001,13	1178847,63	66	66	0	0
P17-207	833969,06	1178850,37	67	72	0	0
P17-209	833968,51	1178841,08	67	66	0	0
P17-212	833984,93	1178838,52	69	69	0	0
P17-216	834015,15	1178835,67	62	64	0	0
P17-302	834001,13	1178847,63	79	83	0	0
P17-305	833986,47	1178848,79	66	79	0	0
P17-309	833968,51	1178841,08	71	69	0	0
P17-311	833979,44	1178839,05	66	66	0	0
P17-313	833995,93	1178837,56	66	63	0	0
P19-103	834002,44	1178804,85	60	62	0	0
P19-104	833996,92	1178804,92	59	60	0	0
P19-106	833991,88	1178805,5	64	63	0	0
P19-107	833986,65	1178805,99	56	60	0	0
P19-108	833982,87	1178806,08	59	62	0	0
P19-114	833966,97	1178808,89	61	63	0	0
P19-118	833956,5	1178811,12	64	65	0	0
P19-119	833956,4	1178806,76	65	68	2	
P19-122	833955,59	1178790,64	61	65	0	0
P19-124	833961,06	1178790,38	61	61	0	0
P19-129	833966,68	1178765,27	63	65	0	0
P19-137	833978,99	1178790,38	65	67	0	
P19-138	833975,01	1178790,96	69	64	6	0
P19-143	833980,51	1178770,08	57	60	0	0
P19-144	833980,58	1178764,12	53	55	0	0
P19-237	833980,54	1178796,29	68	71	0	0
P31-102	834054,32	1178950,65	69			
P31-107	834063,01	1178957,86	62	64		

Tabla 2. Niveles de ruido y concentraciones de CO continuación

Bloque/Punto	X	Y	Niveles de ruido [dB(A)]		Concentración CO [ppm]	
			Jornada		Jornada	
			Pico	No pico	Pico	No pico
P31-108	834048,5	1178958,99	64	66		
P31-109	834035,64	1178958,3	64	66		
P31-202	834065,09	1178964,2	60	62		
P31-207	834052,32	1178967,59		65		
P31-208	834046,07	1178969,94	62	60	0	0
P31-210	834047,11	1178964,99	62	59	0	0
P31-211	834046,94	1178959,16	66	64	0	0
P31-212	834046,59	1178954,82	64	65	0	
P31-301	834062,78	1178947,23	63	65	0	0
P31-302	834065,88	1178942,66	62	58	0	0
P31-303	834070,22	1178942,31	55	56	0	0
P31-304	834070,39	1178945,09	59	56		0
P31-308	834071,52	1178956,99		59		0
P31-310	834069,09	1178959,86	59	62	0	0
P31-327	834039,9	1178953,34	61	61	0	0
P42-102	834037,36	1178682,14	64		8	
P42-104	834044,8	1178670,6	74	65	0	0
P42-105	834041,27	1178689,46	69	71	0	0
P42-106	834020,49	1178691,57	72	76	0	0
P42-107	834016,39	1178691,7	73	62	0	0
P42-202	834021,04	1178674,76	68	68	0	0
P42-203	834022,6	1178690,33	59	60	0	0
P42-204	834020,49	1178691,57	61		0	
P42-208	834038,91	1178671,78	63	63	6	0
P42-302	834021,04	1178674,76	58	61	0	0
P42-303	834017,07	1178675,13	60	59	0	0
P42-304	834017,45	1178679,85	60	63	0	0
P42-305	834021,48	1178679,72	60	62	0	0
P42-313	834044,8	1178688,78	59	57	0	0
P42-315	834040,46	1178685,62	59	62	0	0
P42-317	834043,32	1178676,44	60		0	
P42-319	834038,91	1178674,95	59	63	0	0
P58-101	834054,18	1178798,21	67	68	0	0
P58-102	834062,44	1178797,36	68	68	0	0
P58-103	834068,4	1178797,07	72	67	2	0
P58-106	834066,9	1178784,31	65	71	0	0
P58-107	834061,59	1178784,35	66	67	0	0
P58-108	834053,71	1178784,95	66	63	0	0
P58-201	834054,18	1178798,21	67	67	0	0
P58-202	834062,44	1178797,36	66	64	0	0
P58-203	834068,4	1178797,07	67	66	0	0
P58-206	834066,9	1178784,31	69	66	0	0
P58-207	834061,59	1178784,35	63	63		
P58-208	834053,71	1178784,95	64	67	0	0

4. Conclusiones

Las diferencias entre los niveles máximos y mínimos obtenidos entre la jornada pico y la jornada no pico, en general, oscilan entre uno y tres dB(A), es decir, no hay grandes diferencias, pese a que una diferencia de 3 dB(A) significa aumentar el doble de la energía o el doble del nivel de ruido, lo que permite suponer, que el ingreso de vehículos a la institución no tiene mayor incidencia en los niveles de ruido hallados.

En cinco de los bloques evaluados los niveles máximos de ruido sobrepasan los 70 dB(A); aún así, los demás valores obtenidos están muy cercanos a este valor.

En el bloque P15, zona de estudio, los niveles de ruido tienden a ser considerablemente altos, oscilando entre 69 y 74 dB(A), con poca variación entre los mismos

En los bloques P19 y P31, donde se ubican la mayoría de docentes y personal administrativo, los niveles de ruido están por debajo del valor límite establecido en la norma vigente, aunque con niveles máximos cercanos.

En los bloques P13 y P17, los niveles de ruido son altos, dada su oscilación entre 58 y 78 dB(A) y entre 61 y 79 dB(A), en su orden; se trata de espacios destinados para aulas y oficinas ubicados muy cerca de la avenida regional.

Las concentraciones de monóxido de carbono fueron evaluadas en valores de cero (0) ppm, valores explicables teniendo en cuenta la alta difusividad del contaminante a medida que se aleja de la fuente, su mayor dilución y factores mecánicos asociados al movimiento de la masa contaminante que favorece su dispersión.

Se hace necesario implementar programas

y medidas de control que conlleven a mitigar el efecto de la contaminación por ruido en las áreas críticas institucionales.

Para mantener como mínimo las condiciones encontradas y no generar aumentos en los niveles de ruido, se recomienda mantener la restricción que impone el programa "Pico y Placa" para los vehículos durante todo el día, el cual corresponde al mismo fijado por la Secretaría de Transportes y Tránsito del Municipio de Medellín, pero sólo para el primer día; se propone, además implementar medida equivalente para las motocicletas.

Algunas medidas que pueden ayudar a mitigar los efectos de los niveles de ruido en la institución pueden ser: la definición de parqueaderos adecuados para las motocicletas; el mejoramiento de las vías de acceso para los peatones, lo cual busca no sólo disminuir el riesgo de accidente sino los niveles de ruido emitidos por parte de los vehículos que circulan de forma desorganizada; ubicación de barreras verdes, especialmente en sitios que lindan con vías principales, que a su vez puedan mejorar la estética de la zona; y, finalmente, realizar cambios en los materiales de la ventanería para incrementar el aislamiento de la población expuesta.

Los resultados del estudio deben tenerse como base para la definición de políticas y programas de ordenamiento físico-espacial en la institución.

Los resultados obtenidos y la metodología desarrollada son aplicables en otras instituciones educativas que se encuentran ubicadas en sectores con características similares en cuanto al flujo vehicular, y que en consecuencia presenten problemas ambientales similares.

Bibliografía

Acevedo, J.f., Yepes, C., y Posada, E. El ruido y su relación con el tráfico en el centro de Medellín. Contaminación Ambiental, No. 4, CIDI, UPB, Medellín, 1978. pp. 26-34.

Acgih. TLVs and BEIs. Cincinnati: s.n., 2005. p. 18

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Programa de vigilancia y mejoramiento de la calidad del aire del valle de Aburrá. UPB, U de A, Politécnico, 1997

Amaya, O. La protección del medio ambiente en la Constitución Política de 1991. Lecturas sobre derecho del medio ambiente. Tomo II. pp. 129 - 160, 2001

Congreso de Colombia. Ley 99 del 22 de Diciembre de 1993.

Delucchi y Hsu. The External Damage Cost of Direct Noise from Motor Vehicles, California University. En: <http://www.uctc.net/papers/324.pdf>, 1996.

Henao, E. Vigilancia de la calidad del aire en el valle de Aburrá. Seminario Experiencias en Diseño de Redes de monitoreo para la Calidad del Aire. Tunja. Octubre, 1996.

Lacasaña, M. *et al.* Evolución de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina. Revista de Salud Pública de México, Vol. 41, N° 3, pp. 203 -215, mayo-junio de 1999.

Miyara, Federico. Pautas para una ordenanza sobre ruido urbano, Argentina. En: <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/ordenan1.htm>, 1999.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia, Resolución 2400 22 de mayo de 1979.

Ministerio de Salud de Colombia, Resolución 8321 de agosto de 1983.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, Resolución 0627 del 7 de abril de 2006.

Municipio de Medellín, Secretaría del Medio Ambiente, en convenio con REDAIRE. Concentraciones de monóxido de carbono y de la intensidad de ruido en el centro de la ciudad de Medellín. Octubre de 2004.

Paternina Rosso, Amalio. El factor de riesgo del ruido y sus efectos en la capacidad auditiva de los conductores de buses del transporte urbano vinculados a la empresa cooperativa Tucura de la ciudad de Montería. Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia. Medellín. Trabajo dirigido de grado. 150p, 1999

Posada, Enrique *et al.*, 1982. Estudio de CO en Medellín, UPB.

Puerta S., Jorge y Quinchía H., Rigoberto. Evaluación y control de ruido industrial. Medellín: Litografía Dinámica, p. 20, 1991.