

INTRODUCCION

El aire no sólo se contamina con partículas sólidas o gaseosas, el ruido también provoca contaminación y se denomina contaminación acústica (COPESA, 2005); la definición de ruido es muy variada, algunos expertos definen ruido simplemente como "sonido indeseado,"(Chepesiuk, 2005), sonido perjudicial, perturbador o dañino para quien lo percibe (Granada, 2005).

A diferencia de la visión, nuestro sistema auditivo esta siempre abierto al mundo, lo que implica una recepción continuada de estímulos y de informaciones sonoras de las que no podemos sustraernos (Granada, 2005).

Son muchas y variadas las fuentes que generan ruido, además, un exceso de contaminación auditiva puede producir efectos nocivos sobre la salud de las personas, desde intranquilidad y disminución del potencial productivo, hasta pérdida de la capacidad auditiva, por lo cual hay que otorgarle a este problema la atención que realmente merece (Sierra, 2000).

Con el presente trabajo de investigación, se pretende generar información básica sobre la contaminación acústica generada por el tráfico automotor en el Municipio de Armenia, que sea de utilidad para el diseño de planes y seguimiento de medidas adecuadas para la protección acústica de las personas que diariamente

laboran en las principales vías de la ciudad. Para ello, Inicialmente se darán unas generalidades sobre el ruido y la contaminación acústica desde sus características más relevantes, así como su forma de medición; además de una descripción de la reglamentación existente en Colombia para el control y la prevención del ruido y los efectos en la salud hacia las personas que se ven expuestas a este tipo de contaminante.

Más adelante se describe en forma detallada los procedimientos y la metodología utilizada para medir la contaminación acústica en la ciudad de Armenia, incluyendo la selección de los sitios, el procedimiento de recolección de datos y el diseño del material pedagógico.

Se presentan los resultados obtenidos y su respectivo análisis, para ello se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS 5.0 Plus.

Finalmente se presentan las conclusiones y unas recomendaciones pertinentes que servirán como referente a posteriores estudios.

Para efectos de claridad, los conceptos ruido, contaminación acústica, contaminación sonora y presión sonora, serán considerados sinónimos.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Determinar los niveles de presión sonora generados por el tráfico automotor en el Municipio de Armenia, Quindío.

1.2 ESPECIFICOS

Identificar la zona del municipio de Armenia que genera mayor impacto, de acuerdo al nivel de presión sonora registrado.

Identificar el tipo de móvil que genera mayor contaminación acústica en el Municipio.

Hallar los niveles de presión sonora generados según horario y sitio de muestreo.

Indagar sobre estudios de morbilidad por ruido automotor en la ciudad de Armenia

Elaborar material de soporte que sirva de información para ser incluida en el informe ambiental y estado de los recursos naturales del departamento del

Quindío vigencia 2005 - 2006 a presentar a la asamblea departamental por parte de la contraloría general del departamento del Quindío.

Elaborar material pedagógico para distribuir en la Corporación Autónoma Regional del Quindío, Secretaría de Tránsito de Armenia, Secretaría de Salud Pública Municipal de Armenia, Instituto Seccional de Salud del Quindío y la Universidad del Quindío.

2. JUSTIFICACION

El ruido ambiental causado por el tráfico vehicular, por las actividades industriales y las derivadas del entretenimiento, constituyen uno de los principales problemas medioambientales, aún así, las acciones destinadas a reducirlo han sido menos priorizadas que las destinadas a otros tipos de contaminación como las del agua o las del aire (Ferrán, 2003).

Diversos estudios de la Organización Mundial de la Salud señalan que el ruido puede provocar distintas clases de respuestas reflejas, que si se mantienen, generan en el sujeto patrones de inadaptación psicofisiológica con repercusiones neurosensoriales, endocrinas, vasculares y digestivas. También son causa de trastornos del equilibrio, sensación de malestar y fatiga, que pueden alterar los niveles de rendimiento (ACODAL, 2005), además de llegar a dañar el oído y conducir a otras reacciones psicológicas y posiblemente patológicas (C.R.Q. 2004).

Los estudios realizados para evaluar este tipo de contaminación en su mayoría se orientan hacia las fuentes de ruido industrial y comercial, pero poco es lo que se tiene sobre una de las fuentes de ruido más populares en nuestro medio ambiente, el tráfico vehicular (Corrales et al., 1999), contando que ya hace unos 30 años se

sabe con certeza que cuando el ruido del tráfico supera unos límites críticos provoca graves molestias (Schade, 2003).

La ciudad de Armenia ha sufrido una transformación evidente, expresado no sólo en su expansión urbana, actividad económica, diversificación de la industria manufacturera, sino en el desarrollo de nuevas vías y medios de transporte, lo que ha incrementado la actividad vehicular en los últimos años.

El DANE reportó que para el transporte público urbano de pasajeros durante el primer trimestre de 2005 el promedio mensual de vehículos afiliados (buses y busetas) en Armenia, presentó una disminución del 1.0% respecto a similar período de 2004, en tanto que entre el segundo trimestre de 2004 y el segundo trimestre de 2005 se registró una variación de 0.5%, al pasar de 339 a 341 vehículos.

Respecto a la cantidad de buses que diariamente circulan por la ciudad se tiene que Buses Armenia S.A., cuenta actualmente con un parque automotor de 174 vehículos, la Cooperativa de Buses Urbanos del Quindío (COOBURQUIN) cuenta con 145 buses, mientras que Buses Urbanos Ciudad Milagro cuenta con 69 vehículos, para un total de 388 buses de las principales empresas de Armenia.

La cantidad de taxis en Armenia es significativa, superando inclusive los 3000 tan sólo con las empresas Flota El Faro, Cooperativa de Motoristas y Radio Taxi del Quindío S.A.

Cabe mencionar, que en la ciudad hay un promedio de 1.195 motocicletas, según cifras de la Secretaría de Tránsito.

La intervención de los automotores se ha convertido en un factor de presión sobre la calidad del aire, evidenciado no sólo en la emisión de sustancias contaminantes tales como CO₂ , óxidos de nitrógeno , azufre, plomo, entre otros, sino en los niveles de presión sonora; sin embargo, son pocos los estudios realizados sobre la contaminación acústica por fuentes móviles en la ciudad de Armenia, por lo cual se hace necesario mediante mediciones de ruido en las zonas urbanas del Municipio, establecer el estado actual de los niveles de presión sonora por tráfico automotor, determinar el impacto generado por este tipo de contaminación e identificar posibles molestias hacia los habitantes.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la revolución industrial, el ruido urbano ha aumentado por la introducción de máquinas, de vehículos y por el aumento de la propia densidad poblacional (Contraloría General de Medellín, 2003) además, es considerado por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante en la medida que es una consecuencia directa no deseada de las propias actividades que se desarrollan en las mismas (Flores y Sánchez, 1998); la contaminación por ruido es un problema al que se le está empezando a tomar importancia, pues ya existen estudios estadísticos que describen la influencia del ruido en el comportamiento de los seres humanos (Corrales et al., 1999).

Dentro de las principales fuentes de ruido urbano se encuentra el automotor y a diferencia de otros problemas ambientales, la contaminación acústica sigue en aumento y produce un número cada vez mayor de reclamos por parte de la población. Ese incremento no es sostenible debido a las consecuencias adversas, tanto directas como acumulativas, que tiene sobre la salud, además de repercusiones socioculturales, estéticas y económicas (Berglund et al., 1999).

En este sentido, puede considerarse esta circunstancia como un hecho preocupante en el municipio de Armenia, ya que el impacto de la generación de

ruido finalmente se refleja en la calidad del ambiente urbano y en consecuencia en la calidad de vida de sus habitantes, especialmente en los que por diferentes situaciones habitacionales se ven expuestos al mismo permanentemente, si se tiene en cuenta que no se tienen bases científicas para tomar las medidas pertinentes a corto, mediano y largo plazo en la ciudad.

4. ESTADO DEL ARTE

La presencia del sonido en el entorno es un hecho tan común en la vida diaria actual que raramente se aprecian todos sus efectos (Ferran, 2003). De hecho, hoy es difícil escapar del sonido totalmente (Chepesiuk, 2005), teniendo un impacto decisivo sobre el ser humano, no sólo porque hace posible la comunicación, sino porque le permite adquirir información contextual o ambiental sobre el medio en el que se halla inmerso (Miyara, 2001).

Esa información abarca desde los componentes específicamente sonoros del ambiente acústico hasta las cualidades espaciales; pero juntamente con estas percepciones auditivas agradables, aparece también el sonido molesto, incluso perjudicial, que puede limitar la vida de relación de manera irreversible (Ferran, 2003).

El ruido viene siendo un problema para la humanidad muy antiguo, existiendo referencias escritas sobre este problema ya desde la época de la Roma Imperial, donde existían normas para controlar el ruido emitido por las ruedas de hierro de los vagones que golpeaban las piedras del pavimento y perturbaban el sueño y molestaban a los romanos (Biblioteca de consulta, 2005).

En algunas ciudades de Europa medieval no se permitía usar carruajes ni cabalgar durante la noche para asegurar el reposo de la población (Berglund et al, 1999).

Como señalan García y Garrido (2003), en la ciudad de Sibaris en la Antigua Grecia (600 a.C.), los artesanos que trabajaban con el martillo eran obligados a desplazarse fuera de las murallas de la ciudad para evitar las molestias a los otros ciudadanos (De Andrés, 2003).

En la Roma del siglo I, Plinio el Viejo nos dejó escrito en su tratado *Historia Natural* la observación que hizo de personas que vivían junto a las cataratas del Nilo, muchas de las cuales sufrían sordera (Muñiz, 2004).

Bastantes años después, Bernardino Ramazzini, un pionero de la medicina del trabajo, advertía en su libro clásico *De Morbis artificum* (1713) del riesgo que tenían algunos trabajadores como herreros de sufrir sordera (De España, 2000 en Ferran, 2003).

Aunque el ruido en todo momento ha formado parte de la vida del ser humano, sólo desde hace aproximadamente dos siglos comienza a percibirse como un grave problema (De Andrés, 2003); las primeras normas conocidas relativas a la contaminación acústica datan del siglo XV, pues en la ciudad de Berna se prohibió

circular con carretas en mal estado para no perturbar la tranquilidad (Ruiz, 1970 en Ferran, 2003).

Haberman estudia la anatomía patológica de una cóclea de un calderero, y otros investigadores en el siglo XX provocan en cobayas o conejillo de indias (*Cavia tschudii*) lesiones inducidas por ruidos crónicos y hacen estudios del oído interno (Ferran, 2003).

Los problemas del ruido del pasado no se comparan con los de la sociedad moderna; desde la primera mitad del siglo XIX el entorno acústico de la civilización tuvo una transformación radical (Sexto 1999), resultado en principio del desarrollo industrial que trajo consigo no sólo el progreso de la sociedad sino también muchas formas de contaminación.

El grado de contaminación acústica que en la actualidad se padece, se ha convertido en una de las principales preocupaciones ambientales, especialmente en las zonas urbanas (De Andrés, 2003), ya que el progreso técnico, la proliferación de los medios de transporte, el hacinamiento, los hábitos culturales y el crecimiento urbano carente en muchos casos de una planificación adecuada han contribuido en gran medida a la degradación acústica del medio, y al deterioro de las relaciones entre la persona y su entorno (Granada, 2005).

Las principales fuentes de contaminación acústica en la sociedad actual, provienen del tránsito, considerado como uno de los problemas ambientales más significativos y extendidos (Schade, 2003; Miyara, 2005), sin embargo, el número de quejas recibidas por las autoridades acerca del ruido producido por el tráfico suele ser menor que los que conciernen al ruido industrial o incluso al ruido que producen los vecinos (O`Cinnéide, 1999).

Para los países europeos como España, ya se empiezan a aplicar normas para prevenir y mitigar los efectos de la contaminación acústica; son bastantes los artículos en los que se describen los efectos de esta problemática ambiental.

Un estudio realizado por la OCU (Organización de Consumidores y Usuarios) en tres barrios de Madrid reveló que los niveles de contaminación acústica superan los recomendados por la OMS, considerando que después de Japón, España es el país con mayor contaminación acústica, donde nueve millones de personas, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) están expuestas a los potenciales efectos negativos de este contaminante (Sainz, 2004).

En la Unión Europea alrededor del 40 % de la población están expuestos al ruido del tránsito con un nivel equivalente de presión sonora que excede 55 dB(A) en el día y 20 % están expuestos a más de 65 dB(A) (Berglund et al, 1999); además, se estima que el ruido ambiental como efecto de las actividades humanas se ha

duplicado en todos los países miembros en los últimos años, hasta el punto que hoy los expertos consideran la contaminación acústica como una de las más molestas y de las que mayor incidencia tienen sobre el bienestar ciudadano (Granada, 2005).

Para Latinoamérica la situación del ruido no es ajena, en Argentina, caso específico ciudad de la Plata, en un estudio de impacto ambiental vial realizado por la universidad Tecnológica Nacional de Argentina indicó que el 80 % de la contaminación sonora de la ciudad se debe a la circulación de automóviles (Rivera et al, 2002).

Otro estudio realizado por Corrales et al, en 1999 en la ciudad de Panamá muestra como los niveles de ruido provenientes del tráfico vehicular violan el decreto No. 150 del 19 de febrero de 1971 del ministerio de salud de Panamá en donde se establece límites de 85 dB(A) de ruido ambiental.

En Santiago de Chile el 70% de los ruidos molestos provienen del tráfico vehicular, según la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) la cual remarca que, el ruido presenta grandes diferencias respecto de otros contaminantes, pues en últimas es el contaminante más antiguo y más fácil de generar (Sexto, 1999), el más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido (Simeone, 2005).

En Ecuador para el 2005 la Dirección Metropolitana de Ambiente (DMA), con la ayuda de la Universidad Central inició una campaña ambiental para el control del ruido, difundiendo la ordenanza Metropolitana 123 en cuatro centros de revisión y control vehicular donde establece que esta prohibida la emisión de ruidos en las zonas urbanas del distrito y cualquier dispositivo sonoro, excepto para ambulancias, bomberos y policía. Por otra parte, apenas se están realizando las coordinaciones con la policía y las comisarías municipales para iniciar los controles de las fuentes móviles de ruido (Pérez, 2005).

Para Colombia, la contaminación sonora es un tema que hasta ahora viene a tomar fuerza, aún cuando la reglamentación existente data desde hace varios años; en las ciudades de Bogotá y Cali se están tomando las medidas respectivas para mitigar los efectos que produce los niveles altos de presión sonora.

En Bogotá, el ruido generado por el parque automotor supera ampliamente los niveles permisibles, con niveles sonoros que fluctúan entre 76 a 84 dB(A) en las intersecciones viales, punto de mayor concentración acústica de esta fuente (González y Ramos, 2005); una evaluación a los agentes de tránsito en esta ciudad, encontró que uno de cada quince presenta pérdidas parciales auditivas debido al ruido (Misión siglo XXI, 1996, citado por Gómez, 2005).

El Instituto Nacional para Sordos (INSOR) en Bogotá, esta adelantando un programa piloto para educar a la ciudadanía en torno a los efectos del ruido sobre

la salud humana mediante talleres, donde se le explica a la comunidad en general, cómo se pueden reducir los niveles de ruido, los daños que causa y la legislación existente sobre el tema (AUPEC, 1997).

Otro elemento importante para la ciudad de Bogotá es la campaña del “día sin carro” que se viene adelantando desde el año 2000, arrojando resultados significativos en cuanto a reducción de contaminantes sobre la atmósfera y la disminución de los niveles de ruido en la ciudad; sin embargo, las jornadas sólo duran un día, la actividad vehicular toma su curso nuevamente y vuelve la emisión normalizada de contaminantes al ambiente.

Teniendo en cuenta lo anterior, la personería de la ciudad le llamo la atención al Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) por la falta de control a los niveles de contaminación auditiva de la ciudad y pidió el diseño de una campaña sobre los problemas que produce el ruido (Vargas, 2006).

En el Valle del Cauca la gran cantidad de automóviles y motos es la causa principal de los altos niveles de contaminación atmosférica (Moller, 2004); Cali es una de las ciudades más ruidosas, para el año 2005 se incrementaron los casos de impacto auditivo; así lo demostró un estudio realizado por el Departamento Administrativo para la Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), en el que además se concluye que en la ciudad los niveles de ruido sobrepasan los decibeles permitidos por la Organización Mundial de la Salud, donde el límite superior

deseable es de 50 decibeles, mientras que en la capital azucarera los indicadores ascienden a 65 decibeles y llegando inclusive a los 89 dB(A)(EL PAIS, 2005).

En ciudades como Barranquilla el ruido alcanza niveles de 95 dB en horas del medio día, en las zonas cercanas a las vías del centro; en Pereira, las mediciones realizadas en 1992 en la popa, alcaldía y aeropuerto registraron un valor promedio de 92 dB durante el 70% del tiempo; en Medellín, se presenta un nivel promedio de ruido de 87 dB a las 7:30 a.m. y a las 10:30 a.m. (Sánchez, 2002).

En el departamento del Quindío, cada uno de sus municipios exceptuando Armenia y Calarcá, presentan un nivel de ruido inferior a 65 dB que es el valor máximo para estas áreas, así lo reporta la Corporación Autónoma Regional en el plan de acción trienal 2004-2006, en su sección de calidad integral del aire.

Los niveles de ruido exterior para el Municipio de Calarcá, presenta unos niveles diurnos entre 66 dB(A) y los 70.9 dB(A) sobre la Avenida Colón y la Plaza Principal, mientras que en la zona central se encuentra entre los 71 dB(A) y los 80.9 dB(A) (C.R.Q., 2005).

Para Armenia, son muy pocos los estudios realizados en fuentes móviles, sólo se han realizado monitoreos de ruido en fuentes fijas de emisión, tanto para Armenia como en los demás municipios, los cuales ya cuentan con sus respectivos mapas de ruido diurno y nocturno (C.R.Q., 2005).

Un estudio de contaminación ambiental realizado por Torres et al, en 1994 para el municipio de Armenia reportó un incremento en los niveles de presión sonora sobrepasando los niveles permisibles, con 85.32 dB(A) como el nivel más alto, y 61.43 dB(A) como el más bajo correspondiente a un solo sitio; presentándose diferencias significativas entre los sitios y las horas de muestreo.

En el año 2000 la C.R.Q. elaboró una evaluación preliminar del estado de los recursos naturales en el Departamento del Quindío donde reporta que los niveles de presión sonora que se presentan en la ciudad de Armenia son originados principalmente por las motocicletas, pero no establece una descripción clara de los decibeles para cada tipo de móvil.

En definitiva, la contaminación por ruido afecta directamente el derecho colectivo a un medio ambiente sano, por lo que modernamente se le considera como uno de los factores de deterioro ambiental (IDEAM, 2001). Además, en comparación con otros contaminantes, el control del ruido ambiental se ha limitado por la escasa información sobre la relación dosis – respuesta y la falta de criterios definidos.

Si bien se considera que la contaminación acústica es principalmente un problema de “lujo” en los países desarrollados (Berglund et al., 1999), no se puede pasar por alto que la exposición es a menudo mayor en los países en desarrollo como el nuestro.

5. MARCO TEORICO

5.1 EL RUIDO

Ruido viene del latín “*rugitus*”, rugido (Comité científico, 2000) y aunque es considerado como el contaminante mas común (Rassmusen, 2003) definirlo con precisión es difícil, sin embargo, todos los conceptos se asocian a un sonido molesto, no deseado, o como un sonido cuyo nivel de presión sonora sobrepasa las normas establecidas para no afectar la salud (Zeledón, 2002).

El nivel en que un ruido pueda ser molesto no sólo depende de la calidad del sonido, sino también de nuestra actitud hacia él (Flores et al., 2002), en cierta medida el ruido tiene un carácter subjetivo, pues para cada persona el grado de molestia es diferente, como señala Baigorri (1995) en su “*sociología del ruido*” el carácter de ruido viene dado por el componente cultural, e incluso hay una gran variabilidad cultural en su apreciación.

Algunas personas pueden tolerar ruidos fuertes porque la susceptibilidad individual es variable de persona a persona, sin embargo los daños en la audición y los problemas extra auditivos hacen su aparición con el tiempo.

5.2 LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

La denominada contaminación auditiva o acústica, se entiende como la emisión de ruidos que atentan contra la salud, la seguridad de los seres vivos o el disfrute de la naturaleza (Sierra, 2000), pues el ruido no sólo es una forma de contaminación (Sánchez, 2000) sino uno de los más importantes problemas ambientales y de las principales causas del empeoramiento de la calidad de la vida. (De Castro y Aloj, 2005).

En el ámbito mundial, cada vez son más los países industrializados y en vía de desarrollo que no sólo han identificado la amenaza que el ruido representa en el bienestar humano, sino en todo el medio ambiente (Flores et al., 2002). La expresión contaminación por ruido engloba una infinidad de problemas que de una u otra forma se sufre a diario: el tráfico de los automóviles, los trenes y aviones (Viñolas, 2002).

Muchos países han reglamentado el ruido urbano del tránsito, a través de normas de emisión y reglamentos; para Colombia, Aún se encuentra la resolución 08321 del 1983 del ministerio de Salud Nacional, en la cual se especifican los niveles admisibles de presión sonora (Anexo A) y el decreto 948 de Junio de 1995 que reglamenta el control de la contaminación acústica.

5.2.1 Clasificación de fuentes

De acuerdo al Decreto 948 de 1995 Art. 18 las fuentes de contaminación atmosférica pueden ser de dos tipos principales:

Las fuentes fijas que pueden ser puntuales, dispersas o áreas-fuente (Locales comerciales, bares) y las fuentes móviles que pueden ser aéreas (aviones), terrestres (automóviles, motos, buses de servicio público), fluviales y marítimas.

En la tabla 1 se presentan algunos ejemplos de las intensidades de ruido en dB que generan diversas fuentes.

Tabla 1. Intensidades de ruido y su fuente de origen

INTENSIDAD (dB)	RUIDOS
180	Misiles, forjas de fundiciones
160 -170	Ametralladoras
140 -150	Jets
130	Cañones, aviones
120	Coches de carreras, campanas, sirena
110	Motocicletas, claxon
100	Tren, fundición, tráfico intenso
90 -100	Motores pesados
90	Maquinas textiles, trafico medio
80	Despertador, tranvía
70	Televisión a alto volumen
50 -60	Voz humana elevada
30 -40	Conversación educada
10 -20	Murmullo

Fuente: OMS, 1999

5.3 TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DEL RUIDO

5.3.1 Escalas de Ponderación

La ponderación de frecuencia en un sonómetro altera las características de la respuesta de frecuencia de acuerdo con las especificaciones de una norma nacional o internacional. Así, la indicación de un instrumento para medir el nivel sonoro, para un nivel determinado de presión sonora de entrada depende de la frecuencia del sonido que llega al micrófono y de la ponderación de frecuencia seleccionada (Johnson et al, 1995).

Ponderación A

Muchos años de estudio y experiencia práctica han demostrado que los niveles sonoros con ponderación A ofrecen una correlación adecuada con varias respuestas humanas (de personas o grupos en una comunidad) para distintos tipos de fuentes de ruido. En consecuencia, esta ponderación de frecuencia es la más utilizada.

La unidad del nivel sonoro con ponderación A es el decibelio, con el símbolo de unidad dB. Cuando se utiliza la ponderación A, la cantidad ha de describirse como nivel sonoro con ponderación A y hay que incluir la extensión del período temporal

para que se promedia (por ejemplo, un nivel sonoro con ponderación A de 72 dB para una media de 5 minutos); a veces, el símbolo de la unidad dB va seguido de la letra A entre paréntesis para indicar que se ha utilizado la ponderación A; en este caso es importante incluir el paréntesis y la A mayúscula [por ejemplo, un nivel sonoro de 72 dB(A)]; sin embargo la unidad sigue siendo el decibelio.

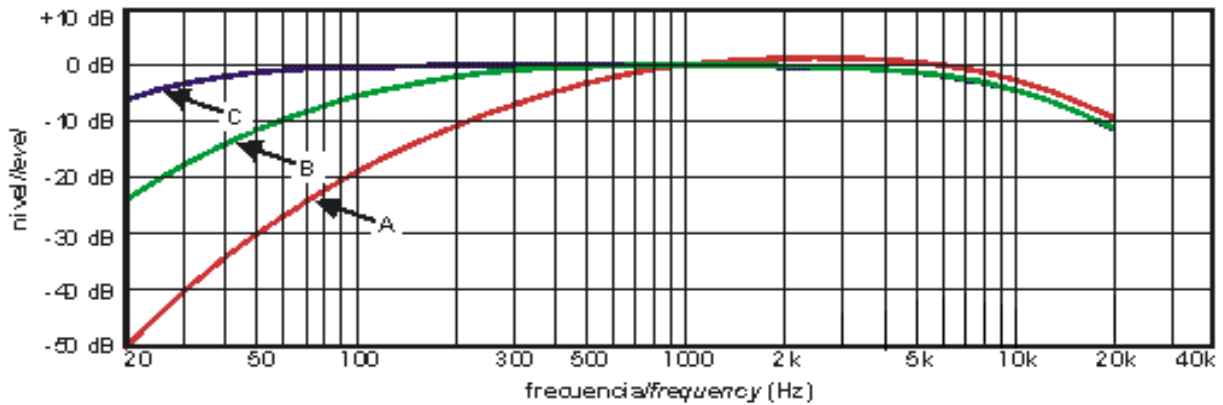
Ponderación B

La ponderación B ya no suele incluirse en los instrumentos de medida acústica. La ponderación B se usa para niveles intermedios y es similar a la curva A, excepto porque la reducción de bajos es mucho menor, aunque todavía significativa (-10 dB a 60 Hz). Estudios recientes demuestran que es la mejor ponderación para usar en la medida de niveles de escucha musical (Johnson et al, 1995).

Ponderación C

A menudo, si un sonómetro no incluye la ponderación “plana o lineal”, la ponderación C se utiliza para una medición “global” o la banda ancha del nivel sonoro. Cuando se usa la ponderación C, el símbolo de la unidad dB es seguido de la letra C entre paréntesis para indicarlo [por ejemplo, un nivel sonoro de 72 dB(C)]; sin embargo la cantidad sigue siendo un nivel sonoro con ponderación C y la unidad el decibelio.

Figura 1. Comparación entre los diferentes tipos de ponderación.



Fuente: Harrys CiryI, Manual de medidas Acústicas, 1995

5.3.2 Equipos de medición

El sonómetro

El sonómetro es un instrumento diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano y dar mediciones objetivas y reproducibles del nivel de presión sonora. Existen muchos sistemas de medición sonora disponibles. Aunque son diferentes en el detalle, cada sistema consiste de un micrófono, una sección de procesamiento y una unidad de lectura (Harrys, et al, 1995).

Hay disponibles muchos tipos de aparatos distintos para medir los niveles sonoros. De entre ellos, el más utilizado es el sonómetro, un aparato para la

medida del nivel de presión sonora ponderado en frecuencia y en tiempo (a menudo abreviado como nivel sonoro). La mayoría de estos son de tamaño pequeño, poco peso y funcionan con pilas.

5.3.3 Clases de precisión de los sonómetros

Todos los sonómetros deben cumplir las normas nacionales e internacionales relevantes. Estas normas especifican los requisitos mínimos para el rendimiento acústico y eléctrico, junto con los correspondientes objetivos de diseño y tolerancias. El *American National Standard Specification for Sound Level Meters, ANSI S1.4-4983*, designa tres clases de precisión para los sonómetros, todos los cuales tienen el mismo objetivo de diseño de rendimiento; se diferencian en la tolerancia permitida para lograr los objetivos. En los instrumentos de clase 0 (tipo 0) se permiten las menores tolerancias; las mayores, en la clase 2 (tipo 2):

Clase 0 (Tipo 0): laboratorio

Clase 1 (Tipo 1): Precisión

Clase 2 (Tipo 2): propósito general

5.3.4 Calibración del sonómetro

Pistófono.

Un pistófono produce un nivel de presión sonora mediante pistones que se mueven dentro de una pequeña cavidad cerrada. El micrófono se inserta en la cavidad del pistófono cerrándola. (El micrófono ha de ser introducido y extraído de la cavidad lentamente para evitar dañar su diafragma)

Los pistones móviles varían el volumen de la cavidad a medida que son puestos en marcha a través de una leva mediante un motor accionado por una batería. El cambio de volumen produce una variación de la presión casi sinusoidal en la cavidad a una frecuencia en que la respuesta del micrófono es nominalmente plana (típicamente entre 200 y 100 Hz) (Johnson et al, 1995).

5.4 MEDICIÓN DEL RUIDO

No se puede confiar enteramente en el oído humano para la percepción de los procesos acústicos, porque las diferencias de individuo a individuo pueden ser muy grandes; además, el oído humano no puede dar una medida absoluta, representable en cifras, de las magnitudes acústicas; y finalmente, no posee una memoria fiel para el tipo y la magnitud de su percepción (Burk, 1969).

La gravedad de un problema de ruido se puede entonces determinar según la cantidad en que el nivel de ruido excede un valor umbral o estándar de criterio especificado (O' Cinneide, 1999), es por esto que resulta imprescindible objetivar el ruido cuantificándolo a través de una unidad de medida como lo es el decibel.

El instrumento básico para medición acústica del nivel de presión sonora sin tener en cuenta las frecuencias, es el sonómetro, cuyo registro se da en decibeles (dB) y está constituido internamente por un micrófono, un amplificador de señal, filtros de ponderación, rectificador de la media cuadrática y el selector de velocidades de respuesta (Rassmusen, 2003).

Para tener una aproximación de la percepción de la audición del oído humano se creó la unidad basada en el dB que se denomina decibel A (dBA); esta ponderación "A" es ampliamente utilizado en las mediciones de ruido y para determinar si los niveles sonoros emitidos cumplen o no las exigencias legales (Kogan, 2004).

5.4.1 Condiciones físicas para la medición

Torres et al (1994) considera que para las mediciones de ruido, los parámetros humedad relativa no debe ser inferior al 20% ni superior al 85% y la temperatura ambiental no inferior a 5°C ni superior a 35°C, en tanto que O' Cinneide (1999) plantea que con unos niveles de humedad hasta un 90 por 100 tienen efectos

despreciables para las mediciones del ruido y que las mediciones no se alteran a menos que la temperatura este por debajo de los -10°C o por encima de los 50°C . No obstante, los cambios bruscos de temperatura pueden ocasionar condensación en el micrófono (Hassall, 1995).

5.5 REGLAMENTACIÓN COLOMBIANA SOBRE EL RUIDO

En el orden jurídico nacional, los momentos que han marcado la evolución de la legislación ambiental son: la expedición del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente o decreto ley 2811 de 1974; la promulgación de la nueva Constitución en 1991; la aprobación de la Ley 99 en 1993; la Ley 152 orgánica de planeación en 1994; y la Ley 188 en 1995. Sin duda alguna, estos cuatro momentos resumen la evolución de la política ambiental en Colombia en materia legislativa (Sánchez, 2002).

En Colombia no existe un control eficiente al ruido (Sánchez, 2002), ni una política de protección acústica actualizada y consecuentemente, es inexistente una reglamentación que contemple los problemas ambientales acordes al cambio tecnológico y al crecimiento vertiginoso de las ciudades (Rasmussen, 2003); la legislación sobre el ruido en Colombia esta dada principalmente por el código de recursos naturales y unas normas, decretos y reglamentaciones de los ministerios de salud y del medio Ambiente.

El Código de Recursos Naturales establece que: “En la planeación urbana se tendrá en cuenta las tendencias de expansión de las ciudades para la localización de aeropuertos y demás fuentes productoras de ruidos y emanaciones difícilmente controlables” (Artículo 192).

El mismo código señala: “En la construcción de carreteras y de vías férreas se tomaran precauciones para no causar deterioro ambiental con alteraciones topográficas y para controlar las emanaciones y ruidos de los vehículos” (Art. 193).

La Constitución Política de Colombia de 1991 en su artículo 79. “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo”.

Artículo 82. “Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular.

Las entidades públicas participarán en la plusvalía que genere su acción urbanística y regularán la utilización del suelo y del espacio aéreo urbano en defensa del interés común”

La resolución No. 08321 de 1983 expedida por el Ministerio de Salud Nacional es la que reglamenta los aspectos relacionados con protección y conservación de la

audición. Esta norma establece en su artículo 17 los niveles sonoros máximos permisibles (Tabla 2).

Tabla 2. Decibeles permitidos para diferentes zonas de una ciudad

ZONAS RECEPTORAS	NIVEL DE PRESION SONORA EN DB(A)			
	PERIODO DIURNO 7: 01 21:00		PERIODO NOCTURNO 21: 01 07:00	
Zona 1. Residencial	65		45	
Zona 2. Comercial	70		60	
Zona 3. Industrial	75		75	
Zona 4. De tranquilidad	45		45	

Fuente. Ministerio de salud nacional. Resolución 08321 de 1983

También señala que “Los propietarios o personas responsables de fuentes emisoras de ruido están en la obligación de evitar la producción de ruido que pueda afectar y alterar la salud y el bienestar de las personas lo mismo que de emplear los sistemas necesarios para su control con el fin de asegurar niveles sonoros que no contaminen las áreas aledañas habitables” (Artículo 21).

Artículo 32. “Ninguna persona accionará o permitirá hacer sonar bocinas y sirenas de cualquier vehículo de motor en las vías públicas o en predios originadores de sonido innecesariamente, excepto como una señal de peligro o en casos de emergencia definidos en esta resolución”.

Artículo 36. “Ninguna persona ocasionará o permitirá la operación de vehículos de motor, motocicletas o cualquier otro similar, en la vías públicas y en cualquier momento, de tal forma que los niveles de presión de sonido emitidos por tales vehículos excedan los niveles máximos permisibles establecidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Niveles máximos permisibles para vehículos

TIPO DE VEHICULO	NIVEL SONORO dBA
Menos de 2 toneladas	83
De 2 a 5 toneladas	85
Más de 5 toneladas	92
Motocicletas	86

Fuente. Ministerio de salud nacional. Resolución 08321 de 1983.

Artículo 37. “Ninguna persona operará o permitirá la operación de un vehículo de motor o motocicleta en la vía pública sin que esté equipado por un sistema, aparato o artefacto amortiguador de ruido que opere eficientemente”.

Artículo 38. “Todo vehículo que se fabrique, importe o ensamble en el país debe cumplir con las normas del nivel sonoro permitido señaladas en el artículo 36 de esta resolución”.

Artículo 39. “para la construcción y ubicación de estaciones, terminales de vehículos de servicio público para el transporte de pasajeros y de carga; se tendrá en cuenta lo dispuesto en el respectivo plan de zonificación de la ciudad y se

establecerán las medidas de control que eviten y reduzcan al mínimo la emisión de ruido molesto o peligroso para el personal de trabajadores y para la población en general”.

Artículo 40. “Se prohíbe retirar de todo vehículo a motor los silenciadores que atenúen el ruido generado por los gases de escape de la combustión, lo mismo que colocar en los conductos de escape cualquier dispositivo que produzca ruido”.

La ley 99 de 1993 mediante la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA y se dictan otras disposiciones.

Artículo 31. Funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales numeral 12 “Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos”.

El Ministerio del medio ambiente expidió el Decreto 948 de 1995 por el cual se reglamentan la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, dentro de las cuales se destacan:

Artículo 14. Norma de emisión de ruido y norma de ruido ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente fijará mediante resolución los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y de ruido ambiental, para todo el territorio nacional.

Artículo 15. Clasificación de sectores de restricción de ruido ambiental. Para la fijación de las normas de ruido ambiental el Ministerio del Medio Ambiente atenderá a la siguiente sectorización:

1. Sectores A. (Tranquilidad y silencio): áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos.
2. Sectores B. (Tranquilidad y ruido moderado): zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, parques en zonas urbanas, escuelas, universidades y colegios.
3. Sectores C. (Ruido intermedio restringido): zonas con usos permitidos industriales y comerciales, oficinas, uso institucional y otros usos relacionados.

4. Sectores D. (Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado): áreas rurales habitadas destinadas a la explotación agropecuaria, o zonas residenciales suburbanas y zonas de recreación y descanso.

Artículo 51. Obligación de impedir perturbación por ruido. Los responsables de fuentes de emisión de ruido que pueda afectar el medio ambiente o la salud humana, deberán emplear los sistemas de control necesarios para garantizar que los niveles de ruido no perturben las zonas aledañas habitadas, conforme a los niveles fijados por las normas que al efecto establezca el Ministerio del Medio Ambiente.

Artículo 59. Claxon o bocina y ruido en vehículos de servicio público. El uso del claxon o bocina por toda clase de vehículos estará restringido, conforme a las normas que al efecto expidan las autoridades competentes.

Artículo 60 se restringe el tráfico pesado tales como camiones, volquetas o tractomulas por las vías públicas de los sectores A.

El Artículo 61 señala que: “ Quedan prohibidos la instalación y uso, en cualquier vehículo destinado a la circulación en vías públicas, de toda clase de dispositivos o accesorios diseñados para producir ruido, tales como válvulas, resonadores y pitos adaptados a los sistemas de bajo y de frenos de aire. Prohíbese el uso de resonadores en el escape de gases de cualquier fuente móvil.”.

“El uso de sirenas solamente estará autorizado en vehículos policiales o militares, ambulancias y carros de bomberos. Prohíbese el uso de sirenas en vehículos particulares. “

En el Artículo 63 del mismo Decreto se prohíbe la circulación de vehículos que no cuenten con un sistema de silenciador en correcto estado de funcionamiento.

Igualmente, en el artículo 117, Se considerarán infracciones al presente reglamento, las violaciones de cualesquiera de las regulaciones, prohibiciones y restricciones sobre emisiones contaminantes, generación de ruido y de olores ofensivos, por fuentes fijas o móviles, en contravención a lo dispuesto en el presente Decreto y en los actos administrativos de carácter general en los que se establezcan los respectivos estándares y normas.

El artículo 118 establece las sanciones que se impondrán a los vehículos infractores, entre las que se encuentran: multas, suspensión, revocatoria o caducidad de la licencia de conducción e inmovilización del vehículo.

El artículo 119 expresa: “las autoridades de vigilancia del cumplimiento de normas ambientales para vehículos automotores, las cuales tendrán a su cargo vigilar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente Decreto, aplicables a vehículos automotores”.

El Artículo 120 establece los procedimientos cuando quiera que se infrinjan las prohibiciones, restricciones o regulaciones sobre emisiones contaminantes por vehículos automotores.

Mediante el Acuerdo número 001 de 1999 se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Armenia 1999 - 2006, modificado luego por el Acuerdo número 006 de marzo 25 de 2004 en el que se expide el código de construcción del Municipio de Armenia.

El Ordenamiento del Territorio, como proceso social, comprende un conjunto de acciones político administrativas y de planificación física concertada y coherente, emprendida por el municipio para disponer de instrumentos eficaces de orientación del desarrollo en el territorio bajo su jurisdicción y la regulación de la utilización, ocupación, y transformación del espacio físico.

Dentro de las determinantes del ordenamiento territorial para el Municipio de Armenia se encuentran las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales.

5.6 EL SONIDO Y EL OIDO HUMANO

5.6.1 Naturaleza del Sonido

El sonido es el resultado de una perturbación que se propaga en un medio elástico, o como lo dedujo Pitágoras en la antigua Grecia, en el siglo VI a.C. el sonido es una vibración en el aire. Sus sucesores descubrieron que las ondas sonoras hacen que se mueva el tímpano, transmitiendo las vibraciones hacia el interior del oído (Finn, 2003).

5.6.2 Características o cualidades del sonido

- **El Tono:** viene determinado por la frecuencia fundamental de las ondas sonoras y es lo que nos permite distinguir entre sonidos graves, agudos o medios.
- **La Intensidad:** es la cantidad de energía acústica que contiene un sonido
- **El Timbre:** es la cualidad que confiere al sonido los armónicos que acompañan a la frecuencia fundamental. Esta cualidad es la que permite distinguir dos sonidos.

5.6.3 Magnitudes y unidades del sonido

Como todo movimiento ondulatorio, el sonido puede representarse por una curva sinusoidal y se pueden aplicar las mismas magnitudes y unidades de medida que a cualquier onda.

- **Longitud de onda:** indica el tamaño de una onda.
- **Frecuencia:** número de ciclos (ondas completas) que se producen unidad de tiempo. En el caso del sonido la unidad de tiempo es el segundo y la frecuencia se mide en hertzios (Ciclos/s).
- **Periodo:** es el tiempo que tarda cada ciclo en repetirse.
- **Amplitud:** indica la cantidad de energía que contiene una señal sonora.
- **Potencia:** es la cantidad de energía radiada en forma de ondas por unidad de tiempo por una fuente determinada. La potencia acústica depende de la amplitud.

5.6.4 Tipos de sonido

Los tipos de sonido son: la voz, la música y el ruido

La voz contiene una mezcla compleja de sonidos, de los que algunos (pero no todos) guardan una relación armónica entre sí. Una nota musical contiene, además de la frecuencia fundamental, tonos más agudos que son armónicos de la misma. El ruido está formado por una mezcla de muchas frecuencias diferentes dentro de un determinado rango; Los distintos ruidos se distinguen por sus diferentes distribuciones de energía en los distintos rangos de frecuencias.

5.6.5 La audición

La audición son los procesos psico-fisiológicos que proporcionan al hombre la capacidad de oír. Más allá de las ondas sonoras (física del sonido), el proceso de la audición humana implica procesos fisiológicos, derivados de la estimulación de los órganos de la audición, y procesos psicológicos, derivados del acto consciente de escuchar un sonido.

El rango de audición, igual que de visión, varía de unas personas a otras (Biblioteca de consulta, 2006); toda persona interpreta los cambios de intensidad de los estímulos sensoriales aproximadamente en proporción de una función

exponencial de la intensidad verdadera. En el caso del sonido, las sensaciones interpretadas cambian aproximadamente en proporción de la raíz cúbica de la intensidad real del sonido. Es decir, el oído puede discriminar cambios de intensidad de sonidos, desde el susurro más bajo hasta el ruido más intenso posible (Rivera et al. 2002).

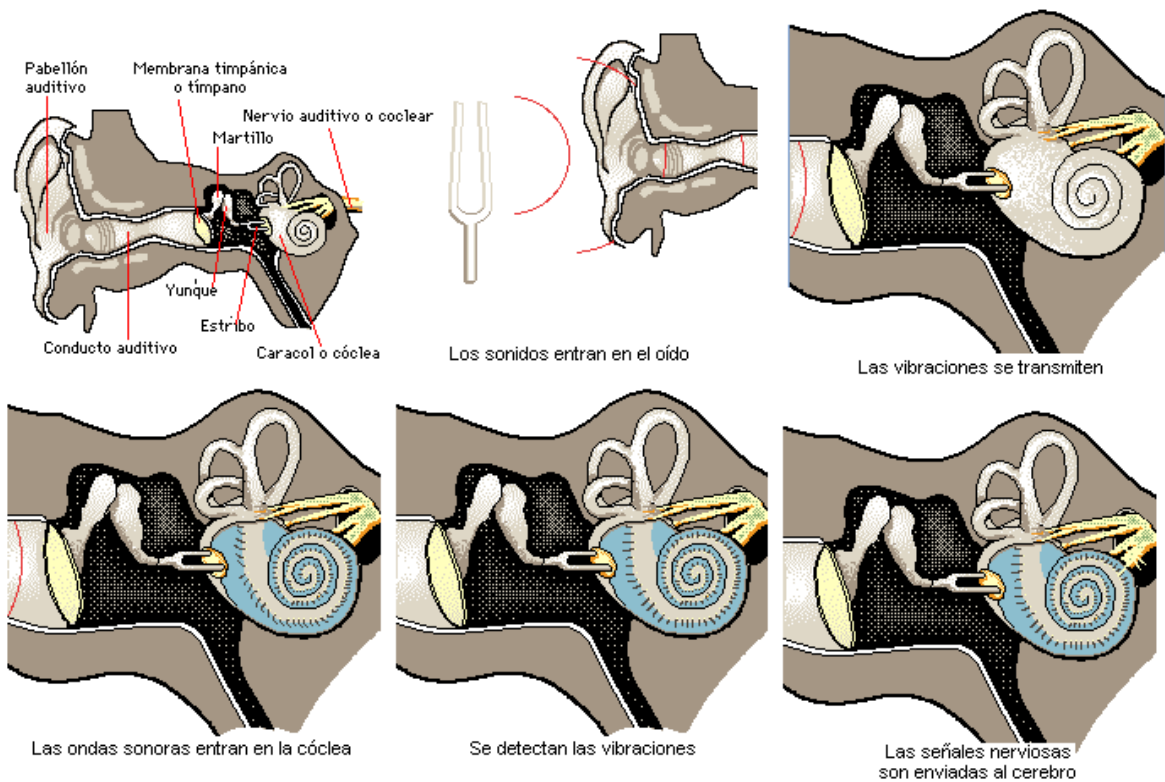
5.6.6 Percepción del Sonido

Anatómicamente, el oído humano está formado por tres secciones principales: el oído externo (pabellón y conducto auditivo), que recoge el sonido y lo convierte en movimiento vibratorio del tímpano; el oído medio (martillo, yunque y estribo) que acopla mecánicamente el tímpano con el fluido del oído interno, y el oído interno (caracol y nervio coclear) dentro de la cual se originan las señales que se transmiten al cerebro a través del nervio auditivo (Small y Gales, 1995).

El proceso de la percepción del sonido o audición se debe a la vibración de un objeto material que actúa como estímulo físico, primero, las ondas sonoras que llegan al oído modifican la presión del aire dentro del conducto auditivo, el tímpano vibra, y las ondas que produce son amplificadas y transmitidas por el oído medio a una membrana de la pared del caracol, el fluido que llena al caracol empieza a moverse, las fibras nerviosas detectan las vibraciones y transmiten señales al cerebro a lo largo del nervio coclear (Ver Figura 2.)

El órgano de Corti que se enrolla a lo largo del conducto coclear no solamente informa al cerebro que se ha producido un sonido; también informa de la frecuencia del mismo. El cerebro no sólo analiza las distintas frecuencias, sino que utiliza de forma sofisticada los patrones temporales de los impulsos nerviosos (Finn, 2003).

Figura 2. Percepción del sonido en el oído humano



Fuente: Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos

5.7 EFECTOS SOBRE LA SALUD

La presencia de sonido es circunstancial en el entorno y forma parte de los elementos cotidianos que nos envuelven, pero el sonido se puede convertir en el agresor del hombre en forma de ruido, un contaminante de primer orden que puede generar unas patologías específicas (Ferran, 2003), desde impactos directos sobre el oído hasta indirectos sobre el sueño o la comunicación e incluso consecuencias psicológicas (De Castro y Aloj, 2005).

La degradación ambiental por contaminación acústica repercute negativamente en la salud y el bienestar de las personas, aunque de manera variable en cada una de ellas. A partir de la constatación de esta realidad, la ciencia ha centrado sus esfuerzos en la determinación de los efectos concretos de los diferentes niveles de ruido en cada individuo (De Andrés, 2003).

En las últimas décadas, se han realizado múltiples estudios que demuestran la influencia negativa del ruido sobre la salud humana y a diferencia de otros agentes contaminantes, sus efectos son inmediatos y su acumulación provoca un deterioro físico, psíquico y social evidente (Zúñiga et al., 2005).

El efecto más estudiado de sobre exposición al ruido es la pérdida de la audición, que trae consigo problemas digestivos, cardíacos y de sueño; así como los de tipo emocional, social y familiar (AUPEC, 1997); Se ha calculado que alrededor del

70% de la población colombiana que reside en áreas urbanas está expuesta a sufrir lesiones del oído por ruido (González y Ramos, 2005), el problema radica en que las personas expuestas rara vez son conscientes de la relación causa – efecto, al producirse de forma lenta, aunque progresiva.

Cada uno de los efectos del ruido es producido, en mayor o menor medida, según cuál sea la naturaleza del estímulo acústico que recibe la persona (Kogan y Arenas, 2004) y depende principalmente de lo fuerte e intenso que este sea y del tiempo que demore la exposición a él (CIAS, 1996); la presión del sonido se vuelve nociva a unos 75 dB(A), dolorosa alrededor de 120 dB(A), y puede causar la muerte cuando llega a los 180 dB(A) (García, 2003).

Se pueden enumerar los efectos el ruido en:

5.7.1 Efectos auditivos

Efecto mascara: producido cuando un sonido impide o dificulta la percepción total o parcial de otro sonido.

Fatiga auditiva: es un déficit temporal de la sensibilidad auditiva que persiste cierto tiempo después de la supresión del ruido.

Acúfenos: se describen como ruidos, que aparecen en el interior del oído por alteración del nervio auditivo, causando en la persona que los sufre ansiedad y cambios de carácter.

Pérdida progresiva e inconsciente de la audición: cuando los oídos están expuestos a ruidos extremadamente fuertes, o a ruidos fuertes de manera prolongada, las estructuras del oído interno pueden dañarse, igualmente se destruyen células auditivas irrecuperables, reduciéndose la calidad de la audición.

Hipoacusia: conocida también como la sordera, es simplemente la incapacidad para poder oír.

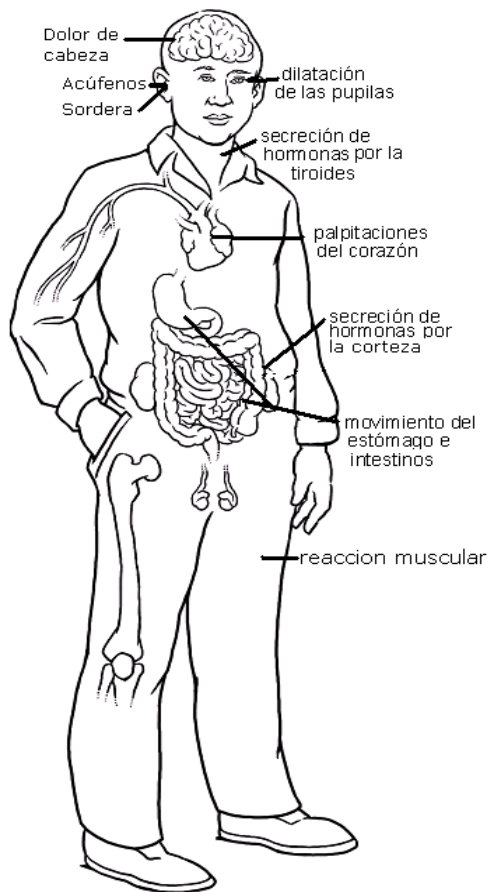
Hiperacusia: las personas que sufren de este síndrome experimentan algunos ruidos como muy insoportables, mientras que otros sonidos sin embargo más intensos se toleran mejor (Auriol, 2005).

Existen además otros factores que influyen en la lesión auditiva inducida por el ruido, por ejemplo la edad y el sexo; existe evidencia significativa de que la mujer es más resistente al ruido que el hombre (Serrada, 2001 en De Andrés, 2003) porque tiene una agudeza auditiva superior ya que tiene el umbral de audición más bajo.

5.7.2 Efectos no auditivos

Además de las afecciones producidas en el oído, el ruido actúa negativamente sobre otras partes del cuerpo (Figura 2.) En su presencia, el organismo adopta una postura defensiva y hace uso de sus mecanismos de protección. Las reacciones fisiológicas al ruido, no se consideran patológicas si ocurren en ocasiones aisladas, pero en exposiciones prolongadas pueden llegar a constituir un grave riesgo para la salud (Zúñiga, 2005).

Figura 3. Algunos efectos del ruido en la salud.



Fuente: Modificado de California-Arizona Consortium, Programa de Salud Laboral, Universidad de California, Berkeley 8-7 ist-socrates.berkeley.edu/~lohp/graphics/pdf/hw24sp08.pdf

Entre los efectos extraauditivos del ruido se encuentran:

Malestar: el alcance de la molestia de un sonido dado, depende no solo del nivel del sonido y su duración sino también del oyente y de la actividad llevada a cabo en ese momento. No es posible establecer los niveles de ruido por debajo de los que nadie se molestará y por encima de los que todo el mundo se molestará (O'Cinnéide, 1999), de todas formas la percepción personal es subjetiva y a partir de esto se definirán los grados de molestia.

Problemas cardiacos: la exposición de ruido se asocia a efectos patofisiológicos adversos y puede contribuir a la progresión de la enfermedad cardiovascular (Babish, 2003; Willich et al, 2006). Recientes estudios epidemiológicos indican que el ruido podría ser el responsable de un número elevado de ataques de corazón que pueden ser mortales (Schade, 2003), con una tendencia constante si el nivel de la emisión del día excede los 65 dB(A) (Ising y Kruppa, 2004).

Interferencia en la comunicación: el nivel del sonido de una conversación en tono normal es a un metro del hablante, de entre 55 y 60 dBA. Hablando a gritos se puede llegar a 75 u 89. Por otra parte, para que la palabra sea inteligible es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15 dBA al ruido de fondo, por lo tanto, un ruido superior a 35 a 40 decibelios provocará dificultades en la comunicación oral que solo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz (Granada, 2005).

Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento: el ruido puede enmascarar o interferir en la percepción de una señal acústica. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración (Granada, 2005).

Por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura (Granada, 2005).

Trastornos del sueño: la exposición al ruido del tráfico esta asociado a los disturbios en el sueño (Bluhm et al, 2004). Estudios llevados a cabo mediante los análisis de las respuestas monitorizadas electroencefalográficas y las alteraciones neurovegetativas durante el sueño han demostrado que el ruido es un factor causal de dificultades para conciliar el sueño y que puede despertar a la gente que está dormida, partiendo de niveles de ruido ambiental tan bajos como 35 dB(A), con diferencias de la sensibilidad relacionadas con la edad y con el sexo (Rassmusen, 2003).

Efectos sobre la conducta: hay poca evidencia sobre estudios de síntomas psicológicos del ruido del tráfico, por lo que no es una causa importante del desorden psiquiátrico, sin embargo pueden contribuir a la ansiedad (Stansfeld,

1996) además, interfiere en la realización de tareas complejas y modifica el comportamiento social (Stansfeld, 2000).

Estrés: el ruido del tráfico es un estresor psicosocial (Babisch et al, 2003); parece probado que el ruido es un elemento estresante por si mismo, por la respuesta neuro fisiológica y hormonal que provoca (Zúñiga et al., 2005), aumentando la agresividad en las personas (Moller, 2004).

Efectos sobre el embarazo: existen indicios de perjuicio al feto cuando las madres han estado expuestas a ruidos industriales o a otros ruidos ambientales excesivos durante el período de embarazo (Viñolas, 2002), con disminución de peso, aumento de mortalidad y mayor irritabilidad en el recién nacido.

Efectos sobre la infancia: en estudios cuidadosamente controlados, la exposición de ruido no se parece ser relacionado con el peso bajo del nacimiento o con los defectos de nacimiento congénitos (Stansfeld, 2000) pero repercute negativamente en el aprendizaje y en la adquisición de las capacidades de comunicación y socialización (Sainz, 2004).

5.7.3 Efectos económicos

La combinación de todos los factores anteriormente descritos, ha convertido en inhóspitas muchas ciudades, deteriorando en ellas fuertemente los niveles de

comunicación y las pautas de convivencia. En consecuencia, un número creciente de ciudadanos ha fijado su residencia en lugares inicialmente más sosegados.

Según la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión de la Unión Europea “en la actualidad (principios del 2001) las pérdidas económicas anuales en la Unión Europea inducidas por el ruido ambiental se sitúan entre los 13.000 y los 38 000 millones de euros.

A esas cifras contribuyen, por ejemplo, la reducción del precio de la vivienda, los costos sanitarios, la reducción de las posibilidades de explotación del suelo y el costo de los días de abstención al trabajo

Ejemplo de efectos no inducido en la estimación son la baja productividad laboral, la disminución de los ingresos por turismo, entre otros.

6. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del trabajo se tomaron en cuenta dos fases:

6.1 FASE: TÉCNICA

Consistente en consulta bibliográfica relacionada con el ruido, contaminación acústica, tráfico automotor y su impacto en el ambiente, así como estudios previos adelantados en el Municipio que sirvan de referente histórico; consulta en entidades del Estado encargadas de la administración de los recursos naturales y la preservación del ambiente en cuanto a su actuación frente a la temática (Instituto Seccional de Salud del Quindío, Secretaría de Tránsito y Transporte de Armenia, Contraloría General del Departamento, Corporación Autónoma Regional del Quindío, Policía Nacional), además de lo establecido por los hospitales, centros de salud, oficina de epidemiología de la Secretaría de salud del Municipio respecto al ruido como causante de morbilidad en los habitantes del Municipio de Armenia.

6.2 FASE: PRÁCTICA

6.2.1 Técnicas y normas de medición

De acuerdo a la Resolución 08321 de 1983 del Ministerio de Salud, que establece las “Normas sobre protección y conservación de la salud de la audición”, se tuvieron en cuenta las siguientes premisas:

“Los niveles de presión sonora se determinarán con un medidor de nivel sonoro calibrado, con el filtro de ponderación A y respuesta rápida, en forma continua durante un período no inferior a quince (15) minutos, se empleará un dispositivo protector contra el viento para evitar errores en las mediciones cuando sea el caso” (Art. 18 Res. 08321 / 83 Minsalud).

Para determinar los niveles de presión sonora que se establecen en este Artículo, se emplearán las técnicas y normas de medición que se indican a continuación: (Art. 36, Res. 08321/83 Minsalud)

Los niveles sonoros máximos permisibles que se indican en la tabla N° 2 de la resolución (Anexo A) se aplican a vehículos estacionados o en movimiento a una velocidad de 50 kilómetros por hora (Art. 36. Lit. a. Res. 08321/83 Minsalud). Sin embargo, este literal fue modificado puesto que las mediciones en las vías

principales para la ciudad, no se tomaron en cuenta los valores de velocidad por vehículo.

“El sitio de medición se localizará en una zona a campo abierto libre de superficies reflectantes (edificios, vehículos estacionados, avisos, vallas) por lo menos dentro de un área de 20 metros de radio desde el micrófono y vehículo bajo prueba”. (Art. 36 Par. 1 lit. b Res. 08321/83 Minsalud); para este tipo de estudio, fue difícil tener en cuenta este literal, ya que son zonas en las que predominan las edificaciones por ser sectores residenciales y comerciales.

“Los niveles sonoros se obtendrán con un medidor de nivel sonoro calibrado, en respuesta rápida con filtro de ponderación A y con el micrófono colocado a 1,2 metros de altura sobre el nivel del piso y a una distancia de 7,5 metros del vehículo”. (Art. 36 Par. 1 lit. c Res. 08321/ 83 Minsalud).

“Las mediciones se efectuarán en sitios con un nivel sonoro de fondo inferior a 10 dB(A) con relación al producido por el vehículo en prueba. Se empleará un protector contra el viento para evitar errores en las lecturas”. (Art. 36 Par. 1, lit. d Res. 08321/83 Minsalud)

“La trayectoria por donde transite el vehículo en prueba debe ser uniforme, construida preferiblemente en concreto o asfalto”. (Art. 36 Par. 1, lit e Res. 08321/83 Minsalud).

6.2.2 Capacitación previa para la operación y mantenimiento de equipos

El manejo adecuado del sonómetro fue posible con la ayuda ofrecida por el ingeniero Rafael Humberto Villamizar Vargas docente del Programa de Salud Ocupacional de la Universidad del Quindío, cuya instrucción en cuanto a la operación y mantenimiento del sonómetro fue muy precisa.

6.2.3 Prueba piloto

Inicialmente se desarrolló una prueba piloto donde se pudo establecer los intervalos de tiempo de muestreo a realizar en cada uno de los sitios preseleccionados con la debida asesoría estadística, buscando una apropiada toma de datos en base a las posibles metodologías propuestas por autores recientes.

El proceso consistió en la elección al azar de un sitio en la ciudad de Armenia cuya presencia vehicular fuera alta, para este caso se escogió la carrera 14 con calle 7 en cercanías a la Universidad La Gran Colombia; Se llevó el registro de los decibeles en diferentes intervalos por minuto durante 15 minutos cada hora desde las 8:00 a.m. hasta el medio día.

En los primeros 15 minutos por hora se registraron decibeles cada 5 segundos con 5 segundos de pausa entre datos; en otros 15 minutos, se registraron decibeles

cada 10 segundos entre datos; en otros 15 minutos se registraron datos cada 15 segundos, con 15 segundos de pausa entre dato y dato. Finalmente se registraron datos cada 30 segundos entre dato y dato por 15 minutos, así durante toda la mañana el día 30 de Enero de 2006.

Revisando el comportamiento de los datos, se decidió registrar decibeles cada 10 segundos durante los 15 minutos que se tomasen por hora de muestreo.

6.2.4 Selección de sitios de muestreo

Para el muestreo se seleccionaron trece sitios de medición en el Municipio de Armenia (Anexo B); la elección de los sitios se logró con el apoyo de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Armenia, información de Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Armenia y la opinión de algunos ciudadanos, de donde se seleccionaron las avenidas mas transitadas en la ciudad.

Los sitios seleccionados fueron:

1. Carrera 14 1N: Parque Los Fundadores
2. Avenida Bolívar Cl. 17 N: Hospital Universitario San Juan de Dios
3. Carrera 14 7-46: Universidad La Gran Colombia
4. Carrera 14 con calle 21 : DIAN – Plaza de Bolívar
5. Carrera 16 con calle 19 esquina: Drogas La Rebaja

6. Carrera 17 con calle 20: Sector Bancafé
7. Carrera 18 entre calles 19 y 20: Sector Ley
8. Carrera 19 Calle 10 N: Sector Colegio INEM
9. Carrera 15 – Calles 10 -11: Ed. Rita Arango Álvarez del Pino.
10. Carrera 23 – Calle 10: Avenida Los Camellos
11. Carrera 19 – Calle 19: Telecom
12. Carrera 19 – Calle 26: Avenida República del Líbano
13. Carrera 19 – Calle 31: Barrio popular

6.2.5 Equipos de medición utilizados

Para las mediciones se utilizó un sonómetro marca SIMPSON modelo 899 tipo 2 con su respectivo calibrador, proporcionado por el programa de Salud Ocupacional de la universidad del Quindío, que permite medir en decibeles (dB) con ponderación A los niveles de presión sonora en fuentes móviles terrestres (automotores de todo tipo).

6.2.6 Procedimiento para la recolección de datos:

El método empleado para registrar los niveles de contaminación acústica para el municipio de Armenia consistió en hacer una lectura durante 15 minutos, 2 veces por hora de tráfico automotor continuo en el horario de la mañana, medio día y tarde, en un intervalo de 10 segundos entre los registros y descansos por minuto

para cada sitio durante todo el mes de febrero de 2006; Información incluida en matrices generales de toma de datos previamente diseñadas.

Al momento de la toma de los datos se registraron los parámetros humedad relativa considerando que no fuera inferior al 20% ni superior al 85% y la temperatura ambiental no inferior a 5°C ni superior a 35°C (Torres et al, 1994) como variables control, pues los registros se deben realizar en ausencia total de lluvias bajo las características antes mencionadas; se registró también el número de vehículos con su respectiva clasificación (motos, taxis, automóviles de servicio particular, buses entre otros).

Para una mejor colecta de datos el sonómetro fue dispuesto sobre un soporte a una altura 1.2 mts de altura, aproximadamente a 7.5 mts de distancia al móvil según la normatividad, además fue protegido contra el viento para que no hubiera interferencia con el registro real de cada móvil.

6.2.7 Horarios de medición

Para el muestreo se tomaron mediciones en el horario de la mañana, medio día y tarde modificando los horarios establecidos por Corrales et al. (1999), bajo los siguientes parámetros:

- a. Horas consideradas pico para la ciudad

- b. Alta presencia de actividad vehicular
- c. Alta concentración de la población

Las horas seleccionadas para la toma de datos en cada uno de los sitios fueron:

Mañana (8: 00 a 10: 00 a.m.)

Mediodía (12:00 a 2:00 p.m.)

Tarde (4: 00 a 6:00 p.m.)

La temperatura fue registrada con un termómetro ambiental y la humedad relativa con un higrómetro proporcionado por el programa de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental de la Universidad del Quindío.

6.2.8 Ajustes o corrección a factores externos

La corrección a factores externos incluyó el uso de una pantalla de protección para el viento, una cuidadosa elección de las posiciones de medición para reducir el ruido ambiental tomando en cuenta la distancia hacia la fuente móvil, bajo la premisa de que el sonido medido a una cierta distancia de su origen, se reduce 6 dB cada vez que se dobla tal distancia (CIAS,1996).

6.2.9 Método de análisis

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa Statgraphics Plus versión 5.0 para Windows, que es un paquete para análisis de datos estadísticos. Entre los principales aspectos del programa merecen destacarse el StatAdvisor, que da una interpretación de los resultados; StatFolio, que permite guardar y reutilizar los análisis realizados previamente; gráficos interactivos; StatGallery que permite combinar textos y gráficos en múltiples páginas; StatWizard, que guía en la selección de los datos y los análisis, y StatReporter que permite organizar reportes del STATGRAPHICS Plus.

6.2.10 Elaboración del material pedagógico

Se procedió a hacer un video informativo que presentara una descripción de la contaminación acústica en la ciudad de Armenia, los efectos en la salud, los sitios que presentan mayor contaminación por ruido, todo con el propósito de elaborar material pedagógico para ser distribuido no sólo en la Universidad del Quindío y la Secretaría de Salud del municipio sino también en la Secretaria de Tránsito y Transporte de Armenia, Corporación Autónoma Regional del Quindío como elemento de campaña hacia los conductores y así cumplir con el objetivo pedagógico de este trabajo.

7. RESULTADOS

El comportamiento de los niveles promedio hora de ruido automotor en los días normales de circulación vehicular para el municipio de Armenia se describe a continuación sitio por sitio:

SITIO 1. PARQUE LOS FUNDADORES.

En este sitio la actividad vehicular predominante es por parte de los particulares (26.28%), taxis (24.1%), motos (23.9%) y buses (18%), mientras que en menor proporción camiones (1.3%) y camionetas (5.14%); es posible que la presencia de zonas verdes contribuya a la disminución de los niveles de contaminación acústica para esta zona, sin embargo los decibeles máximo, mínimo y promedio fueron 88.7 dB(A), 61 dB(A) y 74.9 dB(A) respectivamente (ver Anexo F y G).

SITIO 2. AVENIDA BOLÍVAR CARRERA 14 CON CALLE 17 N.

Esta zona presentó actividad vehicular de todo tipo, particular (motos, carros y camionetas) (57.42%), público (taxis, buses y busetas) (40.4%), carga (2.2%), entre otros), se caracteriza principalmente por ser catalogada como una zona de tranquilidad y silencio (Decreto 948 de 1995), pues allí se encuentra ubicado el Hospital Universitario San Juan de Dios; aún así los registros en dB(A) mostraron

un incremento importante, resultado de los frenos de aire de los buses de servicio público que pueden llegar a los 89 dB, además del ruido de los escapes de cada vehículo que generan ruido intenso en los paraderos a cada lado de la vía .

El porcentaje de móviles para el sitio registró una mayor cantidad de particulares, motos y buses (ver Anexo G), de los cuales los que más contaminan son los buses con 87 dB(A), camiones con 85 dB(A) y las motos 82 dB(A), estos valores corresponden a los datos más altos para el sitio.

SITIO 3. CARRERA 14 7-46. UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA.

Los niveles de ruido promedio para este sitio, indicaron 76.8 dB(A), sin embargo los valores críticos superaron los 80 dB(A), es una de las vías principales de la ciudad, ya que por allí circulan los vehículos provenientes desde el centro sobre la carrera 14 hacia el norte. El registro en dB(A) para este sitio (Anexo F) nos muestra que los móviles que más contaminan son los camiones (82.6 dB) correspondiente al 1.22 %, buses (80.6 dB) equivalentes al 17.34 % para el total de automotores en el sitio.

SITIO 4. CARRERA 14 CON CALLE 21.

Este sitio se caracteriza principalmente por estar ubicado en la plaza de Bolívar de la ciudad; la afluencia de vehículos fue significativa, igual que las motos; el valor

promedio de ruido es de 72.5 dB(A) (ver Anexo G.) y en comparación con los demás sitios presenta unos niveles más bajos; se explica principalmente por la ausencia total de buses y vehículos de carga pesada, además al ser de un solo sentido y ser el punto de intersección entre los automotores que vienen desde la calle 26 con los que vienen del centro y toman la calle 21, presentan alta presencia vehicular pero de flujo lento, por lo cual el uso del pito fue poco frecuente.

SITIO 5. CARRERA 16 CON CALLE 19.

Este sitio puede considerarse como uno de los más concurridos por el tránsito de personas, allí se encuentra el eje del comercio de la zona centro, locales comerciales, vendedores ambulantes y tráfico automotor. Es una vía alterna que toman los vehículos que transitan por la carrera 15 desde el norte hasta tomar otras vías hacia el centro y sur de la ciudad. Los decibeles se encontraron entre los 67 dB(A) y los 80 dB(A) con un promedio de 74.4 dB(A). El impacto sonoro varió en algunas horas, pero alcanzó su cumbre en las horas de la tarde. (ver Anexo E).

SITIO 6. CARRERA 17 CON CALLE 20.

La principal característica de este sitio es la total ausencia de buses; el tráfico está constituido en principio por taxis (36.2%), motos (33.3%) y en menor proporción

carros particulares (19.3%). Los dB(A) generados por cada tipo de vehículo para este sitio se presentan en el Anexo F, donde los móviles que más contaminan son los camiones con 78.3 dB y las motos 74.9 dB. A pesar de la poca presencia de camiones en comparación con los demás tipos de vehículos, son los que generan mayor contaminación por ruido, cuyos dB(A) llegan a los 90 dB(A).

SITIO 7. CARRERA 18 CALLE 19.

Este punto es el que presenta mayor impacto sonoro, evidenciado en los dB(A) registrados (ver Anexo G), donde los buses con el 43.4 % son los que mayor afluencia presentan, las motos con el 25 % y los vehículos de carga pesada (camiones) con 5.67 % presentaron niveles muy altos de contaminación acústica, 82.1dB(A), 77.9 dB(A) y 83.1 dB(A) en promedio respectivamente; además, la presencia de semáforos distribuidos en cada esquina de la vía hacen que los automotores generen un permanente frenado y arranque de vehículos donde los dB(A) pueden llegar a sobrepasar los 85 dB llegando hasta los 90 dB.

SITIO 8. CARRERA 19 CON CALLE 10 N.

Esta zona catalogada de tranquilidad y ruido moderado, según el Decreto 948/95, no sólo por estar ubicado los colegios INEM José Celestino Mutis y Jorge Isaac sino por la presencia de conjuntos residenciales, presenta un promedio de presión sonora entre los 61 y los 86 dB(A), donde la afluencia es alta para motocicletas

(25.2%), automóviles particulares (19.9 %) y buses (16.6 %). Los móviles que son causa de mayor contaminación acústica, son los camiones de carga pesada con 76.4 dB(A) promedio, pero con valores críticos que pueden sobrepasar los 80 dB(A), aunque su afluencia no es tan representativa como los demás vehículos.

SITIO 9. CARRERA 15 ENTRE CALLES 10 Y 11.

Este punto tiene su importancia debido a la presencia de la clínica Rita Arango Álvarez del Pino y por ser una vía alterna usada por los vehículos que vienen del norte de la ciudad a tomar el centro de la misma. Los dB(A) producidos por cada tipo de vehículo en los diferentes horarios se presentan en el Anexo F. Es de los pocos sitios, por no decir el único que presenta señales de tránsito para la reducción del ruido, sin embargo, estas señales son pasadas por alto por muchos de los conductores de los vehículos que por allí transitan. Los dB(A) en este sitio estuvieron entre los 62 y los 82 dB(A); aquí se registra gran cantidad de motocicletas con el 25.2 % y con un promedio de 73.9 dB(A), seguido de los automóviles particulares (23.8%) y taxis (21.5%) con 70.9 dB(A) y 71.2 dB(A) respectivamente.

SITIO 10. AVENIDA LOS CAMELLOS.

Este punto conocido antiguamente como la Avenida 11 de octubre toma su importancia por ser una vía alterna de los automotores que no solo vienen desde

el norte de la ciudad, sino de aquellos vehículos intermunicipales. El impacto se evidencia en las casas que están ubicadas muy cerca de la avenida y a pesar que los niveles de ruido estuvieron entre los 73.4 y los 86.3 dB(A) la presencia de reductores de velocidad contribuyen a que la afección no sea mucho mayor. La distribución de los dB(A) generados en este punto discriminado por hora y por tipo de vehiculo pueden ser vistos en el Anexo F.

SITIO 11. CARRERA 19 CON CALLE 19 TELECOM.

Junto con el sitio 7 (Carrera 18 con calle 19) éste lugar presenta la mayor actividad vehicular para la ciudad, donde la presencia de buses es significativa, de igual manera los demás vehículos. El ruido generado por los automotores en el semáforo esta entre los 75 dB(A), mientras que en movimiento pueden llegar inclusive hasta los 88 dB(A); los decibeles promedio generados para el sitio discriminados por hora pueden ser observados en el Anexo D.

SITIO 12. AVENIDA REPÚBLICA DEL LÍBANO.

Esta avenida fué ampliada después del sismo ocurrido en el año 1999. Es una vía rápida tomada por una gran cantidad de automotores que vienen desde el sur de la ciudad.

Los registros de presión sonora muestran en promedio 73.2 dB(A) con valores que sobrepasan los 80 dB(A); además, el comportamiento de los dB(A) durante la medición distribuidos por hora y por tipo de vehículo pueden ser observados en los Anexos D y F.

SITIO 13. CARRERA 19 CON CALLE 31.

Finalmente, el último punto seleccionado en la ciudad ubicado en el barrio Popular, presenta niveles promedio hora entre los 76.8 dB(A) y los 87 dB(A) (ver Anexo D). Esta vía es tomada por los vehículos que desean llegar al sur de la ciudad o salir de ella. Es de resaltar la gran cantidad de vehículos que por allí transitan en las diferentes horas, motos (23.9 %), taxis (16.8%), buses (14.3%), busetas (12.7%), carros (12.3%), camiones y camionetas (10 %).

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1 COMPORTAMIENTO GENERAL DEL RUIDO PARA ARMENIA.

Los registros obtenidos en el estudio fueron sometidos al análisis ANOVA y análisis de varianza, con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas no sólo entre las horas y los sitios muestreados, sino entre los tipos de móviles y los decibeles dB(A) generados para la ciudad.

En el Anexo F se presenta la distribución de los decibeles máximo, mínimo y promedio totales, generados por cada tipo de móvil (carros, motos, taxis, buses, busetas, camiones y camionetas) para cada uno de los sitios, además del porcentaje de automotores para la ciudad, donde nos muestra una evidente contribución al ruido por parte de los buses, camiones y motos, mientras que en menor proporción los particulares, taxis y las camionetas.

Los resultados del ANOVA para cada una de las variables consideradas, se presentan en el Anexo H.

El análisis de varianza indicó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los decibeles generados en cada uno de los sitios, presentando un cambio importante en los niveles de ruido registrados.

8.1.1 Niveles de presión sonora generados por sitio de muestreo

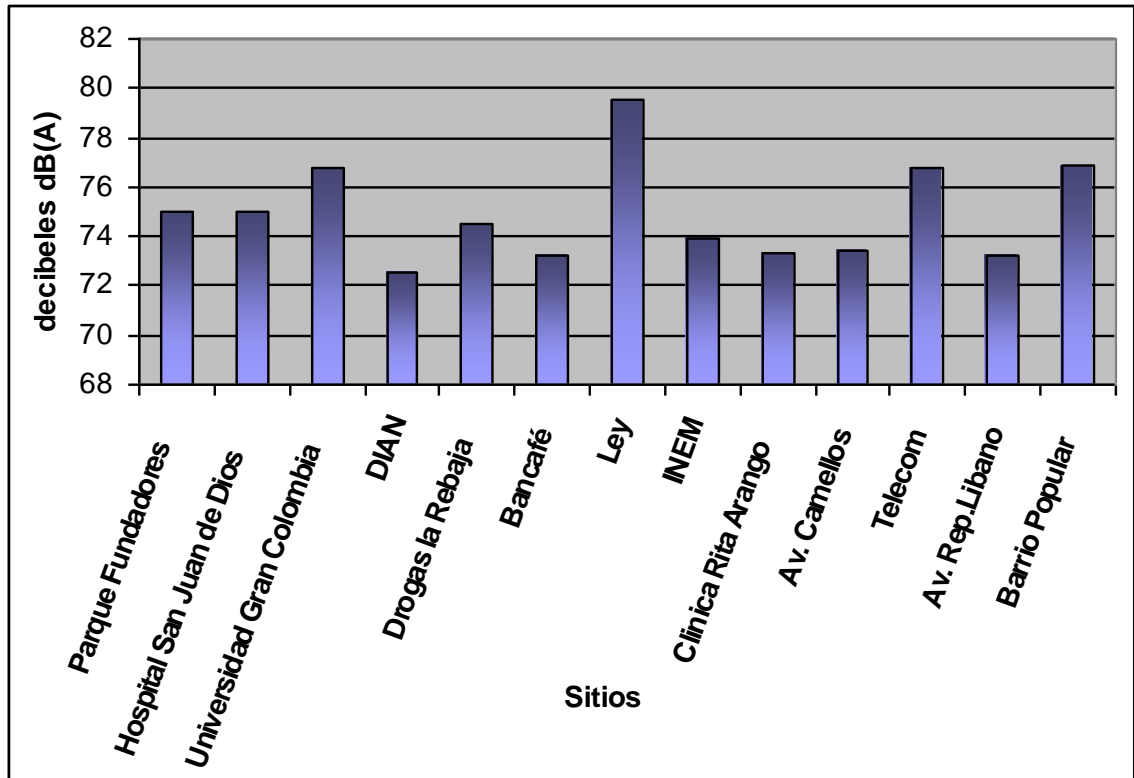
Los sitios 3 (Universidad la gran Colombia), 7(Almacenes Ley), 11 (Telecom) y 13 (Barrio popular), presentaron los niveles de ruido más altos (Tabla 4 y Figura 4), con unos niveles de ruido promedio entre los 76.8 dB(A) y los 79.5 dB(A), cuyos valores críticos pueden llegar a los 89.2 dB(A), mientras que los más bajos fueron los sitios 4 (Plaza de Bolívar), 6 (Bancafé), 9 (clínica Rita Arango Álvarez del Pino), 10 (Avenida Los Camellos) y 12 (Avenida Rep. Líbano) con dB(A) entre los 72.5 y los 73.4; sin embargo, todos los sitios sobrepasaron los niveles de ruido estipulados por la reglamentación colombiana.

Tabla 4. Comparación de los decibeles promedio por sitio

Sitio	Ubicación	dB(A)promedio
1	Parque Fundadores	74,95
2	Hospital San Juan de Dios	75,0
3	Universidad Gran Colombia	76,81
4	DIAN	72,57
5	Drogas la Rebaja	74,46
6	Bancafé	73,27
7	Ley	79,56
8	INEM	73,91
9	Clínica Rita Arango	73,32
10	Av. Camellos	73,42
11	Telecom	76,81
12	Av. Rep. Líbano	73,26
13	Barrio Popular	76,86

Fuente: Autores

Figura 4. Niveles promedio de ruido en dB(A) generados en Armenia por sitio



En las vías de mayor congestión, (Carreras 18 y 19 con calle 19) se observaron aumentos considerables del nivel de contaminación acústica, por la acción de los pitos, el arranque y frenado de los vehículos en cortos tiempos por parte de los conductores, los motores en marcha y en espera. Igualmente, contribuye al ruido ambiental el estado técnico- mecánico de los vehículos, las fallas en los motores y la falta de silenciadores apropiados en los desfogues o escapes. A esto se le suma la permanente “guerra del centavo” por parte de algunos conductores de buses que hace que circulen a grandes velocidades.

La invasión del espacio público se ha convertido en un factor influyente sobre el tráfico vehicular; la Corporación Autónoma Regional del Quindío (2002) recalca que al darse esta situación, obliga a los peatones a circular por las vías incentivando así el uso de los pitos de los vehículos, no se utilizan las cebras y es notable la infracción a las normas del tránsito.

La reubicación de los vendedores ambulantes al frente del Centro Administrativo Municipal (C.A.M.) no ha sido suficiente para reducir la congestión de personas ya que se observa gran cantidad de estos sobre la calle 19.

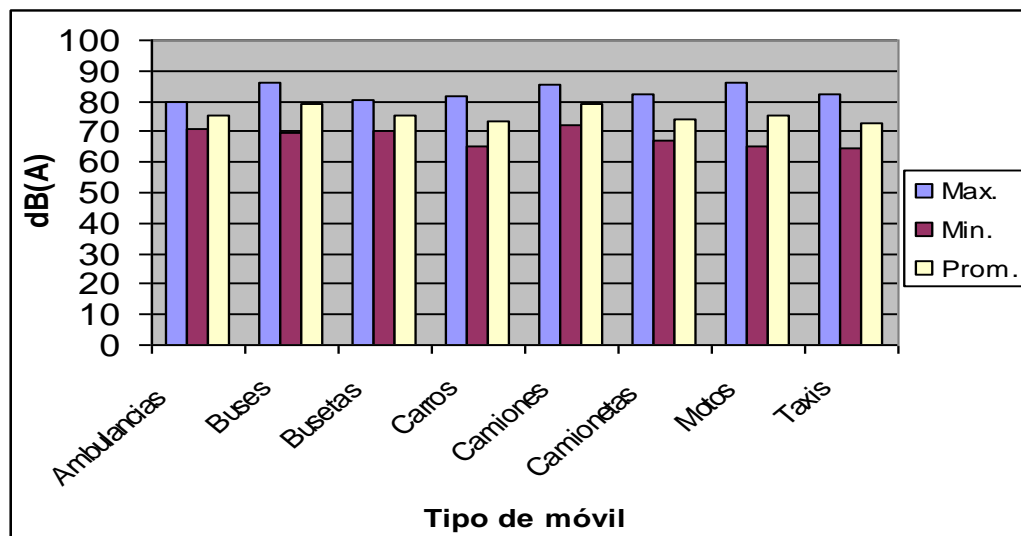
8.1.2 Niveles de presión sonora generados por tipo de fuente móvil

Respecto a los decibeles generados por tipo de móvil para la ciudad, se observa la existencia de diferencias significativas, lo que indica que se presenta una similitud u homogeneidad entre los buses y los camiones respecto a los decibeles generados para Armenia (Figura 5 y Anexo H).

A pesar que el número de camiones es menor que otros tipos de vehículos, se observa una similitud en los altos niveles de ruido junto con los buses, sobrepasando inclusive los 85 dB(A). Las motos también son fuente importante de generación de ruido, estando cerca de los 80 dB(A).

Es de gran importancia resaltar el ruido generado por las ambulancias, que circularon por los sitios 1 (Parque Fundadores), 3 (Universidad la Gran Colombia), 9 (Clínica Rita Arango Álvarez del Pino) y 12 (Avenida Ancizar López) generando 75.4 dB(A) en promedio, sin embargo su presencia fue muy baja, pues tan solo se registraron 5 para todo el estudio.

Figura 5. Decibeles máximo, mínimo y promedio generados por tipo de vehículo para Armenia.

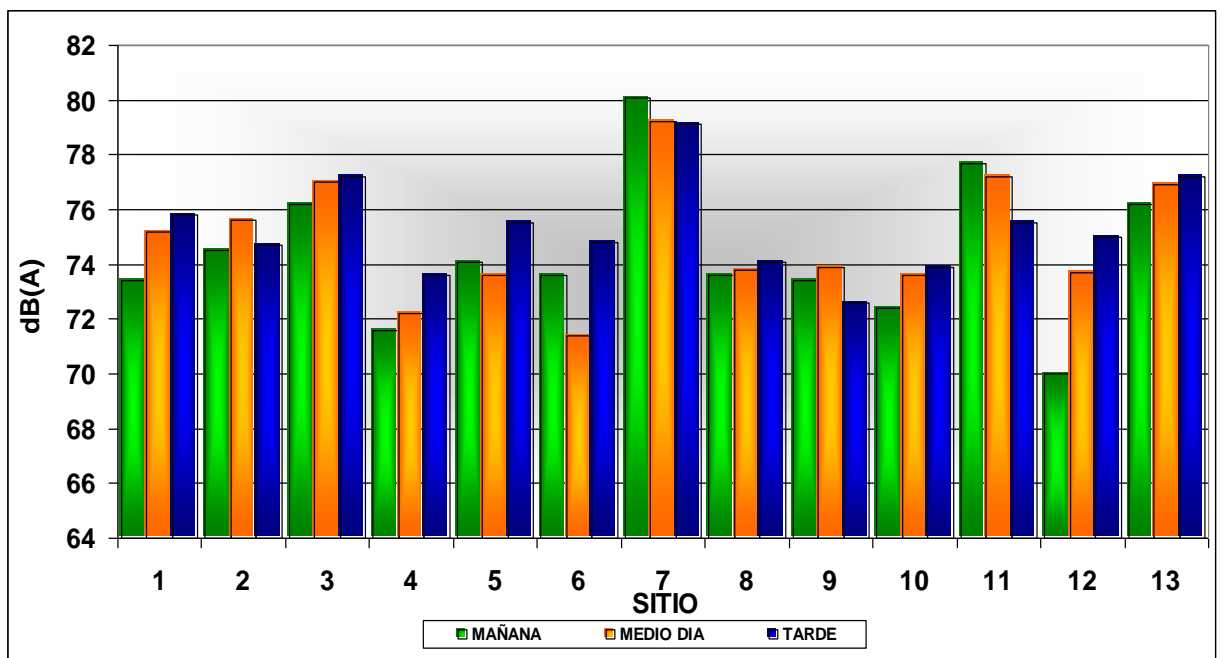


8.1.3 Niveles de presión sonora generados según horario y sitio de muestreo

El comportamiento de los dB(A) en el transcurso del día para la ciudad indicaron un incremento hacia las horas de la tarde para la mayoría de los sitios; el sitio 7 (Almacenes Ley), presentó poca variación, pues siempre estuvo entre los 79 y

85.6 dB(A), que son niveles muy altos; mientras que al medio día los sitios 5 (Carrera 16 calle 19) y 6 (Bancafé) presentaron una disminución en los dB(A), debido a la poca afluencia de vehículos (Figura 6).

Figura 6. Decibeles promedio generados en Armenia por sitio en los diferentes horarios.

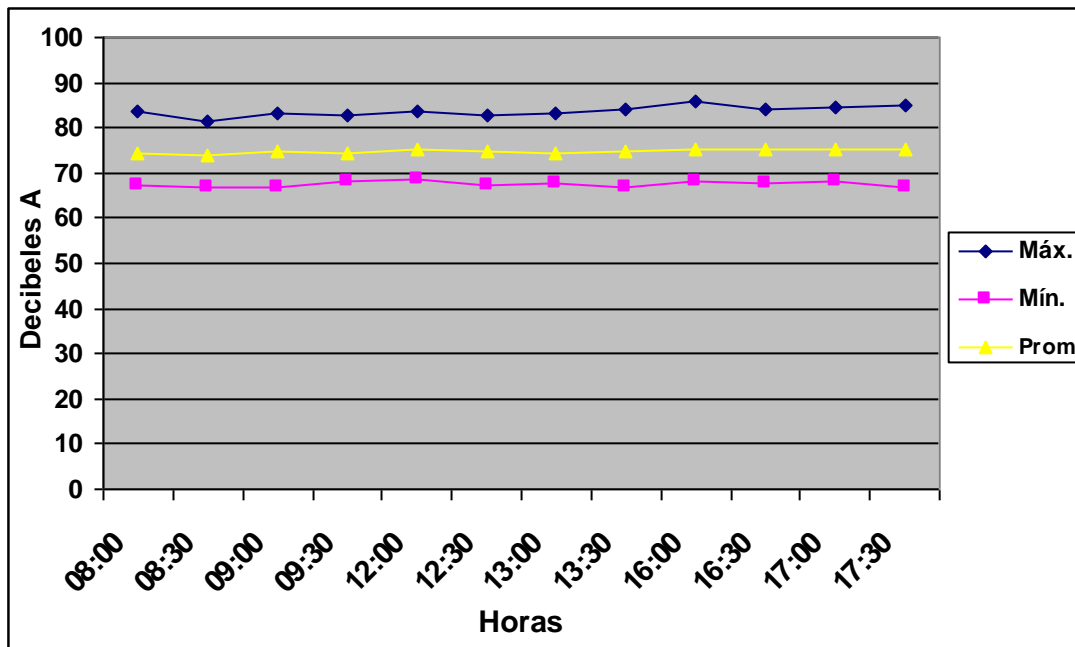


8.1.4 Comportamiento de los niveles de presión sonora generados durante las horas de medición.

En general para Armenia los niveles de presión sonora promedio con relación a las horas de muestreo supero los 70dB(A), con valores máximos que sobrepasan los 80 dB(A), sin embargo se presentaron niveles inferiores entre los 68 dB(A) y

los 70 dB(A) (Figura 7). La relación de los decibeles por hora para cada uno de los sitios se observan en el anexo D.

Figura 7. Comportamiento de los decibeles máximo, mínimo y promedio para Armenia durante las horas de medición.



8.1.5 Comportamiento de las variables control

Respecto a las condiciones ambientales, la sensibilidad de un micrófono de medición varía con la humedad y la temperatura del ambiente; cuando la humedad relativa es baja tiene poco efecto sobre la sensibilidad o funcionamiento del micrófono (Johnson et al, 1995), pero, cuando la temperatura decrece en

presencia de alta humedad, se pueden condensar gotas de agua en el micrófono (Hassall, 1995).

El comportamiento de la temperatura estuvo dentro de los parámetros permisibles para la toma de datos de niveles de ruido, con un promedio de 25°C que fue variando según las horas, alcanzando valores máximos entre las 12 m. a las 2:00 p.m.; los valores promedio diario para la humedad relativa fluctuaron entre el 67 % en la mañana hasta el 49.3% en las horas de la tarde (Anexo I).

En cuanto a la pluviosidad, O' Cinneide (1999) afirma que las superficies de carretera mojadas dan unos niveles incrementados de ruido; así que los registros siempre se tomaron en ausencia total de lluvias para evitar alteraciones en la medición.

De acuerdo al análisis dado en los resultados y en base a las pruebas estadísticas, queda claro que los niveles de ruido por tráfico automotor de todo tipo observados para cada uno de los puntos en la ciudad, superaron los estándares permitidos contemplados en la resolución 08321/93 del ministerio de salud, donde establece 65 dB(A) para zonas residenciales, 45 dB(A) para zonas de tranquilidad, y 70 dB(A) para zonas comerciales.

A continuación, se presentan los niveles de presión sonora encontrados en cada uno de los sitios seleccionados, comparados con los decibeles permisibles según la reglamentación para las zonas comerciales y residenciales.

Tabla 5. Comparación de los niveles de presión sonora registrados en el estudio con los permitidos según la reglamentación

	Sitio	dB(A) promedio	dB(A) Permitido
1	Parque Fundadores	74,9	70
2	Hospital San Juan de Dios	75	45
3	Universidad Gran Colombia	76,8	70
4	DIAN	72	70
5	Drogas la Rebaja	74,4	70
6	Bancaf�e	73,3	70
7	Ley	79,5	70
8	INEM	73,9	70
9	Clínica Rita Arango	73,3	45
10	Av. Camellos	73,4	65
11	Telecom	76,8	70
12	Av. Rep. Líbano	73,2	70
13	Barrio Popular	76,8	65

Fuente: Autores

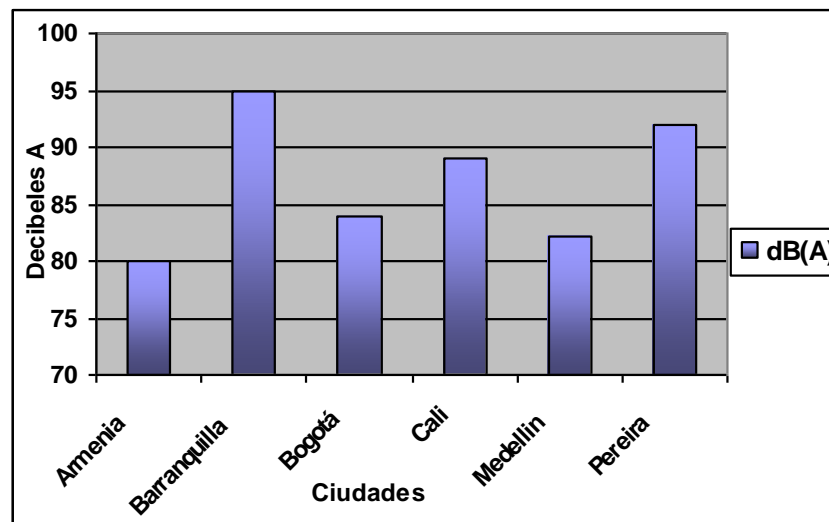
En la tabla anterior se evidencia el incremento significativo en los dB (A) para cada uno de los sitios, especialmente en las zonas de tranquilidad (Hospital Universitario San Juan De Dios y Clínica Rita Arango), que est n superando los 45 dB(A) establecidos para estos lugares; las causas de este aumento en los niveles de presión sonora además de la afluencia vehicular y la composición de los automotores, se encuentra la elevación de la vía, que ocasionan mayor

aceleración por parte de los automotores en el hospital Universitario San Juan De Dios y el uso de los frenos de aire para ambos sitios.

8.2. COMPARACIÓN DE LOS NIVELES OBTENIDOS CON OTRAS CIUDADES

Respecto a otras ciudades como Barranquilla donde se presentan los niveles más altos de contaminación acústica con un promedio de 95 dB(A) diarios, seguida de Pereira, Cali y Medellín con 92 dB(A), 89 dB(A) y 82.2 dB(A) respectivamente; Armenia, presenta un promedio de 74.9 dB(A), no obstante se presentaron valores críticos que sobrepasaron los 80 dB(A), lo que revela que todas las ciudades antes mencionadas no cumplen con la norma establecida en la Resolución 08321/83 que indican los 70 dB(A) y que es una problemática vigente que cada día irá empeorando sino se desarrollan las medidas correctoras.

Gráfica 8. Comparación de los niveles obtenidos vs. Niveles de otras ciudades



8.3 SITUACIÓN DE LA MORBILIDAD ASOCIADA AL RUIDO POR TRÁFICO AUTOMOTOR EN ARMENIA

Los problemas auditivos de la contaminación acústica originada por fuentes móviles, aunque son muchos no son registrados estadísticamente por las autoridades de las diferentes instituciones visitadas por los investigadores; en la Secretaría de Salud del Municipio se atienden las quejas puestas por la ciudadanía, pero estas quejas son generadas por la contaminación provocada por las fuentes fijas, ya sean discotecas, iglesias, tabernas, entre otras.

En las indagaciones que se realizaron en el Hospital Universitario San Juan de Dios, específicamente en la oficina de Salud ocupacional, la información proporcionada indica que allí solamente se llevan datos estadísticos por las entradas al sector de urgencias del mismo, pero estos no pueden ser asociados al ruido.

Un indicador de impacto sobre la salud asociado al ruido como factor de riesgo, es el número de agentes de tránsito que padecen o presentan pérdidas auditivas; según información proporcionada por LILIANA PATRICIA RUGELES GIL de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Armenia, para la ciudad de Armenia la cantidad de agentes de tránsito es de 57 y se cuenta con 10 Agentes de Policía Urbana de Tránsito, además, referente a la salud ocupacional de los agentes de tránsito, específicamente traumas acústicos por exposición continua al ruido, a la

fecha la Administradora de Riesgos Profesionales (ARP) no ha reportado ningún caso al respecto.

En lo referente a las campañas o proyectos llevados a cabo por la entidad, encaminados a mitigar el impacto producido por el ruido, no existen reportes, pues dicha función es competencia de la Corporación Autónoma Regional del Quindío.

8.4 INFORME DE GESTION DE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDIO PARA ARMENIA 2005.

En cumplimiento del Plan de Acción Trienal 2004 – 2006 en lo relacionado a Calidad Integral del Aire, la Corporación Autónoma Regional del Quindío (C.R.Q.) reporta:

- 100% de la red de monitoreo de calidad del aire operando: 4 estaciones (Indequi, Comfenalco, CRQ, Terminal de Transporte).
- 23 empresas generadoras de emisiones monitoreadas y cumpliendo con la normatividad
- 6 Servítecas del municipio evaluadas en la operación de sus equipos para la expedición de los certificados de gases, cumplen con la norma.
- 80% de los establecimientos comerciales y vendedores ambulantes monitoreados en la generación de ruido, no cumplen con los límites permisibles.

- Comité mixto de calidad del aire en el Departamento en funcionamiento con las siguientes instituciones (Seccional de Salud, Secretaría de Salud de Armenia, Planeación Municipal de Armenia, Policía Ambiental y CRQ).

De Acuerdo a todo lo anterior, se puede concluir entonces que no existen estudios en cuanto a morbilidad asociados al ruido del tráfico automotor como factor de riesgo; resulta imperioso correlacionar la variable ruido a un evento epidemiológico.

9. CONCLUSIONES

La ciudad de Armenia presenta elevados niveles de contaminación por ruido automotor aún cuando las autoridades ambientales continuamente están realizando campañas de reducción.

Los lugares con mayor contaminación acústica por tráfico automotor en la ciudad de Armenia se encuentran en la carrera 18 con calles 19-20, hacia el Almacén Ley y la carrera 19 calle 19 en Telecom, lo que implica la ampliación de las medidas correctoras o de mitigación en cuanto a este tipo de contaminación.

Los buses, camiones y motos son las principales fuentes móviles que aportan a los altos niveles de presión sonora en la ciudad de Armenia especialmente en la zona centro.

Los vehículos de carga pesada se encuentran dentro de los móviles que más ruido generan en las vías principales de la ciudad, considerando que están en menor proporción que los demás tipos de vehículo.

Para el estudio, el comportamiento de los decibeles durante los días de medición, vario de sitio a sitio durante las horas de muestreo, pero en general se evidenció un aumento en los decibeles desde las horas del medio día.

El proceso de semaforización en la ciudad de Armenia ha contribuido a la regulación del tránsito de automotores; sin embargo, la detención y arranque continuo de vehículos generan niveles de presión sonora alto, en gran medida por la prisa o afán de los conductores, en especial los que manejan los buses y las motos.

Existen dificultades en el establecimiento de los límites del ruido como molestia, además de la sensibilización, tanto a nivel de estructuras (instituciones de poder) como la población en general, debido a la subjetividad de este contaminante.

Aunque gran parte de la malla vial de la ciudad se encuentra en buen estado, necesita de información visual donde se especifiquen lugares donde no se debe alterar la tranquilidad por el uso del pito.

El aire en el cual se emite y propaga el ruido ajeno es un bien público, de uso común. No pertenece a nadie en particular sino a la sociedad en su conjunto. Por consiguiente, ni la gente ni las empresas ni las organizaciones tienen derecho ilimitado a emitir sus ruidos a discreción, como si esos ruidos se limitaran solamente a su propiedad privada.

10. RECOMENDACIONES

De acuerdo con las conclusiones anteriormente expuestas y los análisis del cuerpo del trabajo, el equipo investigador propone como medidas alternativas y que se dejan a consideración de las autoridades pertinentes, en beneficio de la comunidad, las siguientes:

Es importante que la concienciación hacia la disminución del ruido empiece desde los mismos conductores para que estén al tanto del estado técnico-mecánico de sus vehículos, una acción mucho más eficiente por parte de las autoridades ambientales que ejerzan un control o desarrollen alternativas de educación ambiental para que se pueda afrontar esta problemática.

Se considera viable una caracterización más específica acerca del comportamiento de los niveles de impacto acústico generado por el tráfico automotor en la ciudad, que no se limite a las fuentes fijas de emisión.

Es indispensable una señalización respecto a la prohibición del uso de la bocina o pito en más zonas de la ciudad, con el apoyo por parte de la Secretaría de Tránsito, para que vigilen y controlen los excesos de velocidad de algunos automotores.

La renovación del parque automotor para algunas empresas de buses, podría considerarse un buen mecanismo para reducir en gran medida la presión sobre la calidad del aire, no solo en cuanto a ruido, sino a los otros tipos de emisiones.

Ampliar los estudios acerca del ruido automotor en la ciudad de Armenia, pues la información local es escasa y es un problema que cada vez se va acrecentando en la medida que aumente el número de vehículos, tanto los que vienen fuera de la ciudad como los que adquieren las empresas de servicio público.

Adelantar estudios de morbilidad relacionados con el ruido automotor como factor de riesgo hacia las personas que laboran en las calles, o mejor aún, un perfil epidemiológico del Municipio de Armenia en cuanto a problemas auditivos y extraauditivos ocasionados por ruido automotor.

La legislación sobre la contaminación por ruido necesita actualizarse y basarse en una política ambiental que evalúe, vigile y controle esta problemática tomando en cuenta el cambio tecnológico, para que se puedan establecer unas pautas de protección a corto, mediano y largo plazo hacia la población expuesta.

BIBLIOGRAFIA

AGENCIA UNIVERSITARIA DE PERIODISMO CIENTÍFICO. Cada vez estamos más sordos. [en línea]. Cali. AUPEC. Universidad del valle. 1997. Actualizado continuamente. [citado en octubre 2005] Disponible en Internet versión html: <http://www.univalle.edu.co/~aupec/AUPEC/enero97/sordos.html>.

ARMENIA. PLANEACIÓN MUNICIPAL. Plan de Ordenamiento Territorial [CD] 1999-2006.

_____._____. Plano Base Ciudad Armenia. Escala 1:5000. Plan de Ordenamiento Territorial 1999 – 2006.

_____._____. Plano Base Ciudad Armenia. Escala 1:7500. Plan de Ordenamiento Territorial 1999 – 2006.

_____._____. Sistema vial urbano. Armenia Quindío. Plan de ordenamiento territorial 1999-2006. Escala 1:10000.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. Seminario Internacional Ruido Ambiental y Salud. [en línea]. Santiago de Cali.

Valle del Cauca, Colombia. 2005. Actualizado continuamente. [citado en febrero 28 de 2006]. Disponible en Internet: www.acodal.org.co/eventos.htm.

AURIOL, Bernard. El ruido y la Salud mental. En : Acta de Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello. Vol. 4 (2005). p. 273-278.

BABISCH, Wolfgang; ISING, H. y GALLACHER J. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. En : Occup Environ Med. Alemania. Vol. 60, No 10 (Oct. 2003); p. 739-45. PMID: 14504361.

BAIGORRI, Artemio. Apuntes para una sociología del ruido. En : V CONGRESO ESPAÑOL DE SOCIOLOGÍA . Grupo 30. Sociología del medio ambiente. Sesión 2ª. Análisis de problemas medioambientales. Granada, 1995. 9 p.

BERGLUND, Birgitta; LINDVALL Thomas y SCHWELA Dietrich H. Guidelines for Community Noise. World Health Organization, Cluster of Sustainable Development and Healthy Environment, Department of the Protection of the Human Environment. Ginebra, 1999. 14 p.

BIBLIOTECA DE CONSULTA MICROSOFT ENCARTA. Contaminación Acústica. [CD]. Versión: 15.0.0.0603. Estados Unidos. Microsoft Corporation.

2005. Reservados todos los derechos. ID. del producto: 76970-442-3520945-55756.

_____ El Oído. [CD]. Versión: 15.0.0.0603. Estados Unidos. Microsoft Corporation. 2006. Reservados todos los derechos. ID. del producto: 76970-442-3520945-55756.

BLUHM, G.; NORDLING, E. y BERGLIND, N. Road traffic noise and annoyance: an increasing environmental health problem. En : Noise Health. 6(24) (Jul. - Sep. 2004); p. 43-9. PMID: 15703140.

BURK, Werner. Manual de medidas acústicas para el control del ruido. Madrid, España : Blume, 1969. 176 p.

CHEPESIUK, R. Decibel Hell: The Effects of Living in a Noisy World. En: Environ Health Perspect. (Ene.2005) 113(1): A34–A41. PMCID: 1253729.

COLOMBIA. GOBIERNO NACIONAL. Constitución Política de Colombia. Bogotá. Lito imperio. 2004. 189 p.

_____. **MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE NACIONAL.** Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente. Bogotá. Gente Nueva, 1999. 99 p.

_____. _____ Decreto 948 de 1995: Diario Oficial No. 41.876. Santafé de Bogotá. 1995. 57 p.

_____ **MINISTERIO DE SALUD NACIONAL.** Resolución 08321/1983. Normas sobre protección y conservación de la audición, de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. Bogotá. 12 p.

COMITÉ CIENTIFICO INTERDISCIPLINARIO DE ECOLOGÍA Y RUIDO. ¿Qué es el ruido? [en línea]. Escuela de Ingeniería Electrónica. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad nacional de Rosario. Buenos Aires, Argentina. Actualizado dic 2000. [citado en 18-02-06] Disponible en: <http://www.eie.fecia.unr.edu.ar/>.

CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD. Control del ruido : Guía practica para trabajadores y empleadores. USA : CIAS, 1996. 115 p.

CONSORCIO PERIODISTICO DE CHILE. COPESA. Contaminación Acústica. [enciclopedia escolar ICARITO en línea]. Santiago de Chile. Medios Digitales de COPESA. 2005. [citado en 12 nov 2005]. Disponible en Internet: http://icarito.tercera.cl/especiales/medio_ambiente/contaminacion/c_acustica.htm.

CONTRALORÍA GENERAL DE MEDELLÍN. Estado de los Recursos naturales y del medio ambiente de Medellín 2002. Medellín: s.n., 2003. 125 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO. Algunos aspectos sobre contaminación atmosférica en el departamento del Quindío : Ruido. [en línea]. Información Ambiental C.R.Q. Mediciones de ruido. 2005. Actualizado en enero 19 de 2005. [citado en febrero 16 de 2006]. 5 p. Disponible en Internet: http://www.crq.gov.co/visual_crq/principal.html.

_____ Evaluación preliminar del estado de los recursos naturales en el departamento del Quindío. C.R.Q. FUDESCO. Colombia. 2001. 213 p.

_____ Plan de Acción Trienal 2004 – 2006. Armenia, Quindío : C.R.Q., 2004. p.75

_____ Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR. Departamento del Quindío 2003 – 2012. Armenia : C.R.Q., 2002. 143 p.

CORRALES H., Alexander, MONTES Arturo y HENRIQUEZ, Félix. Contaminación por ruido debido al tráfico vehicular : un problema diario que va en aumento en la ciudad de Panamá. En : Universidad de Panamá. Facultad de ingeniería mecánica. Vol. 4 (1999) p. 1-4.

DE ANDRÉS ALONSO Fernando Luis. El tratamiento administrativo de la contaminación acústica. Primera edición. Coruña. Cáp. 1. 2003. 183 p. (13 -25).

DE CASTRO, Mariagrazia y ALOJ, Eugenia. Efectos sobre la salud humana producidos por la contaminación del tráfico : perspectivas de educación ambiental en el transporte publico para una movilidad sostenible. En : Higiene y Sanidad Ambiental. Vol. 5 (2005) p. 114-119.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Informe de Coyuntura Económica Regional Departamento del Quindío Primer Semestre de 2005. Convenio Interadministrativo No. 111 de abril de 2000. Quindío : DANE, 2000. 63 p.

DICCIONARIO DE MEDICINA DORLAND. Diccionario Enciclopédico ilustrado de medicina. España. McGraw - Hill Interamericana. 2000. 632 p.

DICCIONARIO DE MEDICINA OCEANO MOSBY. España. Grupo Editorial Océano, 1994. p. 1958.

EL PAIS. Mucho ruido y pocas normas. En : El País, Cali Colombia. Noticias económicas. AÑO 56. ISSN0124-891X. (31, 08,2005). B131N1.

FERRAN, D. Efectos del ruido sobre la salud. En : CURSO ACADÉMICO 2003 EN LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA DE LAS ISLAS BALEARES. (1º : 2003 : Baleares). Ponencias del curso académico, Baleares, 2003. p. 1 -14.

FINN, Robert. Beyond Discovery®: The Path from Research to Human Benefit. [en línea] Estados Unidos. National Academy of Sciences. 2003. actualizado el 13/09/2002. [citado en 8 de marzo de 2006] Disponible en Internet versión html: http://www7.nationalacademies.org/spanishbeyonddiscovery/bio_007551-01.html

FLORES, Eloy y SANCHEZ, Jesús. Contaminación Acústica [en línea] *sine loco*. Sinexi. 1998. [citado en septiembre de 2005] Disponible en Internet: <http://www.monografias.com>.

FLORES P., Miguel Antonio; TORRAS O., Sandra y TÉLLEZ G., Rodolfo. Estudio Del Ruido Generado Por La Operación Del Transporte carretero. Caso IV, Veracruz. Secretaría de comunicaciones y transportes Instituto mexicano del transporte. Publicación Técnica No 194. Sanfandila, Qro. 2002. ISSN 0188-7297. 148 p.

GARCIA BUITRAGO, Alba Lucia. Contaminación por el ruido. En : AGUDELO, Carlos. Ecología : perspectiva ecológica del Quindío. Armenia : Universitaria Colombia, 2003. p. 22-25. ISBN 33-5009-5.

GOMEZ, Lucevin. Salud y Contaminación vehicular : contaminación sonora. En: El Tiempo, Bogotá. (17, 12, 2005).

GONZALÉZ R., Mauricio y RAMOS B., Juan Pablo. Propuesta de norma para el control del ruido en Bogotá, D.C. [en línea]. Bogotá. Universidad de los Andes. 2005. Actualizado en 08-03-2006 [citado en 6 feb 2006] Serie ICYA;2001-058. Disponible en: http://www.triton.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/437/1/mi_932.pdf.

GRANADA CONTRA EL RUIDO. Efectos del ruido sobre la salud, la sociedad y la economía. [en línea] Madrid, España. San Marcos, 5, 2º E, 18005 Granada CIF: G18532036. Nº en el Registro Provincial de Asociaciones: 00/3.892, Sección 1ª. Actualizado en junio de 2005 [citado 4 agosto 2005]. Disponible en Internet: www.ruidos.org/referencias/ruido_efectos.htm.

HARRYS CYRIL M. Manual de medidas acústicas y control de ruido. 3ª ed. Madrid. McGraw-Hill, 1995. v.1, p. 26.20.

HASALL, John. Técnicas de medida del ruido. En: HARRYS, Cyril. Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. 3ª ed. Madrid. McGraw-Hill, 1995. Vol. 1. Cáp. 9. p. 5.1-5.23.

IDEAM. Sentencia Nº T-210/94 : contaminación auditiva/tutela contra el ruido. Adscrito al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. Sistema Nacional Ambiental. Santa Fe de Bogotá, 2001. 1 p.

ISING, H. y KRUPPA, B. Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years. En : Noise Health. Alemania. 6(22) (Ene.-Mar. 2004); p. 5-13. PMID: 15070524.

JOHNSON, Daniel ; MARSH, Alan y Harris, Cyril. Instrumentos de medida acústica. En: HARRYYS, Cyril. Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. 3ª ed. Madrid. McGraw-Hill, 1995. Vol. 1. Cáp. 5. p. 5.1-5.23.

KOGAN MUSSO, Pablo. Análisis de la eficiencia de la ponderación “A” para evaluar efectos del ruido en el ser humano. Valdivia, 2004, 178 p. Tesis. Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias de la ingeniería. Escuela de ingeniería acústica.

KOGAN, Pablo y ARENAS, Jorge. Eficiencia de la ponderación “A” desde el punto de vista de la salud. Instituto de Acústica. Universidad Austral de Chile. 2004. Casilla 567. ID: 018. 8 p.

MIYARA, Federico. Gestión del ruido en la ciudad. En : TALLER SOBRE GESTIÓN DEL RUIDO EN LA CIUDAD. (1ª : 2004 : Rosario). Ponencia del Taller de Acústica Urbana y Gestión del Ruido en la Ciudad. Universidad nacional del rosario, 2004. p. 1-9.

_____. Contaminación acústica proveniente del transporte. [biblioteca virtual]

Rosario: 2005. Lab. Acústica y electroacústica. Universidad nacional de rosario
Actualizada el 27 Julio 2005 [citado en 21 febrero 2006] Disponible en Internet:
<http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/05-06-02.pdf>.

_____. El sonido, la música y el ruido. En : TECNOPOLITAN. No Marzo -
Abril de 2001. 5 p.

MOLLER, Rolf. La situación del transporte urbano de personas en las ciudades
del valle del cauca. En : PRIMER FORO REGIONAL DE TRANSPORTE
INTERMODAL Y LOGÍSTICA : DIAGNOSTICO Y PERSPECTIVAS. Universidad
del valle. Santiago de Cali. Marzo 4 de 2004. 11 p.

MUÑIZ, Julio Félix. Estudio de la correlación existente entre el efecto supresor
contralateral y la fatiga auditiva mediante otoemisiones acústicas transitorias.
Valencia, 2004, 227 p. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Facultad de
Medicina. ISBN.:84-370-6131-8. Disponible en pdf: [http://www.tdx.cesca.es/
TEISIS_UV/AVAILABLE/TDX-0704105-114139//felix.pdf](http://www.tdx.cesca.es/TEISIS_UV/AVAILABLE/TDX-0704105-114139//felix.pdf).

O' CINNEIDE, Donncha. Contaminación por ruido. En : KIELY, Gerard.
Ingeniería Ambiental : fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión.
España : Mc-Graw-Hill, 1999. Vol. 2. Cáp. 9 841 p. (527-545).

_____ Impacto ambiental producido por el transporte. En : _____ .
España : McGraw-Hill, 1999. Vol. 3. Cáp. 20 p. 1151-1181.

PEREZ, Jady. Avanza la campana ambiental del control del ruido en Quito :
Noticias Financieras [base de datos en línea] Miami: Sep 2004. [citado en 8
septiembre 2005] ProQuest. ID: 689243931. Disponible en Internet:
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=689243931&Fmt=3&clientId=57067&RQT=309&VName=PQD>.

RASMUSSEN, Hans. 2003. Medición de fuentes móviles, sus estrategias,
selección de puntos de monitoreo, manejo y confiabilidad de la información. En :
SEMINARIO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL RUIDO CAUSADO POR
FUENTES MÓVILES (TRAFICO RODADO). Colombia, 2003. 19 p. Disponible en
Internet: <http://www.ingenieroambiental.com/?cate=5>.

REINA, Mery. Hacia una revisión de la conceptualización metodológica para
calificar pérdidas auditivas por exposición al ruido ocupacional. En : Acta de
Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello. Vol. 30, No 3, (sep. 2002).

RIVERA, Julián y GUERRY, Ariel. Contaminación Sonora : “Propuesta de
Evaluación de Impacto Ambiental Vial para la Ciudad de La Plata” [en línea]
edición revisada. La plata (Uruguay) LEMac – investigaciones viales. 2002.
[citado en 2005-11-16] Actualizado continuamente. Disponible en Internet en:

<http://www.frlp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202002/Ev%20imp%20amb%20-%20Prov%20amb.pdf>.

SAINZ, María. Demasiado ruido, demasiado estrés : Contaminación acústica (I). [en línea]. Madrid (España). El Mundo. 7 de Mayo de 2004. Actualizado semanalmente. [citado en 5 febrero 2006]. Disponible en Internet: <http://www.elmundosalud.elmundo.es>.

SÁNCHEZ P., Germán. Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. En: Economía y Desarrollo. Vol. 1, N° 1. Marzo 2002. 20 p. (5 – 13).

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Ruido y Sobrepresión Atmosférica. En : II CURSO INTERNACIONAL DE ASPECTOS GEOLOGICOS DE PROTECCION AMBIENTAL. Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Campinas, SP – Brasil. Cáp. 20 (5 al 20 de junio de 2000). 332 p. (294-302).

SCHADE Wolfgang. El ruido del tráfico : un reto para la movilidad sostenible. En: REVISTA INTERNACIONAL DE CIENCIAS SOCIALES. Resúmenes. Asesor editorial Liana Giorgi. 2003. 8 p.

SEXTO, Luis. El ruido: Enemigo público número uno. En: BOHEMIA. Año 91, No 25, (dic. 1999). 3 p.

SIERRA R., Carlos. Control de decibeles : El ruido también contamina. Unidad de Aguas y Aire. En : COSMOS. Año 4, No 13, (mar. – abr. 2000). 2 p.

SIMEONE, Elia. Ambientalistas señalan creciente contaminación sonora: Noticias Financieras. [base de datos en línea] Miami. El mercurio. Enero 2005 [citado en 10 enero de 2005] ProQuest. ID: 776735241. Disponible en Internet: <http://proqueTs.umi.com/pqdweb?did=776735241&Fmt=clientId=57067&RQT=309&VName=PQD>.

SMALL, Arnold y GALES, Robert. Características de la audición. En : HARRYS, Cyril. Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. 3ª ed. Madrid. McGraw-Hill, 1995. Vol. 1. Cáp. 17. p. 5.1-5.23.

STANSFELD, S.; HAINES, M. y BROWN B. Noise and health in the urban environment. En : Rev Environ Health. 15(1-2) (Ene.-Jun. 2000): p. 43-82. PMID: 10939085.

STANSFELD, Stephen et al. Road traffic noise and psychiatric disorder : prospective findings from the Caerphilly study. En : BMJ (Agos.1996); p. 313:266-267. PMID: 8704537.

TORRES A., Julio Cesar; OSORIO A., Aura Marina y ROJAS M., Myriam. Estudio preliminar de la contaminación ambiental generada por el transporte

Urbano de Armenia. Armenia, 1994, 160 p. Trabajo de grado. Universidad del Quindío. Facultad de educación.

VARGAS, Víctor M. Alertan por alta contaminación por ruido. En : El Tiempo, Bogotá. (12, 02, 2006); C 2-8.

VIÑOLAS P., Jordi. Contaminación ambiental por ruidos. [en línea]. [España]. s.n. 2002. [citado en octubre 2005]. Disponible en Internet: http://members.fortunecity.es/robertexto/archivo14/tipeotextos_02.htm.

WILLICH, Stefan et al. Noise burden and the risk of myocardial infarction. En : Eur Heart J. Berlín. Feb; 27(3) (2006): p. 276-82. PMID: 16308324.

ZELEDON, Doralina. Educación para un ambiente sonoro saludable. [en línea]. Edición No. 22625. [Nicaragua]. La prensa. Enero 2002. Actualizado continuamente. [citado en 8 febrero 2006]. Disponible en Internet: <http://www-ni.laprensa.com.ni/archivo/2002/enero/28/opinion/opinion-20020128-03.html>.

ZUÑIGA G., María D. BLANCO A., José J. y GARCIA, Joaquín. El ruido, un problema ambiental de primer orden. En : AULA VERDE. Vol. 25. Octubre 2004. 6 p.

ANEXOS