

**PERCEPCIÓN DEL RUIDO POR PARTE DE HABITANTES DEL BARRIO GRAN LIMONAR DE
LA COMUNA 17 EN LA CIUDAD DE CALI.**

Xiomara Perea Escobar

Eduardo Marín Toro

Universidad Del Valle

Sede Cali

Escuela De Ingeniería De Los Recursos Naturales Y Del Ambiente

Ingeniería Sanitaria Y Ambiental

Santiago De Cali

2014

**PERCEPCIÓN DEL RUIDO POR PARTE DE HABITANTES DEL BARRIO GRAN LIMONAR DE
LA COMUNA 17 EN LA CIUDAD DE CALI.**

Xiomara Perea Escobar

Eduardo Marín Toro

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar por el título de Ingenieros Sanitarios
y Ambientales**

Directores de Tesis

Ph.D MSc. Juan Pablo Silva

Universidad del Valle

Universidad Del Valle

Sede Cali

Escuela De Ingeniería De Los Recursos Naturales Y Del Ambiente

Ingeniería Sanitaria Y Ambiental

Santiago De Cali

2014

AGRADECIMIENTOS

En la finalización de esta una de las etapas más importantes de nuestras vidas, expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a las personas que nos brindaron su completo apoyo y comprensión, en primer lugar a Dios por darnos la vida y guiarnos durante todo este periodo, a nuestros padres y hermanos por su compañía incondicional, paciencia y plegarias, a la Universidad del Valle y en particular al programa académico Ingeniería Sanitaria y Ambiental y cada uno de los profesores, compañeros y amigos que nos acompañaron y dieron su apoyo durante todo el proceso formativo profesional, Nuestros directores de programa; Carlos Arturo Madera, Héctor Mario Gutiérrez, Jenny Rodríguez; Nuestro director de tesis Juan Pablo Silva. Agradecemos especialmente al profesor Luis Fernando Marmolejo por brindarnos los mejores consejos en momentos relevantes y que aportaron significativamente en la realización de nuestro logro.

“Porque ¿Qué provecho obtendrá un hombre si gana el mundo entero, pero pierde su alma?...” MT 16:26 (NBLH)

Xiomara Perea Escobar

Eduardo Marín Toro

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	12
3.	OBJETIVOS.....	17
3.1	General	17
3.2	Específicos.....	17
4.	MARCO TEORICO	18
4.1	Sonido.....	18
4.2	Ruido	18
4.3	Características del Ruido.....	18
4.4	Ruido ambiental	19
4.5	Tipos de Ruido.....	19
4.6	Fisiología del oído.....	19
4.7	Contaminación Sonora	21
4.8	Efectos en la Salud según la intensidad de sonido en dB(A).....	22
4.9	Ruido y efectos en la salud	24
4.10	Sonómetro	25
4.11	Anemómetro	25
4.12	Presión sonora.....	26
4.13	Decibel A	26
4.14	Marco Normativo.....	27
5	METODOLOGIA	29
5.1	Localización Área de Estudio.....	29
5.2	Caracterización de ruido	31
	Procesamiento y análisis de datos.....	33
5.3	Percepción de la población	36
5.3.1	Determinación de tamaño de muestra	36
5.3.2	Procesamiento y análisis de datos obtenidos en la encuesta	38

6	RESULTADOS Y ANÁLISIS	38
6.1	Caracterización del ruido	38
6.2	Análisis del comportamiento de niveles de ruido	40
6.2.1	Análisis de dispersión de datos en los niveles de presión sonora.....	40
6.2.2	Análisis Estadístico de los datos de niveles de ruido	48
6.3	Percepción de la población a los niveles de ruido de la zona de estudio.....	52
6.3.1	Caracterización de la población expuesta.....	52
6.3.2	Percepción de los problemas ambientales de la población expuesta al impacto por ruido en la zona de estudio.....	53
6.3.3	Percepción de efectos de los niveles de ruido en la población encuestada.....	56
6.3.4	Percepción de los impactos ambientales originados por el exceso de niveles de ruido presentados en la zona.....	60
6.4	Comparación entre datos de caracterización y percepción de ruido.....	62
7.	CONCLUSIONES	66
8.	RECOMENDACIONES.....	68
9.	ANEXOS.....	69
9.1	ANEXO I. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DEL SONOMETRO CASELLA ®... 69	
9.2	ANEXO II. RESOLUCIÓN 0627 DEL 2006- REPUBLICA DE COLOMBIA.....	72
9.3	ANEXO III . MODELO DE ENCUESTA APLICADO PARA HABITANTES DE LA ZONA ESTUDIADA	73
9.4	ANEXO IV. MAPA DE RUIDO DE UN SECTOR DE LA COMUNA 17 DE LA CIUDAD DE CALI.....	75
10.	REFERENCIAS	76

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Efectos en la salud según el nivel de intensidad de sonidos en dB(A)	22
Tabla 2 Valores límites permisibles para ruido continuo.	23
Tabla 3 Barrio, urbanización o sector que conforman la comuna 17	30
Tabla 4 Determinación de puntos de medición y fuentes emisoras para caracterización de ruido... 31	
Tabla 5 Niveles promedio de Presión Sonora Continuo Equivalente para los días de medición y verificación del cumplimiento de la norma	39
Tabla 6 Resultados Prueba D'Agostino para evaluar la normalidad en los datos obtenidos por caracterización de ruido.....	49
Tabla 7 Prueba U Mann-Whitney para el horario 7:00am-10:00am	50
Tabla 8 Prueba U Mann-Whitney para el horario 10:00am-1:00pm	51
Tabla 9 Prueba U Mann-Whitney para el horario 6:00pm-9:00pm	51
Tabla 10 Prueba U Mann-Whitney para el horario 10:00pm-12:00am	51
Tabla 11 Criterios de evaluación para la percepción de los niveles de ruido según día y rango de hora.....	64
Tabla 12 Comparación de los niveles de ruido obtenidos mediante caracterización con la percepción de la población.....	64

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Fisiología del oído	20
Figura 2 Sonómetro	25
Figura 3 Anemómetro	25
Figura 4 Criterios de decibeles con ponderación A, B y C.....	27
Figura 5 Ubicación de la comuna 17.....	29
Figura 6 Ubicación zona de estudio, Barrio Gran Limonar	32
Figura 7 Intensidad del sonido en dB(A) correspondiente a jueves y sábados considerando mediciones diurnas y nocturnas.....	41
Figura 8 Intensidad del sonido en dB(A) por puntos muestreados, correspondiente a Jueves y Sábados días completos	42
Figura 9 Intensidad y dispersión del sonido en dB(A) correspondiente a jueves y sábados en horario diurno. ...	43
Figura 10 Intensidad del sonido en dB(A) por puntos muestreados, correspondiente a Jueves y Sábados en horario diurno.....	44
Figura 11 Intensidad del sonido en dB(A) por puntos muestreados, correspondiente a jueves y sábados en intervalos de medición diurnos.	45
Figura 12 Intensidad del sonido en dB(A) correspondiente a jueves y sábados en horario Nocturno	46
Figura 13 Intensidad del sonido en dB(A) por puntos muestreados, correspondiente a Jueves y Sábados en horario nocturno.....	47
Figura 14 Características generales de la población encuestada.....	52
Figura 15 Asignación del orden de importancia de los impactos ambientales percibidos en la zona	54
Figura 16 Percepción del ruido como una problemática de la zona	55
Figura 17 Percepción del ruido como problemática de la zona, comparado con las características generales de los encuestados	55
Figura 18 Niveles de percepción del efecto del ruido en el día y en la noche	57
Figura 19 Percepción del efecto del ruido para la jornada diurna comparado con las características generales de los encuestados	58
Figura 20 Percepción del efecto del ruido para la jornada nocturna comparado con las características generales de los encuestados	59
Figura 21 Percepción generación de efectos secundarios a causa de ruido	61
Figura 22 Percepción de habitantes sobre las situaciones relacionados a establecimientos nocturnos.	62
Figura 23 Identificación de mayores niveles de ruido según habitantes de la zona escuestados.	63

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar la percepción de la población de la comuna 17 ubicada en la ciudad de Cali, frente a la problemática de contaminación auditiva que se ha presentado en los últimos años, esta problemática se evidenció en las quejas que la autoridad ambiental (DAGMA) registra diariamente. Se midieron niveles de presión sonora en tres puntos determinados, ubicados en la Carrera 66 con Autopista sur (P1), Centro de la carrera 66 (P2) y la Carrera 66 con Pasoancho (P3). En cada punto se realizó la medición de ruido ambiental para los días jueves y sábados en diferentes intervalos de tiempo para horarios diurnos y nocturnos, según lo establece la Resolución 0627 del año 2006 de Colombia. La caracterización de ruido se realizó durante 4.5 meses y en los resultados obtenidos se encontró que los niveles de ruido registrados sobrepasaron los límites máximos permisibles establecidos por la resolución para un sector B, sector determinado para la zona sujeta a estudio y donde se evidenció un promedio ponderado de niveles de ruido para el jueves durante el día de 72.98 dB(A) en el punto 1, 72.08 dB(A) en el punto 2 y 73.28 dB(A) en el punto 3, donde durante la noche se presentaron niveles de 68.96 dB(A), 70.66 dB(A) y 71.41 dB(A) para los puntos 1, 2 y 3 respectivamente. El sábado durante el día los niveles fueron de 76.46 dB(A) en el punto 1, 79.60 dB(A) en el punto 2 y 84.10 dB(A), donde durante la noche se obtuvieron niveles de 71.02 dB(A), 72.23 dB(A) y 72.25 dB(A) para los puntos 1, 2 y 3 respectivamente. Además se pudo determinar que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los niveles promedio de ruido caracterizados en ambos días para los 3 puntos de medición en el intervalo de tiempo 7:00 am - 10:00 am, y en los puntos 1 y 2 para el intervalo de tiempo de 6:00 pm - 9:00 pm. En contraste, sí se presentaron diferencias significativas entre ambos días en los intervalos de 10:00 am - 1:00 pm y 10:00 pm a 12:00 am para los tres puntos.

La percepción de la población ubicada en la zona de estudio respecto al ruido se evaluó mediante una encuesta aplicada a 56 viviendas, teniendo en cuenta que se enumeraron 380 viviendas en la zona. Se analizaron las respuestas de los encuestados relacionadas con percepción del ruido, comparando con aspectos relacionados con las características generales de la población, donde se encontró que la edad del encuestado, la distancia de ubicación de su vivienda, el tiempo de residencia en la vivienda y permanencia en la zona, no eran determinantes al momento de alterar la percepción de los niveles de ruido. En términos generales el 77% de los encuestados coincidieron

en que la zona sujeta a estudio presenta exceso de niveles de ruido, originando una problemática de contaminación auditiva, sin embargo se evidencia una mediana apreciación de que el ruido corresponda a la principal problemática ambiental por la que atraviesa la zona de estudio.

Este estudio permitió establecer que los días sábado en jornada nocturna, la percepción de los residentes coincide totalmente con los niveles de ruido registrados, mientras que en los intervalos de tiempo correspondiente a las horas pico de ambos días de medición y en el intervalo de tiempo de la jornada nocturna para el día jueves, se evidenció una percepción media por parte de los encuestados. Sin embargo, en el intervalo de tiempo de 10:00am a 1:00pm hubo una baja percepción del ruido a pesar de también registrarse niveles elevados de contaminación auditiva en este horario.

1. INTRODUCCIÓN

La realización de cualquier actividad humana suele involucrar la generación de un nivel sonoro de mayor o menor intensidad. Estos sonidos en función del tipo, lugar, duración y el momento del día en que se producen, pueden resultar desde molestos, hasta llegar a alterar el bienestar psicológico y fisiológico de los seres vivos. Cuando esto sucede hablamos de Ruido y es considerado como Contaminación (DAGMA, 2011).

La contaminación sonora es también, llamada en el lenguaje coloquial: "Ruido". Según el diccionario de la RAE, el ruido es "Sonido inarticulado, por lo general desagradable". En otras palabras, el ruido es un sonido excesivo y molesto, que puede ser permanente, alterno o casual. Por lo tanto es contaminante. Se mide en decibeles (dB). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha considerado 50dB como un límite moderado del sonido. Los principales causantes del ruido son los seres humanos, con ellos, las industrias y construcciones de Edificios (Gomez A. , 2008).

El ruido ambiental es un problema importante en la salud y la calidad de vida de los ciudadanos y empieza a existir una mayor concienciación sobre la contaminación acústica. Se pueden encontrar cada vez más estudios que lo analizan y demuestran una clara relación entre altos niveles de ruido y el aumento de enfermedades en la población. Al mismo tiempo se ha ido avanzando en su legislación, impulsado principalmente por organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unión Europea (UE). Sin embargo, aún existe una clara falta de atención por parte del sector político y las administraciones responsables de establecer medidas para su control y reducción. (Martínez & Peters, 2013)

La ciudad de Santiago de Cali a nivel mundial tiene el reconocimiento de la "rumba", los mejores escenarios y shows de salsa, lo cual ha llevado a desarrollar con mayor razón una cultura ruidosa. La comuna 17 es una de las zonas donde ha sido notorio el incremento de quejas por ruido, debido a la presencia de discotecas en zonas establecidas como residenciales, además del flujo vehicular en las avenidas que tiende a multiplicarse día tras día. El procedimiento para verificar si la comuna en mención presenta niveles de ruido tales que sobrepasen los límites establecidos por normatividad

ambiental vigente (Resolución 0627 de 2006- República de Colombia) se apoyó en la caracterización y evaluación de la percepción de los habitantes de la zona respecto a los niveles de ruido.

Teniendo en cuenta que en Colombia no se ha determinado un procedimiento para evaluar la percepción de una comunidad respecto al ambiente de ruido urbano, en el presente documento se expone una metodología que permitirá evaluar el impacto percibido por una población determinada a causa de un ambiente ruidoso. Metodología que se podrá utilizar para crear y decretar medidas de prevención y control al respecto. Además podrá servir como aporte en la elaboración de planes de ordenamiento territorial en las principales ciudades del país donde es de vital importancia considerar la problemática de la contaminación auditiva.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El sonido es una vibración del medio, una onda mecánica que se genera y propaga a través del aire, de los líquidos y de los sólidos. Del mismo modo que al lanzar una piedra a un estanque se dibujan a su alrededor ondas que se desplazan hasta llegar al borde, las ondas sonoras viajan a través del aire hasta el oído. Aquí son recogidas por el pabellón auricular y conducto auditivo externo (Alcaldía de Bogotá, 2004).

El ruido se entiende como cualquier sonido no deseado o potencialmente dañino, que es generado por las actividades humanas y que deteriora la calidad de vida de las personas (Murphy, E, & Rice, 2009). Desde hace 2000 años se conoce que la exposición a ruidos intensos produce pérdida auditiva. Plinio el Viejo, naturista y escritor romano, en su Historia Natural, describió la sordera de los pobladores próximos a las cascadas del río Nilo. Respecto a los antecedentes históricos sobre legislación en ruido, éstos se remontan al año 600 AC, ya que es en la ciudad Griega de Síbaris en donde se promueve la primera normalización frente a la contaminación acústica, la cual prohibía la posesión de gallos por la posible perturbación del descanso nocturno de los ciudadanos, y la residencia dentro de la ciudad de herreros, y todo tipo de oficio que se considerase como ruidoso, obligándose a residir fuera de ella (Tolosa, 2003). Concretamente, la definición del ruido es subjetiva, ya que desde la percepción de cada individuo, se puede entender de forma diferente y depende del concepto sociocultural local de cada uno, sin embargo, los efectos nocivos del ruido no respetan costumbres o culturas, lo que eleva la importancia del cumplimiento de las normas asociadas al ruido.

El ruido es un problema que abarca completamente el contexto ambiental, puede ocasionar efectos fisiológicos, psicológicos y sociales que van desde simples molestias hasta problemas clínicos no reversibles a nivel mundial, y está relacionado con todas las actividades humanas asociadas al desarrollo, dentro de las cuales se destacan, la productiva, comercial e industrial. El más estudiado y cuantificable de los efectos del ruido en el ser humano es la pérdida de audición (Kogan, 2004). En la industria se cuentan por miles los profesionales que han perdido la audición por culpa del ruido en las empresas; pero el ruido ha traspasado los límites de las fábricas para invadir, calles, domicilios, y espectáculos. El ruido no solo produce daño en el oído y pérdida de la audición: sus efectos a corto,

medio y largo plazo van más allá, y afectan prácticamente todo el organismo del cuerpo humano (Alcaldía de Bogotá, 2004).

Los informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), muestran que para el 2004, más de 275 millones de personas en el mundo padecían defectos de audición entre moderados y profundos; el 80% de ellos vivían en países de ingresos bajos y medianos. Uno de los causantes de estos defectos, es la exposición al ruido excesivo (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2012) Adicional a esto, la OMS, expresa que 300 millones de personas se ven afectadas por la contaminación sonora, y una de cada cinco no oye de manera adecuada, (Morales, 2006), además, se ha definido al ruido, como el tercer problema ambiental de mayor relevancia en el mundo (OMS, 1999).

El daño auditivo producido por el ruido relacionado al ocio es preocupante. La fuente más común de ruido en este contexto es la música, a la cual el oído está expuesto por distintos medios de audio en lugares diferentes (reproductores de música portátiles, sistemas estéreos, discotecas, conciertos). La mayoría de la gente subestima el riesgo de sufrir daño auditivo o incluso lo niega conscientemente. El mayor problema (o aspecto) es crear conciencia en el grupo de mayor riesgo, por lo general los jóvenes. En este respecto, se llama a los legisladores a intervenir y disminuir el potencial de daño con la introducción de limitadores de nivel de sonido en las unidades reproductoras de audio y niveles de sonido máximos permitidos en los eventos musicales o prohibir los juguetes que son muy ruidosos o que producen niveles de ruido excesivamente altos (AMM, 2014).

En el año 2004 el congreso de la República de Colombia realizó un proyecto que dio lugar al Decreto 180 de 2004 en la ciudad de Bogotá; donde se afirma que Colombia por su cultura ruidosa ocupa unos de los primeros lugares en el mundo detrás de países como España, Brasil y Japón, en el ranking de países más ruidosos del planeta. Un alto porcentaje de los habitantes de nuestro país se exponen a niveles de ruido superiores a los 65 decibelios, el umbral a partir del cual la OMS, los científicos y expertos sanitarios consideran inaceptable el ruido (Alcaldía de Bogotá, 2004). Con el paso de los años se pierde la audición, lo que se denomina presbiacusia o sordera de la vejez. Pero personas no sometidas a ruidos excesivos a lo largo de su vida presentan en la vejez una pérdida

auditiva. Pero la presbiacusia (pérdida lenta de la capacidad para escuchar las frecuencias altas y, que se manifiesta a medida que las personas envejecen.) es un fenómeno más unido al ruido ambiental que al envejecimiento. Los niños y jóvenes de hoy día soportan desde la infancia niveles de ruido que sobrepasan muchas veces los niveles, un tanto artificiales y de consenso, considerados nocivos para la salud (Alcaldía de Bogotá, 2004). “El gran problema de la generación de ruido se debe a la alteración de los estatutos de los usos del suelo. Muchas veces se dan permisos a negocios en sitios residenciales, es decir, se altera el ordenamiento territorial con el uso del suelo para negocios que no son propios de esas zonas” (Gomez J. , 2011).

La ciudad de Cali no es ajena al problema de la contaminación sonora, el ruido, luego del agua, se ha convertido en el segundo problema ambiental más preocupante de Cali, al punto de que el Departamento Administrativo de Gestión Medio Ambiental (DAGMA), registra alrededor de 20 quejas promedio diaria por este tipo de problema. Según la entidad ambiental, la falta de cultura al momento de realizar una actividad de diversión como la “rumba” es la principal razón de las quejas por exceso de ruido en la ciudad (Orozco, 2012).

Desde hace aproximadamente 6 años, por estrategia comercial se ubican bares y discotecas en la comuna 17. La expansión de nuevos sitios es cada vez más evidente, provocando que cada día se produzca una mayor aglomeración de personas en estos sectores, lo que se traduce como un aumento en la contaminación sonora y ruido excesivo en la zona hasta altas horas de la madrugada. Esta situación se torna crítica cuando el ruido se propaga más allá de los establecimientos comerciales hacia la zona residencial, perturbando la convivencia, seguridad y afectando posiblemente la salud entre los habitantes de la zona, caso que se ve reflejado en los habitantes de la comuna 17.

El ruido en las calles y sectores aledaños a los condominios está relacionado con el crecimiento y modernización de la ciudad de Cali y con problemas del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio (POT) del Municipio; aspectos que han propiciados un cambio en el uso del suelo de muchos sectores de la ciudad, que dejaron de ser uso residencial de manera exclusiva para convertirse en sectores mixtos (Residencial-comercial) (Echeverry, 2009).

Los generadores de ruido en la ciudad continúan siendo los establecimientos comerciales, bares, discotecas, chivas rumberas, equipos de sonido de las viviendas, iglesias y caninos, contaminación producida por ruido proveniente de fuentes móviles o fijas (automotores, fábricas y centros de diversión que generan quejas por ruido, conflicto ciudadano y estrés, El gran problema de la generación de ruido se debe a la alteración de los estatutos de los usos del suelo. Muchas veces se dan permisos a negocios en sitios residenciales, es decir, se altera el ordenamiento territorial con el uso del suelo para negocios que no son propios de esas zonas en Cali los ruidos provienen de diversas fuentes, las móviles como los vehículos automotores, y las fijas como discotecas, bares, establecimientos comerciales y algunas fábricas. El problema se genera cuando el ruido interno que producen esos establecimientos, locales o fábricas traspasa a los espacios públicos y afecta la salud de los vecinos o de los circunstantes. Además, donde hay condominios cercanos se viola el derecho humano a la intimidad Familiar (DAGMA, 2011).

La falta de sensibilidad y de información por parte de las personas que padecen estas situaciones, y la falta de rigidez para el cumplimiento de las normas por parte de las autoridades ambientales ocasiona que haya un enfoque especial en este tema, ya que en el contexto local en el que se encuentra la ciudad de Cali y particularmente la comuna 17 con respecto al tema de la contaminación sonora, es de considerar, debido principalmente a la cantidad de quejas que se presentan en la población.

Las reclamaciones de ruido en estas zonas están relacionadas especialmente con las molestias que se generan cuando las personas salen de los establecimientos comerciales, especialmente cuando estos son bares o discotecas. “El sonido que se produce al encender los carros a altas horas de la madrugada o el escándalo que hacen algunas personas ebrias son las principales causas de las quejas que nos llegan a la entidad” (Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente-DAGMA-, 2013).

Ante la problemática en mención, fue necesario indagar la percepción de los residentes de la comuna 17, particularmente el sector que rodea el corredor de la carrera 66 entre calles 10 y 13, debido a que se trata de un sector mixto, ya que contiene zonas residenciales como comerciales de acuerdo a la Resolución 0627 del 2010, frente a los efectos directos o indirectos que conlleva la

exposición a sectores que presentan altos niveles de ruido. De esta forma se buscaron alternativas de evaluación que permitieran establecer la existencia de contaminación auditiva en las jornadas diurnas y nocturnas según el día donde se considerara la percepción de la población.

3. OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar la percepción de las personas asociada a los niveles de presión sonora provenientes de fuentes vehiculares y establecimientos nocturnos localizados en sector mixto perteneciente al barrio Gran limonar (Carrera 66 entre Calle 13 y Calle 10) de la comuna 17 de la ciudad de Cali.

3.2 Específicos

- Caracterizar los niveles de presión sonora en las zonas seleccionadas para estudio.
- Establecer si existen diferencias significativas entre los niveles promedios de ruido generados en un día de semana y fin de semana.
- Evaluar la percepción por parte de los habitantes de la zona de estudio debido a la posible contaminación sonora.

4. MARCO TEORICO

4.1 Sonido

Es una vibración del medio, una onda mecánica que se genera y propaga a través del aire, de los líquidos y de los sólidos. Del mismo modo que al lanzar una piedra a un estanque se dibujan a su alrededor ondas que se desplazan hasta llegar al borde, las ondas sonoras viajan a través del aire hasta el oído. Aquí son recogidas por el pabellón auricular y conducto auditivo externo.

4.2 Ruido

Sonido desagradable y molesto, con niveles excesivamente altos que son potencialmente nocivos para la audición. Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, esto puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que se desarrolle la pérdida auditiva, aunque en cualquiera de estos casos, es lamentablemente irreversible (Corzo, 2009).

4.3 Características del Ruido

El ruido presenta grandes diferencias con respecto a otros contaminantes:

- Es el contaminante más barato.
- Es fácil de producir y se necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- No se traslada a través de los sistemas naturales
- Se trata de una contaminación localizada, por tanto afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2007).

4.4 Ruido ambiental

Uno de los principales problemas medioambientales, situaciones como el tráfico, actividades industriales y las derivadas del ocio son las causantes de la mayoría de los casos ruidos. La Organización Mundial de la Salud (OMS), lo define como un tema de Salud Pública importante, más del 80% de las personas que viven en las ciudades se encuentran sometidas a soportar niveles superiores de los que serían recomendables. El ruido, paradójicamente es una contaminación silenciosa, y como tal, pasa inadvertida. El poder de adaptabilidad de las personas al ruido es grande, la población no se protege y no es consciente de que nuestro oído es una herramienta básica para la comunicación. El progresivo aumento de lesiones auditivas irreversibles que nos aparecen, no se deben a la edad de las personas, sino al aumento de decibelios (dB) de una forma continua. El ruido es nocivo cuando molesta, pero sonidos menores y mantenidos de forma prolongada, producen lesiones en nuestros oídos al cabo del tiempo (Madrid Salud, 2011).

4.5 Tipos de Ruido

- *Continúo constante*: Es aquel cuyo nivel sonoro es prácticamente constante durante todo el período de medición, las diferencias entre los valores máximos y mínimos no exceden a 6 dB(A).
- *Continuo fluctuante*: Es aquel cuyo nivel sonoro fluctúa durante todo el período de medición, presenta diferencias mayores a 6dB(A) entre los valores máximos y mínimos.
- *Intermitente*: Presenta características estables o fluctuantes durante un segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 segundos.
- *Impulsivo o de impacto*: Son de corta duración, con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1 segundo, presenta diferencias mayores a 35dB(A) entre los valores máximos y mínimos (Corzo, 2009).

4.6 Fisiología del oído

El oído o región periférica se divide usualmente en tres zonas, llamadas oído externo, oído medio y oído interno, de acuerdo a su ubicación en el cráneo, como puede verse en figura 1:



Figura 1 Fisiología del oído (Corzo, 2009)

Los estímulos sonoros se propagan a través de estas zonas, sufriendo diversas transformaciones hasta su conversión final en impulsos nerviosos. Tanto el procesamiento mecánico de las ondas sonoras como la conversión de éstas en señales electroquímicas son procesos no lineales, lo cual dificulta la caracterización y modelado de los fenómenos perceptuales (Corzo, 2009).

Las fibras aferentes están conectadas mayormente con las células ciliares internas, por lo que es posible concluir con certeza que éstas son los verdaderos "sensores" del oído. Por el contrario, el papel de las células ciliares externas (más numerosas que las internas) era objeto de especulaciones hasta hace pocos años. Recientemente se ha comprobado que dichas células no operan como receptores, sino como "músculos", es decir, como elementos móviles que pueden modificar las oscilaciones en la membrana basilar. La actuación de las células ciliares externas parece ser la siguiente: para niveles de señal elevados, el movimiento del fluido que rodea los cilios de las células internas es suficiente para doblarlos, y las células externas se saturan. Sin embargo, cuando los niveles de señal son bajos, los desplazamientos de los cilios de las células internas son muy pequeños para activarlas; en este caso, las células externas se "alargan", aumentando la

magnitud de la oscilación hasta que se saturan (Corzo, 2009). Este es un proceso no lineal de realimentación positiva de la energía mecánica, de modo que las células ciliares externas actúan como un control automático de ganancia, aumentando la sensibilidad del oído (Corzo, 2009). Este nuevo modelo del mecanismo de transducción indica que el conjunto formado por la membrana basilar y sus estructuras anexas forman un sistema activo, no lineal y con realimentación, y permite explicar dos fenómenos asociados al oído interno: el "tono de combinación", generado a partir de dos tonos de distinta frecuencia por un elemento no lineal que contiene un término cúbico, y las "emisiones otacústicas", las cuales consisten en tonos generados en el oído interno en forma espontánea o estimulada, y que pueden llegar a ser audibles (Corzo, 2009).

4.7 Contaminación Sonora

El contaminante acústico posee características peculiares respecto de otras formas de polución. En primera instancia, a diferencia de otros contaminantes, el ruido no deja residuos sólidos, líquidos o gaseosos. En segundo lugar, podemos decir que la contaminación acústica tiene un fuerte carácter subjetivo. Por ejemplo, una emanación gaseosa contaminante provocará un efecto negativo en todos los seres vivos que se encuentren a su alcance. Sin embargo, el ruido no se comporta de la misma manera. Esto se debe a que el sonido es un medio de comunicación, de expresión y de comprensión entre los seres vivos y con su entorno. Para ejemplificar la característica subjetiva del ruido respecto de otros contaminantes, se puede pensar en la música emitida por un concierto en la vía pública. Esta podría ser disfrutada por los espectadores y al mismo tiempo ser un contaminante para los vecinos en las inmediaciones. (Kogan, 2004)

Las personas afectadas por la contaminación acústica pueden ser trabajadores en el ámbito laboral, ciudadanos al interior de sus viviendas, usuarios de los medios de transporte públicos o privados, transeúnte e.t.c. Por lo general las fuentes de ruido causantes de la contaminación no pueden ser controladas por el afectado, y en la gran mayoría de los casos esas fuentes de ruido se deben a algún tipo de actividad humana (Kogan, 2004).

4.8 Efectos en la Salud según la intensidad de sonido en dB(A).

La nocividad del ruido depende de 5 factores fundamentales:

- **Nivel de intensidad del sonido:** La unidad de intensidad es el decibel (dB), El ruido máximo permitido es de 85 dB(A), si la intensidad es mayor debe protegerse al trabajador.
- **Tiempo de exposición:** se consideran desde dos aspectos: por una parte ,el correspondiente a horas/día u horas/semanas de exposición que lo que normalmente es entendido como tiempo de exposición- y por otra parte la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva en su puesto de trabajo trabajando con un nivel de ruido determinado.
- **Frecuencia:** Las frecuencias percibidas por el oído, varían de 20Hz a 20000Hz. Los ruidos de alta frecuencia son más nocivos que los de baja frecuencia.
- **Intervalo entre las exposiciones.** Periodos de tiempo en el que se presenta la ocurrencia de ruido al que se es expuesto.
- **Sujeto pasivo receptor.** Es posible que el sujeto no perciba la magnitud de los niveles de ruido hasta que aparezcan directamente los efectos asociados. (Corzo, 2009).

En la tabla 1 se presentan los efectos de la salud según los dB(A).

Tabla 1 Efectos en la salud según el nivel de intensidad de sonidos en dB(A)

NIVELES DE RUIDO	ACTIVIDAD	SENSACIÓN
60 dB(A)	Conversación sosegada	Normal
70 dB(A)	Conversación en voz alta Lluvia Fuerte Interior de Vagón de metro	Ruido de fondo incómodo para conversar
80 dB(A)	Calle con tráfico intenso Cadena de montaje	Produce Molestia
90 dB(A)	Taller mecánico	Sensación molesta

	Claxon de automóvil	
100 dB(A)	Sirena de policía Discusión a gritos	Sensación molesta
110 dB(A)	Discoteca	Sensación insoportable
120 dB(A)	Martillo pilón Concierto de rock	Sensación dolorosa
130 dB(A)	Motor a reacción a 10 m	Sensación dolorosa
140 dB(A)	Despegue de avión a 25 m	Dolor y daños auditivos
150 dB(A)	Petardo que estalla al lado	Dolor agudo

Fuente (Portal Medicos, 2011)

En la Tabla 2, se encuentran los valores establecidos en Colombia por la resolución 8321 de 1993 como límites permisibles para ruido continuo. Esta resolución es decretada por el ministerio de salud en uso de las atribuciones legales y en especial de las que le confiere la Ley 09 de 1979.

Tabla 2 Valores límites permisibles para ruido continuo.

EXPOSICIÓN DIARIA (horas)	dB(A)
8	90
6-7	92
4-5	95
3	97
2	100
1	102
½	105
¼	110
1/8	115

No se permite que las personas sufran exposiciones a niveles mayores de 115 dB(A) de ruido continuo o intermitente, debido a que pueden sufrir efectos dañinos irreparables.

4.9 Ruido y efectos en la salud

Investigadores urbanistas, psicólogos, físicos y expertos, unánimemente reconocen al ruido como una cuestión de percepción individual con un carácter subjetivo, porque depende mucho de lo que para cada cual signifique. La música a alto volumen, los ladridos de los perros, el canto de las aves, el llanto de un niño y los demás sonidos del entorno, pueden llegar al oído del receptor con diferentes connotaciones, que van desde un simple sonido hasta alcanzar el carácter desagradable de ruido, en función de la atención que se le preste, su volumen auditivo, la hora en que se produzca y el estado anímico que presente la persona que lo escucha. La percepción acerca de este problema varía de unas personas a otras, las mujeres y las personas de mayor edad son en general más sensibles. Sin embargo, al ser considerado el ruido como un sonido perjudicial para la salud física y mental de la población, es un fenómeno que se debe prevenir y erradicar. El fenómeno del ruido es considerado actualmente como un agente de contaminación de alto nivel en todo el mundo (Gordillo, 1995), debido a que perturba las distintas actividades comunitarias, interfiere la comunicación hablada, perturba el sueño, el descanso y la relajación, impide la concentración y el aprendizaje y lo que es más grave, puede llegar a crear estados de cansancio y tensión, que desencadenan enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

Los efectos fisiológicos más directos son los de tipo auditivo, entre los que se encuentra la fatiga auditiva o déficit temporal de la sensibilidad auditiva, el fenómeno de los acúfenos o pitido constante que aparece en el interior del oído a causa de una alteración en el nervio auditivo y la pérdida progresiva de la audición provocada por la exposición continua a niveles de ruido por encima de los 85 dB(A). Por otra parte, la exposición a niveles de ruido superiores a los 120 dB(A) provocan dolor, inflamación del oído y pueden llegar a provocar un trauma acústico el cual consiste en la ruptura del tímpano. También se tienen efectos fisiológicos no sólo sobre el sentido de la audición, se sabe que la exposición al ruido provoca respuestas de todo el organismo, afectando la visión, la presión sanguínea, la tensión muscular y entorpece la actividad física y mental. El ruido perturba, altera e interrumpe el ambiente, desconcentra, entorpece la comunicación, el descanso y el sueño, pero además, a muchas personas les altera el carácter y el grado de percepción del oído, lo que en numerosos casos termina en padecimientos de sordera (Zuluaga, Correa, & Jimenez, 2009).

4.10 Sonómetro

El sonómetro es un equipo que permite cuantificar objetivamente el nivel de presión sonora. En esencia se compone de un elemento sensor primario (micrófono), circuitos de conversión, manipulación y transmisión de variables (módulo de procesamiento electrónico) y un elemento de presentación o unidad de lectura. Cumpliendo, así, con todos los aspectos funcionales inherentes a un instrumento de medición (Sexto, 2010).



Figura 2 Sonómetro
Fuente: (Direct Industry, 2011)

4.11 Anemómetro

El anemómetro es un instrumento que sirve para medir la velocidad, dirección y fuerza del viento. Para los casos de estimación de contaminación sonora, son vitales para una óptima medición con los respectivos sonómetros, y evitar sesgos por la influencia de los fuertes vientos que se pueden presentar.



Figura 3 Anemómetro
Fuente: (Direct Industry, 2011)

4.12 Presión sonora

Es la variación de Presión que puede ser detectada por el oído humano. El umbral de percepción para un individuo se produce a partir de una presión sonora de 2×10^{-2} N/m². La poca operatividad de esta escala, hace necesario utilizar los decibeles (dB) para expresar la magnitud de la presión sonora, la cual es el logaritmo (de base 10) de la relación de dos intensidades y viene dada por la siguiente expresión:

Nivel de Presión (dB) = $10 \log$ (Presión acústica existente/Presión acústica de referencia) (Corzo, 2009).

4.13 Decibel A

El dB(A) (también llamado decibel (A) o decibel ponderado "A" constituye la forma de expresar el nivel de presión sonora en decibeles, de un sonido cuyo espectro ha sido ponderado con el filtro "A". el filtro "A" es una curva que simula la respuesta del oído humano en determinadas condiciones. Una vez que el nivel de presión sonora de un ruido es medido como una magnitud física, el filtro "A" corrige cada banda del espectro medido de acuerdo a la respuesta en frecuencia del oído humano. Osea , otorga mayor importancia a las bandas de frecuencia para las cuales el oído tiene mayor sensibilidad y resta relevancia a las bandas del espectro audible que requieren de mayores valores energéticos para ser oídas (Kogan, 2004).

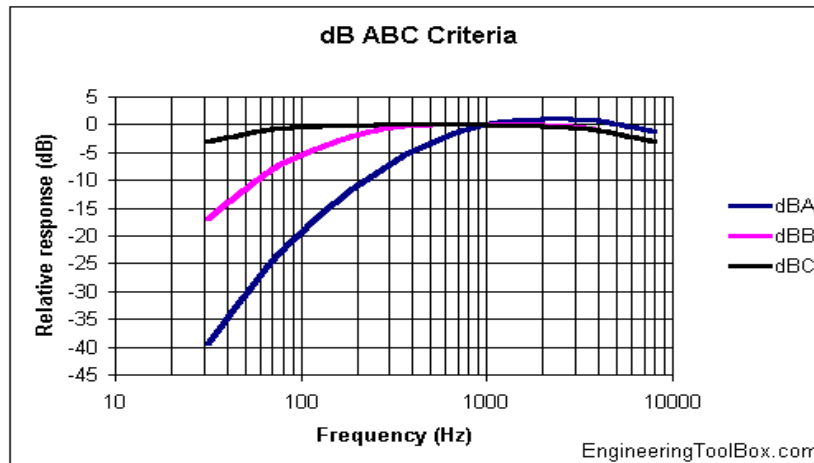


Figura 4 Criterios de decibeles con ponderación A, B y C

Fuente: Citado por (Kogan, 2004)

4.14 Marco Normativo

La OMS estableció en 1999 una guía para ruido urbano, la cual es el resultado de la reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido, en abril del mismo año. El objetivo de la OMS al preparar estas guías es consolidar el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental que tratan de proteger a la población de los efectos del ruido en ambientes no industriales (Berglund, Lindval, & Schwela, 1999).

En la ISO (International Standard Organization), se encuentra como normatividad internacional la Norma ISO 1996:2007, Y la Norma 1999: 1990 es una de las más relevantes, la cual recoge el procedimiento de ensayo internacional para medir ruido ambiental, contemplando aspectos como la incertidumbre en las medidas, la instrumentación necesaria, la caracterización de las distintas fuentes, las condiciones meteorológicas que afectan a la medida, el procedimiento de medición y la evaluación de los resultados obtenidos.

Para el territorio nacional contamos igualmente con la Resolución No.8321 del 4 de agosto de 1983, por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos, El ministerio de salud, en

uso de las atribuciones legales y en especial de las que le confiere la Ley 09 de 1979. Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente aparece el Decreto 948 de 1995, el cual fija el estatuto de protección y control de la calidad del aire en el cual se establecieron diferentes sectores para la aplicación de las normas de ruido en todo el territorio nacional. Esta reglamentación estaba sujeta a la clasificación sectorial que cada ciudad tenía definida en su plan de ordenamiento territorial

Entre múltiples y variadas funciones que tiene el Estado colombiano, es prioritaria aquella de garantizar el bienestar de los pobladores, el cual depende de la calidad ambiental del entorno donde habitan. Los artículos 79 y 80 de la Constitución Política de Colombia (1991) establecen el derecho de todos los nacionales a gozar de un ambiente sano y a participar en la toma de las decisiones que los afecten, así como el deber estatal de proteger el medio ambiente y su obligación de prevenir y controlar las causas del deterioro ambiental (Zuluaga, Correa, & Jimenez, 2009).

La resolución 0627 del 2006 es la que en Colombia rige los lineamientos actualmente para la prevención y el control de la contaminación sonora, y corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, de acuerdo con los numerales 10, 11 y 14 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general aplicables a todas las actividades que puedan producir de manera directa o indirecta daños ambientales, y dictar regulaciones de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en el territorio Nacional; que de conformidad con el artículo 14 del Decreto 948 de 1995, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, fijará mediante resolución la norma nacional de emisión de ruido y norma de ruido ambiental para todo el territorio Nacional. La norma establece por primera vez en el país estándares máximos permisibles de emisiones de nivel de ruido expresado en decibels dB(A). Considerando 3 (tres), con sus respectivos subsectores para cada uno de los cuales se establecen unos niveles de ruido máximo permisible para el día y para la noche.

Para el desarrollo del estudio en curso se trabajará con la Resolución 0627 del 2006 en vista de que integra las normas, decretos y resoluciones anteriores que rigen la contaminación auditiva en la República de Colombia.

5 METODOLOGIA

5.1 Localización Área de Estudio

El presente estudio de caracterización de ruido se realizó en la comuna 17, la cual fue seleccionada debido a que presenta características relacionadas con problemas de contaminación auditiva. Una de las características más relevantes es que la comuna mencionada cuenta con diferentes fuentes de generación de ruido tales como flujo vehicular constante, establecimientos comerciales diurnos y nocturnos, ubicados en zonas residenciales, lo que genera un sector con subsectores inmersos, de acuerdo con la clasificación en la Resolución 0627 del 2006 de la República de Colombia.

La comuna 17 se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Cali, en el departamento del Valle del Cauca (Figura 5). Cali es una ciudad que goza de una temperatura entre los 23 y 24 °C La humedad relativa fluctúa en el rango 65%-75% (Guía Turística de Colombia, 2014).

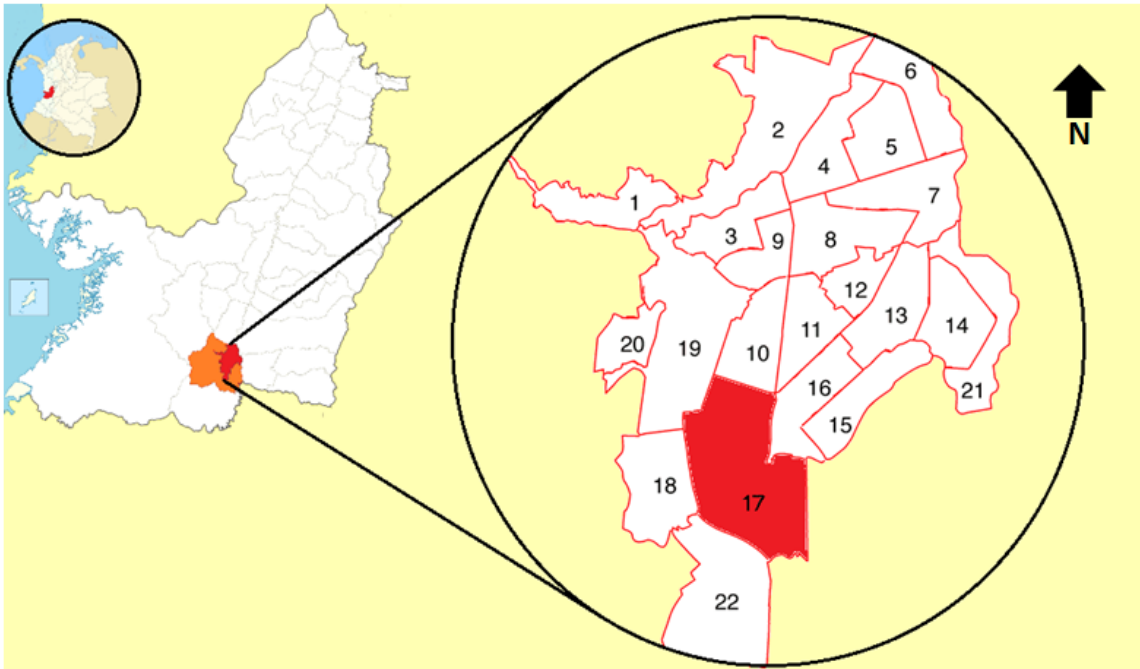


Figura 5 Ubicación de la comuna 17.
Fuente: Elaboración propia

La comuna 17 (3°27'00"N 76°32'00"O) está compuesta por tres barrios y 19 urbanizaciones o sectores (Tabla 3). Esta comuna exhibe el mayor número de urbanizaciones de todas las comunas de la ciudad, con 796 manzanas, es decir el 5.7% del total de manzanas en toda la ciudad (Alcaldía Santiago de Cali, 2008).

Tabla 3 Barrio, urbanización o sector que conforman la comuna 17

BARRIO, URBANIZACIÓN O SECTOR	
La playa	Las Vegas
Primero de mayo	Quintas de Don Simón
Ciudadela Comfandi	Ciudad Capri
Ciudad Universitaria	Hacienda
Caney	Cañaverales
Lili	Limonar
Santa Anita	Bosques del Limonar
El ingenio	Gran limonar
Unicentro Cali	Prados del Limonar
Ciudadela Pasoancho	Urbanización San Joaquín

Fuente: (Departamento Administrativo de planeación, Cali., 2004)

Según el diario El País (2013), Mónica Duque, jefe del Grupo de Impactos Comunitarios del Dagma, expresó que las comunas más críticas en cuanto a niveles de ruido, incluso en jornada nocturna, son las 2, 17, 16 y 19. “Eso es lo que reflejan las mediciones que hemos hecho en esos sectores. Pero también se puede deducir por la cantidad de quejas que tenemos. En promedio mensual son unos 160 reclamos por exceso de ruido en barrios como Juanambú, Granada, Limonar o El Peñón”, explicó la funcionaria.

Uno de los sectores más críticos en cuanto a niveles de ruido en la comuna 17, acorde con las continuas quejas recibidas por el DAGMA, es la zona aledaña a la carrera 66 entre Autopista y Pasoancho, que pertenece al barrio Gran Limonar, debido a la cantidad de establecimientos comerciales nocturnos y al flujo vehicular constante que transitan por las calles principales.

5.2 Caracterización de ruido

La caracterización de ruido en la zona de estudio se realizó en 3 diferentes puntos ubicados sobre la carrera 66, entre la avenida Pasoancho y la Autopista Sur (figura 6). En la Tabla 4 Se presenta la ubicación y la fuente de ruido correspondiente a cada punto.

Tabla 4 Determinación de puntos de medición y fuentes emisoras para caracterización de ruido.

PUNTO	UBICACIÓN	Georreferenciación del punto	FUENTES SONORAS
P1	Carrera 66 entre calle 10 (Autopista sur) y 13 (Pasoancho)	Latitud:3°23'53.13"N Longitud:76°32'17.49"O	Flujo Vehicular, Establecimientos nocturnos
P2	Carrera 66 con calle 13 (Pasoancho)	Latitud: 3°23'53.34"N Longitud:76°32'24.91"O	Flujo Vehicular, Establecimientos nocturnos
P3	Carrera 66 con calle 10 (Autopista sur)	Latitud: 3°23'53.39"N Longitud:76°32'32.27"O	Flujo Vehicular, Establecimientos nocturnos

En la figura 6 se muestra la zona mencionada, la cual fue objeto del presente estudio.



Figura 6 Ubicación zona de estudio, Barrio Gran Limonar

Fuente: Adaptado de Google Maps, 2014.

***Autosur:** Autopista Sur Oriental- Cali

El periodo de medición de niveles ruido fue de 4.5 meses comprendidos entre los meses abril y agosto del año 2013. Se asumió que los niveles de ruido presentados en este periodo de medición, son representativos del resto del año, a excepción de meses que pueden ser atípicos como enero y diciembre, donde se desarrollan las festividades tradicionales de fin de año en la ciudad. La frecuencia de monitoreo fue de dos días a la semana, y para tal propósito se seleccionaron los días jueves y sábado, el primero representa el comportamiento de un día de semana y el segundo representa un día de fin de semana. En cada uno de estos días, se midieron niveles de ruido en la jornada diurna (7:00am – 10:00am; 10:00am – 1:00pm; 6:00pm – 9:00pm), y nocturna (10:00 pm - 12:00 am). Previo a la instalación del sonómetro durante cada día, se realizaron mediciones para establecer la velocidad del viento y asegurar que no sobrepasara los 3m/s. Debido a que en ningún caso se sobrepasó esta velocidad, no hubo necesidad de usar pantalla antivientos en el proceso de medición. La determinación de niveles de ruido en cada punto se realizó a 4 metros de altura, considerando un tiempo total de 15 min, distribuido en 3 minutos por cada orientación (Sur, Oriente, Norte, Occidente y vertical), considerando lo sugerido en el capítulo 2 de la Resolución 0627 del 2006 del MAVDT para ruido ambiental (Ministerio de Ambiente, 2006).

En la cuantificación de las presiones sonoras se utilizó un Sonómetro medioambiental CEL-63x (CASELLA®), midiéndose los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A. Las características del sonómetro y su correspondiente operación se presentan en el ANEXO I.

Procesamiento y análisis de datos

La Resolución 0627 del 2006 determina que los niveles de ruido deben expresarse en términos de niveles promedio de presión sonora continua equivalente en el ponderado A, por lo tanto los valores obtenidos en el sonómetro fueron reemplazados en la Ecuación 1

$$L_{Aeq} = 10 \text{ Log} \left[\frac{1}{T} \sum 10 \frac{L_i}{10} \right] \text{ en dBA} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

- L_{Aeq} : niveles de presión sonora continuo equivalente (dB(A))
- L_i es cada dato de presión sonora por orientación (Norte, sur, oriente, occidente, vertical)
- T es la cantidad de mediciones por punto, en nuestro caso 5, debido a las 5 orientaciones

Una vez obtenidos los valores promedio de L_{Aeq} , se compararon con los límites máximos permisibles de ruido decretados por la Resolución 0627 de 2006 (**ANEXO II**), verificando el cumplimiento o no de la misma. Teniendo en cuenta que la zona está categorizada en los sectores B y C se tuvo en cuenta los estándares máximos permisibles de emisión de ruido que correspondan al sector o subsector más restrictivo, como lo sugiere la Resolución mencionada, que en este caso fue el B. En el Anexo II se describen las características para el sector.

El análisis de los datos involucró inicialmente la aplicación de estadística descriptiva para determinar los valores promedio de ruido y su variación. Adicionalmente, a los datos se les aplicaron pruebas estadísticas (prueba D'Agostino y prueba de Mann Whitney), con el propósito de determinar si

existían diferencias significativas entre los niveles de presión sonora estimados para días, jornadas e intervalos de medición.

A continuación se presenta el procedimiento aplicado para realizar las dos pruebas estadísticas mencionadas:

Test D' Agostino:

En la prueba D'Agostino, se consideraron dos hipótesis, una Hipótesis Nula (Ho) que demuestra la normalidad de los datos y una Hipótesis alternativa (H1) que muestra la no normalidad de los datos. Los datos correspondientes a niveles de ruido para cada día, jornada e intervalo de medición caracterizado, fueron agrupados y luego se organizaron de menor a mayor, asignando un rango en función de su orden. Se calculó la media, desviación típica, su estadístico de prueba (DA) y por último el estadístico de contraste (D), cuya distribución esta tabulada; es el exterior (cerrado) de un intervalo $(D_{n,\alpha}, D^{n,\alpha})$, donde $D_{n,\alpha}$ y $D^{n,\alpha}$ se obtienen de la tabla D'Agostino, para un nivel de confianza α determinado (Sachs, 1978). De modo que si $D \in (D_{n,\alpha}, D^{n,\alpha})$ se acepta la distribución normal de los datos. El estadístico de prueba y de contraste se halla mediante las ecuaciones 2 y 3;

$$DA = \sum_{i=1}^n (i - \frac{n+1}{2}) X_i \quad \text{Ecuación 2}$$

$$D = \frac{DA}{n^2 \delta} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

DA: Estadístico de prueba

D: Estadístico de contraste

n: Número de datos

δ : Varianza de los datos

ξ : Nivel de presión sonora continuo equivalente.

Después se realizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney para muestras independientes, debido a que la mayoría de grupo de datos analizados no presentó una distribución normal.

Prueba U de Mann-Whitney: la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para muestras independientes se aplicó con el fin de evaluar si hay diferencias significativas entre el ruido que se genera los días Jueves en cada punto y Jornada, con el generado los días Sábados en los mismos puntos y jornadas de Medición, ya que ésta prueba permite verificar si las diferencias correspondientes a dos muestras paralelas se distribuyen simétricamente alrededor de la mediana cero a partir del planteamiento de dos hipótesis, una hipótesis nula (H_0) que demuestra que no hay diferencias significativas entre grupos de datos y una hipótesis alternativa (H_1), que muestra la existencia de diferencias significativas.

La prueba propone que se ordenen los datos de menor a mayor en una serie única para las dos muestras a comparar ($m + n$), y se asigne un rango a cada dato. Luego se realiza la suma de todos los rangos de la muestra 1 (R_1) y la muestra 2 (R_2), con el fin de calcular los estadísticos U_1 y U_2 (LOTHAR, 1978), según las siguientes expresiones;

$$U_1 = mn + \frac{m(m+1)}{2} - R_1 \quad \text{Ecuación 4}$$

$$U_2 = mn + \frac{m(m+1)}{2} - R_2 \quad \text{Ecuación 5}$$

Después se calcula el estadístico U dado por la siguiente ecuación,

$$U = \frac{mn}{2} - z \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde,

$$Z = \frac{\left|U - \frac{mn}{2}\right|}{\sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}}} \quad \text{Ecuación 7}$$

Después de encontrados los estadísticos U1 y U2, se escoge el menor, y si éste es inferior o igual al valor de U, la hipótesis nula (Ho), se rechaza, de lo contrario, se aceptará.

Para la aplicación de la prueba de Mann-Whitney en el proyecto, se utilizó el software SPSS 20 (Statistical Product and Service Solutions), el cual, considerando dos grupos de datos independientes, estableció los valores de la U de Mann-Whitney, la W de Wilcoxon, el valor z y la significancia asintótica (bilateral), siendo esta última la que se comparará con el valor de significancia $\alpha=0,05$. Cuando la significancia asintótica arrojada por el software para dos grupos de muestras, es mayor a α , se acepta (Ho), de lo contrario se rechaza.

5.3 Percepción de la población

5.3.1 Determinación de tamaño de muestra

La percepción de los habitantes al ruido que se presenta en la zona, se determinó mediante la aplicación de una encuesta. El cálculo del tamaño de muestra de las viviendas a encuestar, se basó en un muestreo aleatorio simple (MAS), tal como está definido en la ecuación 8. El tamaño de la población (380 viviendas), se determinó a través de un reconocimiento de la zona de estudio.

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde;

n : Tamaño de la muestra

Z : Nivel de confianza : 1,64¹

¹ Nivel de confianza del 90% = 1,64 (Tabla Distribución normal)

p : Variabilidad positiva: 0,5²

q : Variabilidad negativa: 0,5

N : Tamaño de la población: 380

E : Precisión o el error: 10%³

Reemplazando los valores correspondientes en la ecuación nos permitió conocer que un tamaño de muestra $n = 56$ (56 viviendas a encuestar) era suficiente para llevar a cabo la determinación de la percepción de ruido. La actividad se llevó a cabo durante un periodo de tiempo de 3 días y un equipo de trabajo de 4 personas.

Debido a que el método estadístico utilizado para seleccionar las viviendas no tiene en cuenta factores externos, y todas las viviendas enumeradas tenían igual probabilidad de salir elegidas (elección al azar), se definió un método en caso de que se presentaran predios desocupadas o viviendas destinadas a actividades comerciales diurnas con horario de oficina, de la siguiente manera:

1. Ubicar de la vivienda previamente elegida por el MAS.
2. Determinar tipo de vivienda (residencial habitada, predio desocupado o destinado a actividad comercial).
3. Predio determinado como: desocupado o destinado a actividad comercial, se selecciona la vivienda inmediatamente ubicada al lado derecho. Se realiza la respectiva anotación en el espacio correspondiente del cuestionario.

La encuesta aplicada estaba formada por 15 preguntas, en las cuales se identifica la vivienda, se registra conocimiento general de contaminación, identificación del ruido, problemas asociados al mismo y medidas de control. **(ANEXO III)**

La información obtenida mediante la encuesta fue consolidada en un formato de elaboración propia, donde fueron cuantificados y analizados a través de métodos estadísticos descriptivos.

² Variabilidad ($p + q = 1$), cuando no se cuenta con información antecedente del tema se toma $p = 0,5$; $q = 0,5$

³ Utilizar una precisión del 5% al 10%. La precisión del **10%** puede ser suficiente en la mayoría de los casos. (Rodríguez, Ferreras, & Nuñez, 1991)

5.2.2 Procesamiento y análisis de datos obtenidos en la encuesta

La información obtenida en la aplicación de la encuesta se procesó mediante técnicas estadísticas descriptivas, que consisten en la obtención de diagramas de tortas y barras. Para este análisis se utilizó el software Microsoft Excel 2010.

Para evaluar la percepción de los habitantes de la zona de estudio, se propuso cuatro aspectos (Características generales de los encuestados), que fueron transversales a los análisis de los resultados de la encuesta (**ANEXO III**):

- Cercanía a los puntos de caracterización de ruido
- Tiempo de residencia en el barrio
- Edad del encuestado
- Tiempo de permanencia semanal en la vivienda

Se cruzaron cada uno de estos aspectos con las preguntas relacionadas con percepción del efecto del ruido (Pregunta 7, 9 y 10), con el fin de evaluar si existía alguna relación entre las características generales de los encuestados de la zona y su percepción respecto al ruido.

6 RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1 Caracterización del ruido

En la Tabla 5 se presentan los niveles promedio de presión sonora obtenidos durante las jornadas diurna y nocturna de cada día de medición para cada uno de los puntos estudiados. Las diferencias entre el número de datos de cada una de las jornadas son debidas a que no se cuenta con igual número de mediciones por jornada y punto de muestreo, debido a que se presentaron dificultades al realizar la caracterización del ruido, situaciones como lluvia, inconvenientes técnicos relacionados con el equipo de medición, alteración de orden público y días feriados.

Tabla 5 Niveles promedio de Presión Sonora Continuo Equivalente para los días de medición y verificación del cumplimiento de la norma

Día	Punto	jornada	Numero de datos	Nivel ruido (dB(A))	Resolución	Cumple
					0627-2006 (dB(A))- (Sector B)	
JUEVES	P1	Diurna	169	73,28	65	NO
		Nocturna	40	71,14	50	NO
	P2	Diurna	162	72,08	65	NO
		Nocturna	36	70,66	50	NO
	P3	Diurna	175	72,98	65	NO
		Nocturna	40	68,96	50	NO
SÁBADO	P1	Diurna	135	84,1	65	NO
		Nocturna	34	72,3	50	NO
	P2	Diurna	143	79,6	65	NO
		Nocturna	30	73,52	50	NO
	P3	Diurna	143	76,46	65	NO
		Nocturna	32	72,23	50	NO

El número de datos para la jornada diurna representa la totalidad de datos obtenidos en tres (3) intervalos de tiempo definidos para esta jornada (07:00 am - 10:00 am; 10:00 am - 01:00 pm; 06:00 pm - 09:00 pm), por el contrario el número de datos para jornada nocturna representa un solo intervalo de medición (10:00 pm - 12:00 am). Los datos completos correspondientes a cada intervalo de tiempo se presentan en la memoria de registro de datos (Marín & Perea, 2014).

Los elevados niveles de ruido para el día sábado en jornada diurna fueron atribuidos a que se registraron datos atípicos y extremos por encima incluso de los 90 dB(A), que se registraron en días de medición donde se generó un incremento en los niveles por situaciones adversas (Obras civiles en la vía, paso de ambulancias y uso indiscriminado de bocinas). De acuerdo con la Tabla 5, no existe cumplimiento de la norma en ninguno de los puntos y jornada muestreadas, lo que indica que

la zona de estudio presenta problemas notables de contaminación auditiva. También se evidenció incumplimiento de la norma en cuanto a los niveles promedios de ruido determinados para cada intervalo y punto de medición en la jornada diurna.

6.2 Análisis del comportamiento de niveles de ruido

6.2.1 Análisis de dispersión de datos en los niveles de presión sonora

En la Figura 7, se presenta la dispersión de los datos de nivel de presión sonora registrados para los días jueves y sábados en la jornada completa, entendiéndose como jornada completa las mediciones de ruido realizadas en condiciones diurna y nocturna. Como se puede observar, los niveles de ruido variaron en el rango de 65dB(A) a 80dB(A) para ambos días, sobrepasando los estándares máximos permisibles en la resolución vigente para la jornada diurna y nocturna. Igualmente, el cuartil 1 (Q1) para ambos días está por encima de 70dB(A), mostrando que al menos el 75% del tiempo, la intensidad sonora sobrepasa todos los estándares máximos mencionados por la resolución 0627 de 2006 que se pueden observar en el Anexo II. Finalmente es importante destacar que la dispersión de los niveles de presión sonora es ligeramente mayor los días sábados comparada con la observada los días jueves (figura 7).

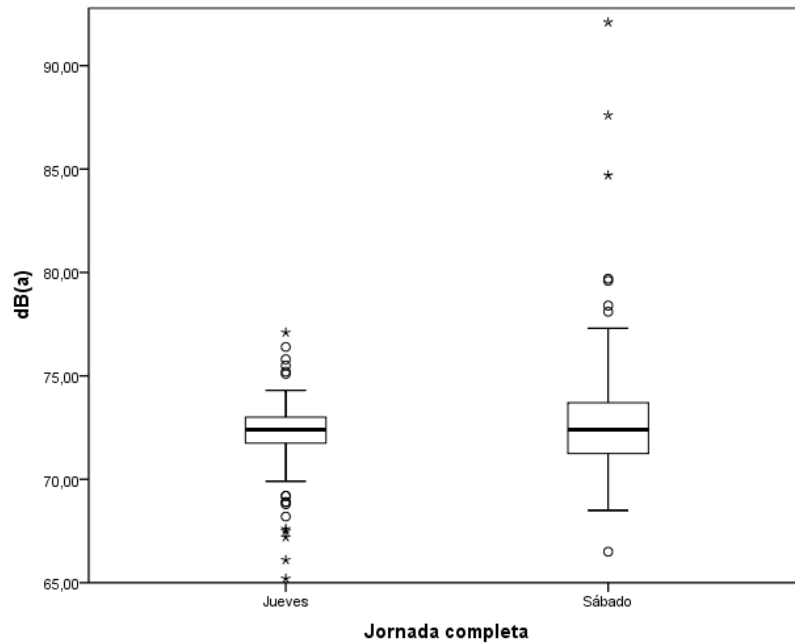


Figura 7 Intensidad del sonido en dB(A) correspondiente a jueves y sábados considerando mediciones diurnas y nocturnas.

Al analizar los niveles promedios de ruido obtenidos para cada punto monitoreado en ambos días durante la jornada completa para los tres puntos caracterizados, se encontró que los días sábado presentan mayor dispersión de los datos, comparado con los jueves (Figura 8). En general para los tres puntos las medianas no difieren de forma significativa entre los días, además la amplitud entre el primer y tercer cuartil para los tres puntos en ambos días no sobrepasa los 2,5 dB(A), presentado de esta forma un rango intercuartil de magnitud baja, lo que indica que los datos de presión sonora presentan homogeneidad, especialmente los días jueves.

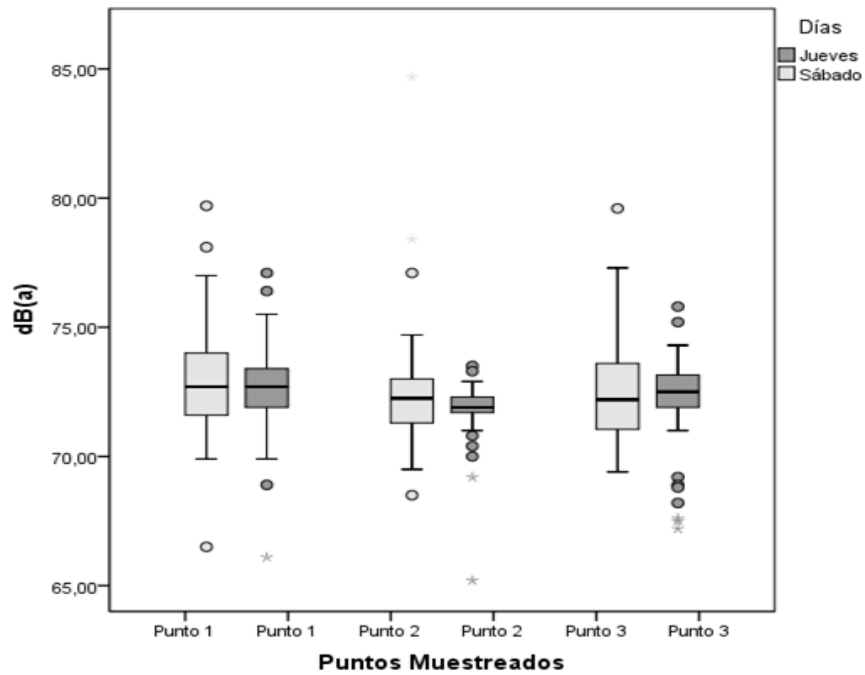


Figura 8 Intensidad del sonido en dB(A) por puntos muestreados, correspondiente a Jueves y Sábados días completos

En la Figura 9, se presenta la dispersión de los datos de niveles de presión sonora para los días jueves y sábados durante el horario diurno. Se obtuvo una mayor dispersión de los datos los días sábado en comparación a los días jueves. La intensidad de sonido para los días jueves en horario diurno se mantiene generalmente entre los valores de 71dB(A) y 73dB(A), y los días sábados los valores sobrepasan 71dB(A) durante el 75% del tiempo. Estos niveles de ruido coinciden con lo presentado en el mapa de ruido de la comuna 17 de la ciudad de Cali para la zona sujeta a estudio (ANEXO IV).

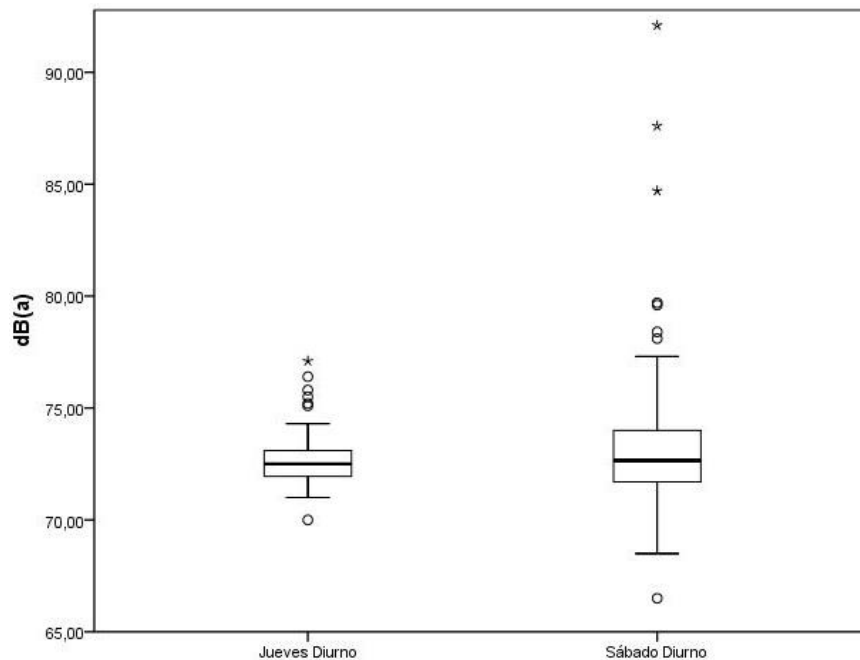


Figura 9 Intensidad y dispersión del sonido en dB(A) correspondiente a jueves y sábados en horario diurno.

La variabilidad de datos presentados para ambos días en horario diurno se analiza mediante el diagrama que se presenta en la figura 10, donde se encontró una mayor dispersión de los datos niveles promedio de ruido para los días sábados en comparación con los días jueves. En general las medianas de los datos fueron levemente mayores los días sábados comparados con los días jueves y se puede observar que en el punto dos se encuentran la mediana levemente inferior baja para ambos días, ya que este punto no se ve afectado por el aporte de ruido de las avenidas transversales a la carrera 66,

Los niveles promedio de ruido del día jueves en horario diurno se encuentran en un rango entre 72 dB(A) y 73 dB(A), valores que son normales para este tipo de zona, según lo ratificado en estudios como el presentado por Zuluaga y Correa (2009) que bajo condiciones similares en el Municipio de Envigado se presentaron niveles entre 70 dB(A) y 75 dB(A).

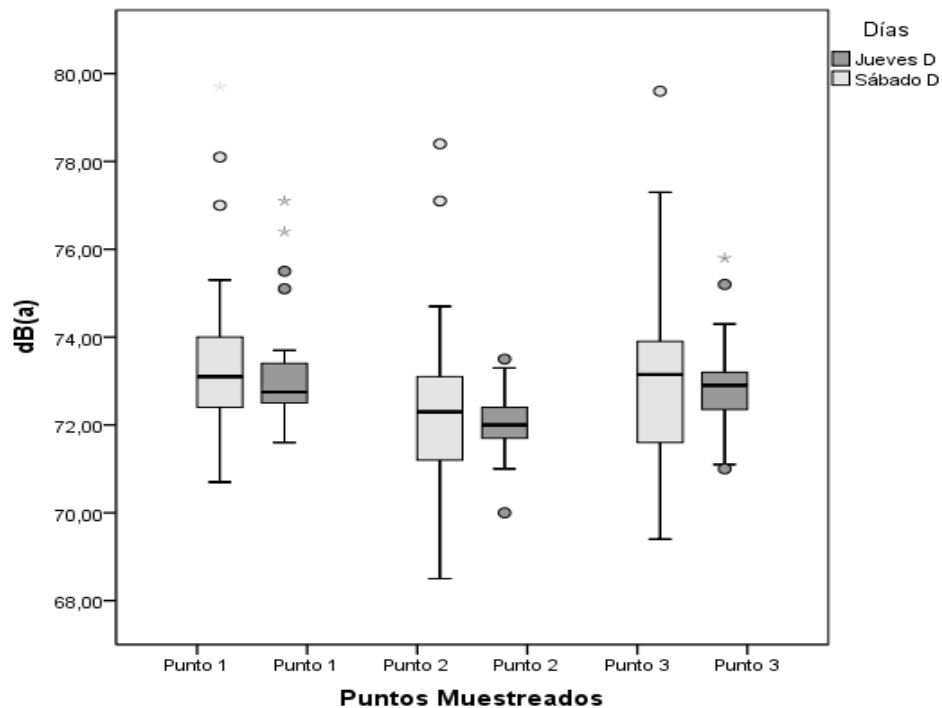


Figura 10 Intensidad del sonido en dB(A) por puntos muestreados, correspondiente a Jueves y Sábados en horario diurno

La variabilidad de los datos para los días jueves y sábados de acuerdo con cada intervalo de medido para la jornada diurna, por cada punto se presenta con detalle en los diagramas incluidos en la figura 11.

Existe una mayor dispersión para los días sábados comprado con los jueves según lo presentado en la figura 11(a). Adicionalmente en el punto 2 y 3 las medianas son mayores para los días jueves comparado con los sábados, debido a que los días jueves pasa un mayor flujo vehicular en la zona. Los niveles elevados de ruido en el punto 1 para los días medidos también se atribuyen principalmente al alto flujo vehicular, debido a que la autopista sur es de gran concurrencia y el semáforo ubicado en la intersección de la carrera 66 y autopista sur en sentido oriente-occidente es de corta duración, lo que provoca el uso indiscriminado de bocinas, adicionalmente el horario está determinado como hora pico lo que incrementa el paso de vehículos. Cabe resaltar que en el punto

2, los niveles de ruido son inferiores para ambos días comparados con los puntos 1 y 3, ya que no se cuenta con la influencia del aporte de ruido de las avenidas transversales a la carrera 66.

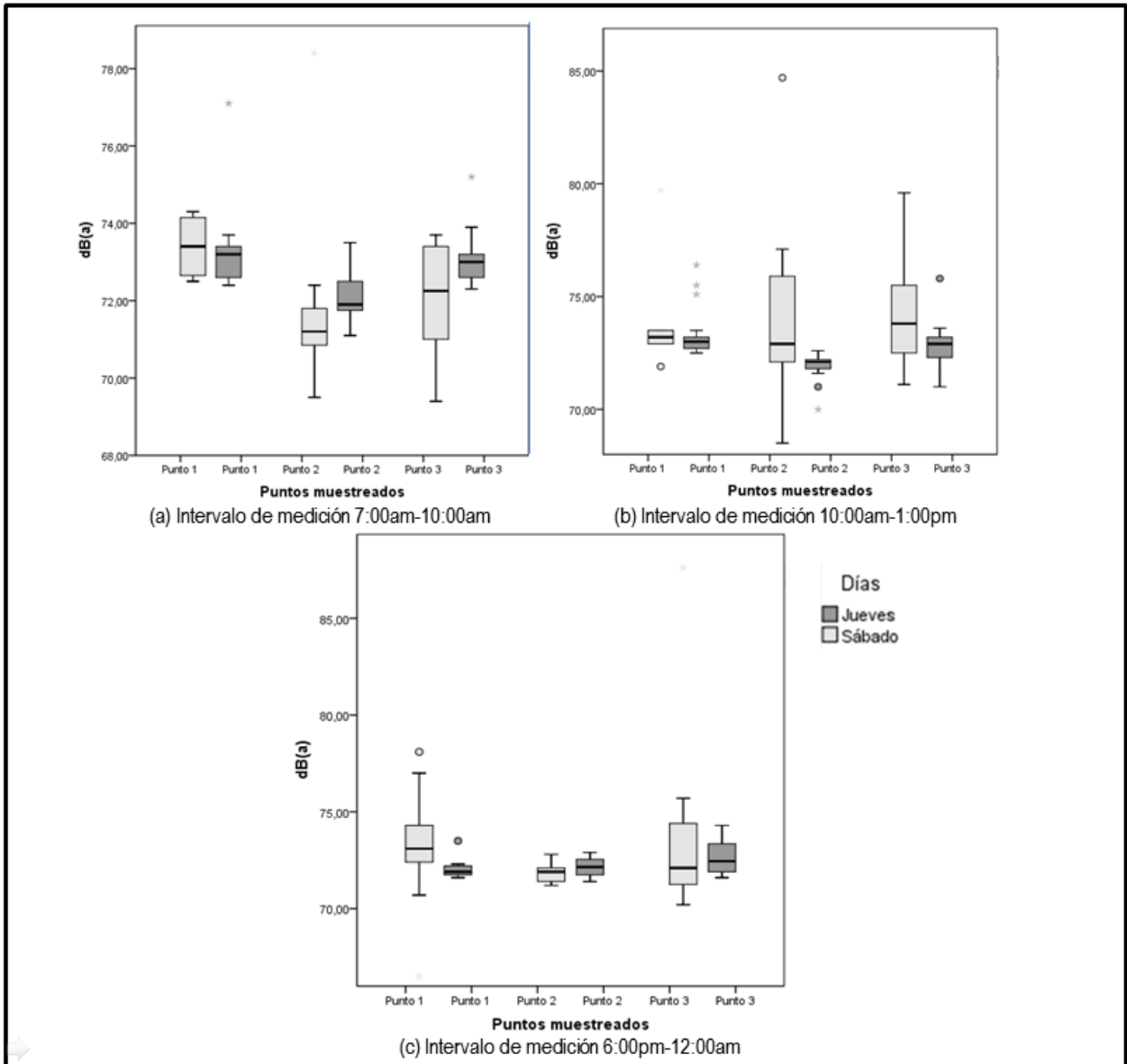


Figura 11 Intensidad del sonido en dB(A) por puntos muestreados, correspondiente a jueves y sábados en intervalos de medición diurnos.

En la figura 11(b) se observa mayor dispersión de los niveles de ruido en los puntos 2 y 3 para los días sábados, en los días jueves se mantienen homogéneos para los tres puntos. La mediana de los niveles de ruido en los días sábado sobrepasa la de los días jueves en el punto 2 y 3. También se

notó durante las mediciones que el flujo vehicular es mayor los días sábados en los puntos 2 y 3. En el punto 1 se puede notar homogeneidad de los datos para ambos días y una mediana similar, demostrando que en ese horario se presenta un flujo vehicular constante y no se evidencian otras fuentes generadoras de ruido significativas.

En la figura 11(c) se observa mayor dispersión de los datos de niveles promedio de ruido para los días sábado en el punto 1 y 3, aunque en el punto 2 se muestran datos homogéneos para ambos días. En los tres puntos para los días jueves se presentan una homogeneidad de los datos. La mediana es mayor en el punto 1 para el día sábado comparado con la de los demás puntos, nuevamente atribuido a flujo vehicular por tratarse de una hora pico, igualmente por concurrencia de personas en horario no laboral ya que es una zona donde se inician las actividades nocturnas en algunos establecimientos.

La dispersión de los niveles promedio de ruido en horario nocturno para los días de medición se presenta en la figura 12, donde se observó mayor dispersión para los días jueves, sin embargo los niveles de ruido de los días sábados se mantienen entre 70,8 dB(A) y 71,7 dB(A), además se encuentran por encima de la mediana de los días jueves.

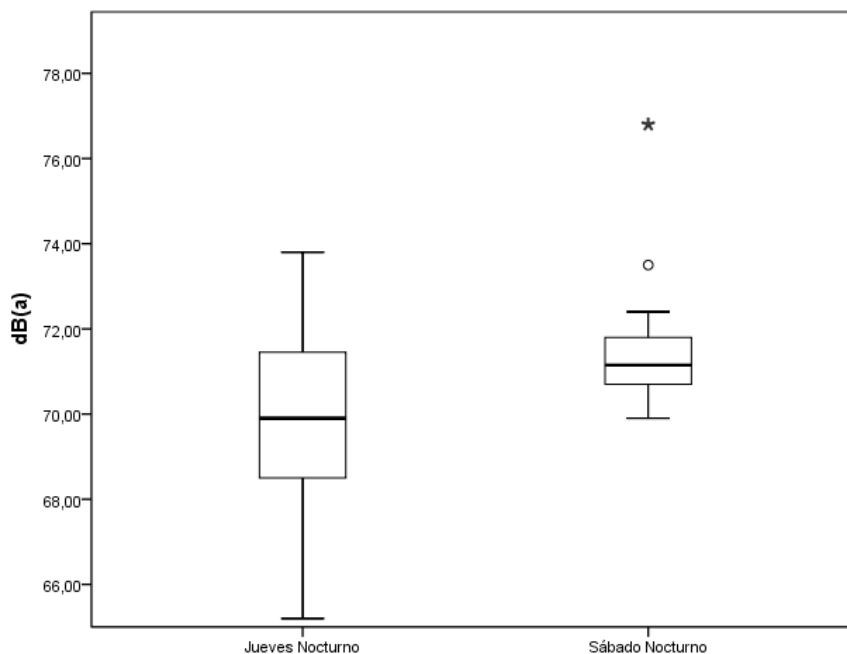


Figura 12 Intensidad del sonido en dB(A) correspondiente a jueves y sábados en horario Nocturno

Durante los días sábado se realizan con mayor intensidad actividades nocturnas relacionadas con establecimientos comerciales de las zonas, no obstante los días jueves de acuerdo con lo observado y a los datos obtenidos por el sonómetro también hay actividad comercial, pero con menor concurrencia de personas y volúmenes vehiculares. Para establecer el comportamiento de la dispersión por cada punto en horario nocturno se generó la Figura 13.

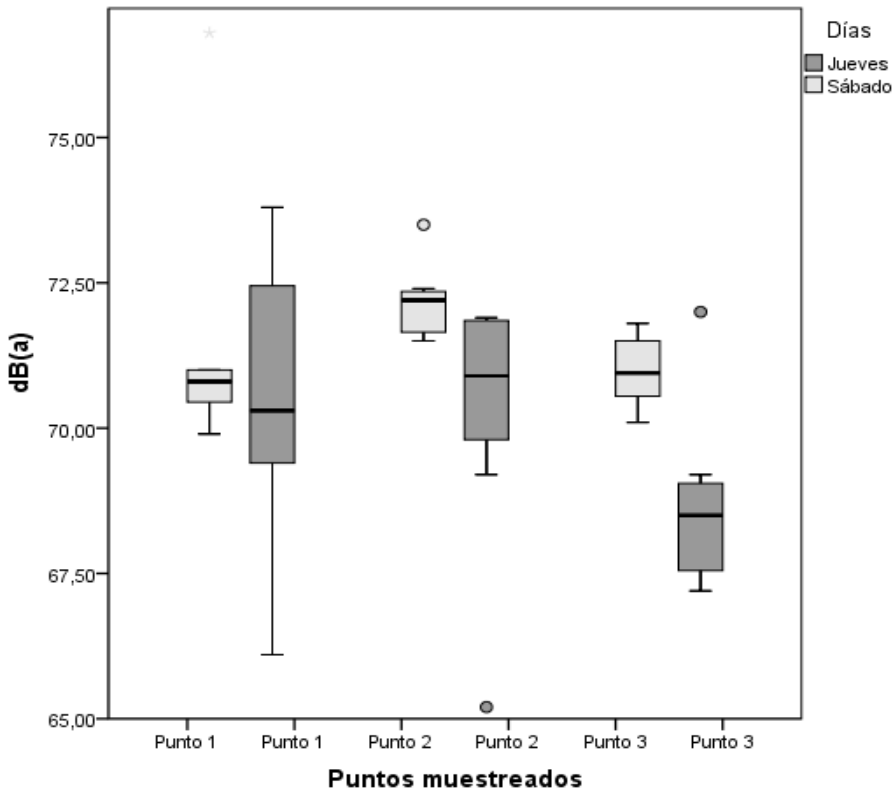


Figura 13 Intensidad del sonido en dB(A) por puntos muestreados, correspondiente a Jueves y Sábados en horario nocturno

Se observa mayor dispersión de los niveles de ruido los días jueves para los tres puntos, sin embargo los días sábados presentan medianas de niveles de ruido superiores a las registradas los días jueves, especialmente en el punto 3, debido a las actividades relacionadas con establecimientos comerciales nocturnos.

En el punto 1 la dispersión del día jueves posiblemente se atribuye a la alta concurrencia de personas y vehículos de manera intermitente, ya que permanecen de manera temporal en algunos de los establecimientos, haciendo uso de equipos de sonido a elevado volumen.

En el punto 2 se notan los niveles de ruido más elevado para los días sábado, ya que a los alrededores se ubican los establecimientos comerciales de mayor aglomeración de personas y vehículos en la zona para ese horario, entonces ocasionalmente se genera estancamiento vehicular, incrementando el uso de bocinas. Además algunos de los establecimientos generan ruido de manera constante por bandas musicales en vivo y equipos de sonido al aire libre. En este mismo punto los días jueves, el ruido disminuye levemente debido a una menor acumulación de personas por ser un día laborable.

En el punto 3 se puede observar una diferencia mayor de los niveles de ruido entre días por las mismas razones mencionadas de menor concurrencia de personas al ser el jueves y viernes días laborables, además el sector presenta un establecimiento comercial propicio para permanecer más tiempo en el sitio y usar los equipos de sonido a elevado volumen, lo cual es común especialmente los días sábados.

6.2.2 Análisis Estadístico de los datos de niveles de ruido

En la Tabla 6 se presentan los resultados de la prueba D' Agostino para determinar la normalidad de la serie de datos obtenidos en cada uno de los puntos de caracterización del ruido. El resultado del test D'agostino muestra que el 87,5% de los datos no presenta una distribución normal, por lo cual se procedió a realizar la Prueba U Mann-Whitney no paramétrica para muestras independientes.

Tabla 6 Resultados Prueba D'Agostino para evaluar la normalidad en los datos obtenidos por caracterización de ruido.

Grupo de Datos	Día	Punto muestreo	Intervalo de medición	Numero de Datos	(DA)	Test D'Agostino
1	Jueves	P1	07:00 am - 10:00 am	54	0,2373	No normal
2			10:00 am - 01:00 pm	71	0,2149	No normal
3			06:00 pm - 09:00 pm	40	0,2603	No normal
4			10:00 pm - 12:00 am	40	0,2234	No normal
5		P2	07:00 am - 10:00 am	50	0,2745	Normal
6			10:00 am - 01:00 pm	74	0,2778	Normal
7			06:00 pm - 09:00 pm	40	0,2752	Normal
8			10:00 pm - 12:00 am	40	0,2432	No normal
9		P3	07:00 am - 10:00 am	89	0,2660	No normal
10			10:00 am - 01:00 pm	46	0,2277	No normal
11			06:00 pm - 09:00 pm	40	0,2620	No normal
12			10:00 pm - 12:00 am	40	0,2356	No normal
13	Sábado	P1	07:00 am - 10:00 am	32	0,2148	No normal
14			10:00 am - 01:00 pm	43	0,1258	No normal
15			06:00 pm - 09:00 pm	59	0,2354	No normal
16			10:00 pm - 12:00 am	39	0,1799	No normal
17		P2	07:00 am - 10:00 am	27	0,0723	No normal
18			10:00 am - 01:00 pm	54	0,1806	No normal
19			06:00 pm - 09:00 pm	59	0,2331	No normal
20			10:00 pm - 12:00 am	30	0,1812	No normal
21		P3	07:00 am - 10:00 am	30	0,2612	No normal
22			10:00 am - 01:00 pm	42	0,2449	No normal
23			06:00 pm - 09:00 pm	55	0,2302	No normal
24			10:00 pm - 12:00 am	32	0,1488	No normal

En las Tablas 7, 8, 9, y 10 se presentan los resultados de la prueba estadística U de Mann-Whitney. A partir de estos datos se observó que no se encuentran diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los niveles promedio de ruido caracterizados en ambos días para los 3 puntos de medición en el intervalo de tiempo 7:00 am - 10:00 am. Igualmente se presente la misma condición en los puntos 1 y 2 para el intervalo de tiempo de 6:00 pm - 9:00 pm, debido a que el ruido en estos horarios se puede atribuir principalmente a la presencia de fuentes vehiculares circulando en horarios pico, además se puede afirmar que probablemente la generación de ruido en la zona es constante para los dos días de medición.

En contraste, los niveles de ruido observados para los días jueves y sábado son significativamente diferentes tanto en el horario de 10:00 am - 1:00 pm para los tres puntos, como para el punto 3 en el intervalo 6:00 pm - 9:00 pm. Estas diferencias pueden ser atribuidas a que no hay circulación constante de vehículos en la zona para el día sábado. La diferencia significativa encontrada para el horario de 10:00 pm - 12:00 am entre los días jueves y sábados para los tres puntos de medición, se atribuye a la actividad nocturna de discotecas que se intensifica el día sábado, donde además hay un aporte de ruido significativo por parte de los automóviles que se estacionan y encienden sus equipos de sonido a elevado volumen.

Tabla 7 Prueba U Mann-Whitney para el horario 7:00am-10:00am

Punto	Horario: 7:00am-10:00am		Significancia Asintótica (Bilateral)
	Jueves	Sábado	
1	P>0,05		0,973
2	P>0,05		0,553
3	P>0,05		0,487

Tabla 8 Prueba U Mann-Whitney para el horario 10:00am-1:00pm

Punto	Horario; 10:00am-1:00pm		Significancia Asintótica (Bilateral)
	Jueves	Sábado	
1	P<0,05		0,000
2	P<0,05		0,000
3	P<0,05		0,003

Tabla 9 Prueba U Mann-Whitney para el horario 6:00pm-9:00pm

Punto	Horario: 6:00pm-9:00pm		Significancia Asintótica (Bilateral)
	Jueves	Sábado	
1	P>0,05		0,124
2	P>0,05		0,158
3	P<0,05		0,036

Tabla 10 Prueba U Mann-Whitney para el horario 10:00pm-12:00am

Punto	Horario:10:00pm-12:00am		Significancia Asintótica (Bilateral)
	Jueves	Sábado	
1	P<0,05		0,002
2	P<0,05		0,002
3	P<0,05		0,000

6.3 Percepción de la población a los niveles de ruido de la zona de estudio

6.3.1 Caracterización de la población expuesta

En la figura 14 presentan los resultados relacionados con las características generales de los encuestados.

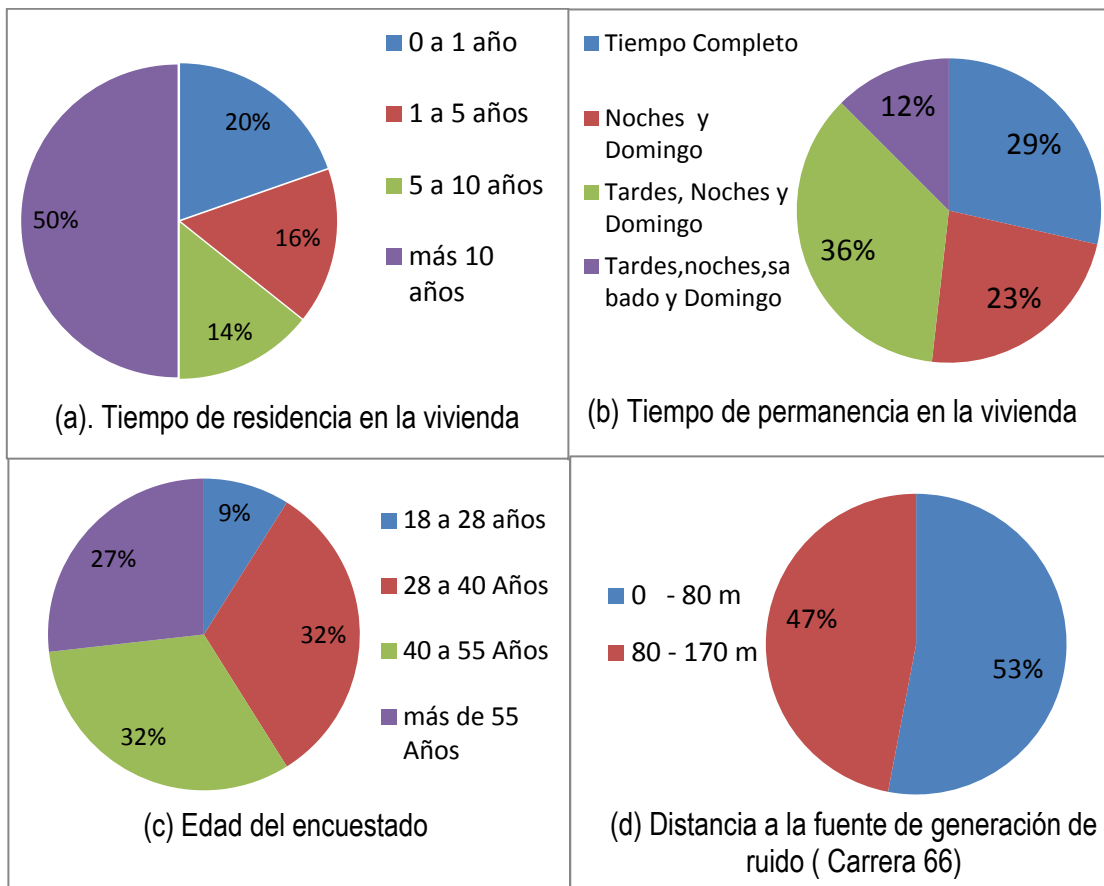


Figura 14 Características generales de la población encuestada

Los resultados indican que el 50% de los habitantes encuestados han residido en sus viviendas por más de 10 años (Figura 14a). Por otra parte, el 29% de los encuestados permanece en la vivienda durante el día completo, mientras que el mayor porcentaje que corresponde al 36% indica que los habitantes permanecen en su vivienda en horas de la tarde, noches y domingo todo el día (Figura 14b). El 64% de la población está en un rango de edad de 28 a 55 años y el 27% corresponde a habitantes mayores de 55 años. Adicionalmente se pudo estimar que los grupos de edad en el

rango entre 28 y 40 años están en igual proporción que el rango de los 40 y 55 años con un 32% (Figura 14c).

El 53% de las viviendas encuestas se encuentran ubicadas entre 0 y 80 metros de distancia al lugar donde se hicieron las caracterizaciones de ruido (Carrera 66, entre Pasoancho y Autopista sur), (figura 14d).

6.3.2 Percepción de los problemas ambientales de la población expuesta al impacto por ruido en la zona de estudio.

Para generar la figura 15 se consideraron las opciones de respuesta siguientes, donde los habitantes situaron en orden de importancia los impactos ambientales que identificaban en la zona;

- a. Inadecuada disposición de residuos sólidos
- b. contaminación de ríos e inundaciones
- c. contaminación atmosférica
- d. ruido.

Cuando los encuestados no asignaron un lugar de importancia a un impacto ambiental determinado, el impacto se consideró "Sin importancia".

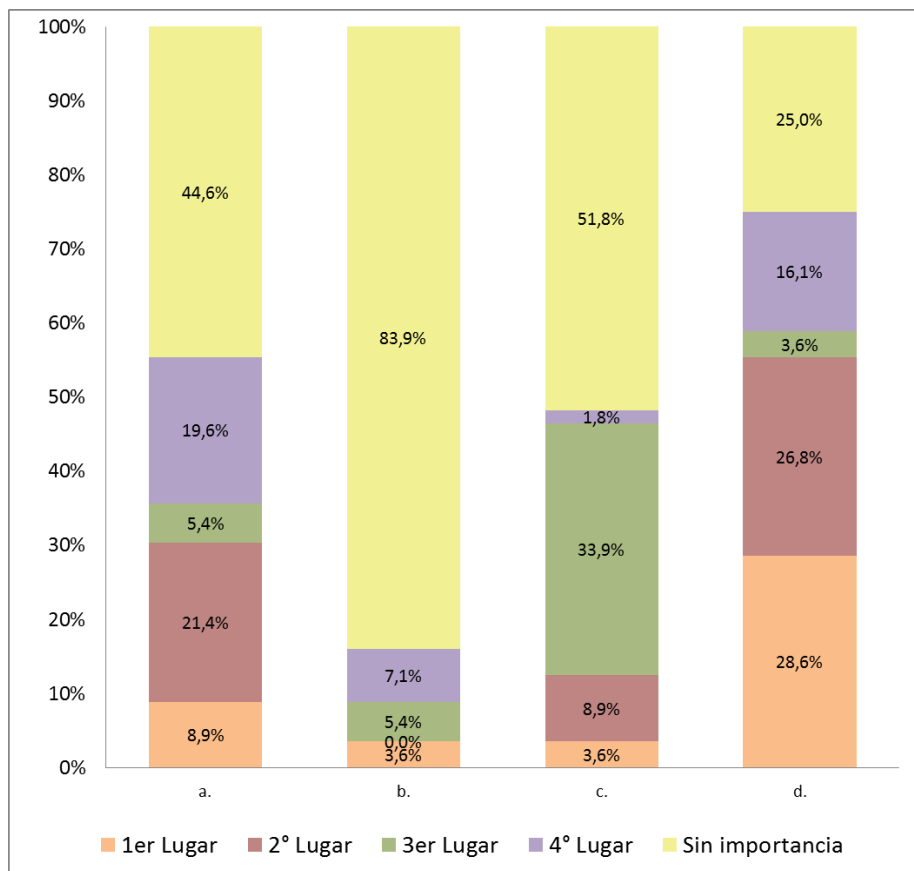


Figura 15 Asignación del orden de importancia de los impactos ambientales percibidos en la zona

El 30,3% asignó un primer o segundo lugar al impacto ambiental asociado a la mala disposición de los residuos sólidos, mientras que el 44,6% lo consideró sin importancia. Para el caso de contaminación de ríos e inundaciones el 83,9% de las personas lo consideró sin importancia en la zona. El 58,1% no le dio importancia a la contaminación atmosférica como un problema ambiental que se presente en la zona y el 33,9% la ubicó en el tercer lugar. El 55,4% de los encuestados identificó el ruido en primer o segundo lugar de importancia como impacto ambiental de la zona, mientras que sólo un 25% no lo consideró un problema ambiental. Se determinó así que el exceso de ruido es el impacto ambiental que más se identificó entre los habitantes de la zona de estudio.

Los resultados de la pregunta directa sobre el ruido como una problemática de la zona, se presentan mediante la figura 16, donde se evidencia que el 77% de los encuestados consideraron el ruido como una problemática de la zona.

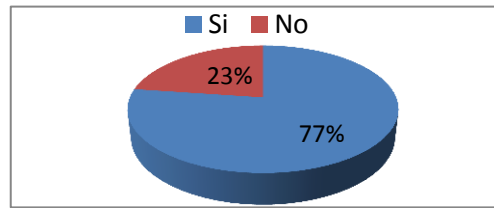


Figura 16 Percepción del ruido como una problemática de la zona

En búsqueda de establecer posibles relaciones entre la percepción del ruido como una problemática de la zona y las características generales de la población encuestada, se elaboró la figura 17.

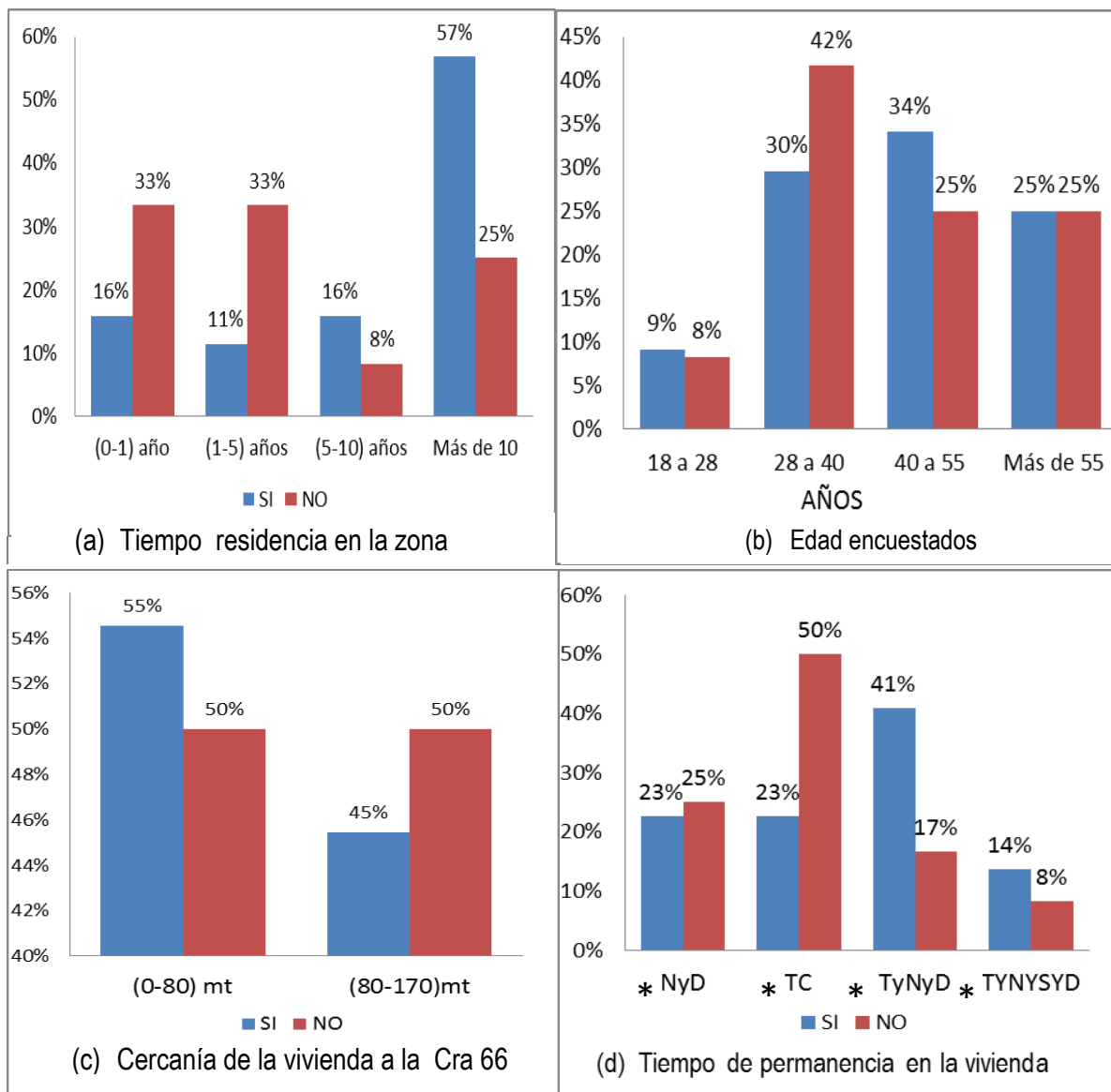


Figura 17 Percepción del ruido como problemática de la zona, comparado con las características generales de los encuestados

Dónde:

*NyD : Noches y Domingos

*TC : Tiempo Completo

*TyNyD : Tardes, noches y domingos

*TYNYSYD : Tardes, noches, sábados y domingos

En la figura 17(a) se encontró que el 73% de la población que percibió el ruido como un problema de la zona, reside hace más de 5 años, razón que puede asociarse a que las personas que llevan más tiempo en el barrio identifican la evolución de la problemática de contaminación del ruido sobre la carrera 66, que viene siendo reportada desde el año 2006 (El País, 2006). De acuerdo con la identificación de la percepción del ruido identificada según la edad de los encuestados, se evidenció que el 59% de las personas que manifestaron percibir el ruido como un problema del sector corresponden a mayores de 40 años, por el contrario, el 42% de los residentes que no lo identificaron se encuentran en edades entre 28 y 40 años. De los encuestados que identificaron el ruido como problemática ambiental, el 55% se encuentran en viviendas ubicadas entre 0 y 80 m de distancia a la carrera 66 y el 45% están ubicados a una distancia entre 80 y 170 m. El 50% de los encuestados que no identificaron el ruido como problemática están asociados a las personas que se encuentran en la vivienda durante tiempo completo.

Analizando la figura 16 se encontró que entre los habitantes encuestados hay percepción de que el ruido es un contaminante, pero hubo una menor apreciación a la hora de identificar el ruido como un problema de contaminación auditiva en el sector. Adicionalmente, en la figura 17 se puede notar que aspectos como la edad, la cercanía de la vivienda a la carrera 66 y el tiempo de permanencia en la vivienda, no se relacionan con la identificación del ruido como un problema del sector.

6.3.3 Percepción de efectos de los niveles de ruido en la población encuestada

Analizando los resultados de las personas encuestadas que identificaron el ruido como un problema en el sector, se elabora la figura 18, donde se presenta la percepción en niveles de efecto del ruido (Nulo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto), identificados en el día y la noche, donde se encontró que el

66% de los encuestados ubicaron el nivel de efecto del ruido como medio o alto en la noche, y en el día las opiniones se dividieron en los 4 primeros niveles de intensidad.

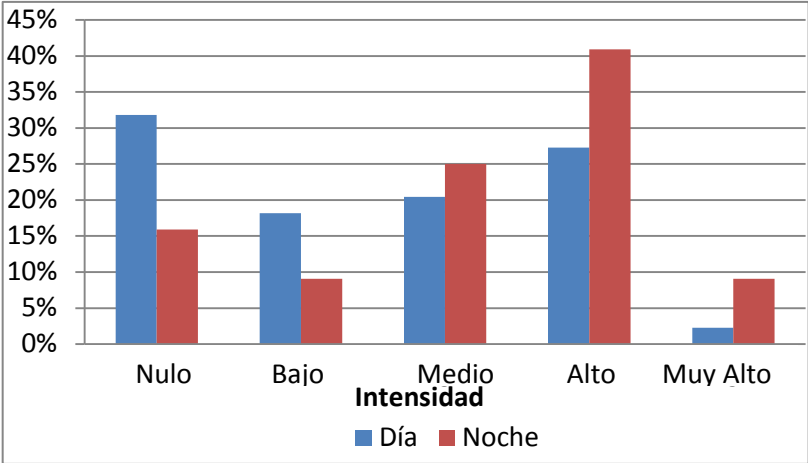


Figura 18 Niveles de percepción del efecto del ruido en el día y en la noche

En la figura 19 se presentan los niveles de percepción del efecto del ruido para la jornada diurna comparados con los aspectos transversales definidos inicialmente. Los resultados muestran que las respuestas de acuerdo al tiempo de residencia en la vivienda se distribuyeron en los primeros 4 niveles de percepción, lo que no revela una tendencia marcada de respuesta considerando su antigüedad como residentes. El 58% de los encuestados que viven a menos de 80m clasificaron el ruido en un nivel de efecto medio o alto, mientras el 60% de los que viven entre 80m y 170m lo clasificaron como nulo o bajo, mostrando una leve tendencia a percibir algún efecto del ruido generado en la jornada diurna cuando se reside más cerca de la carrera 66, tendencia que no es lo suficientemente visible para afirmar que el factor de cercanía es influyente en la percepción del efecto.

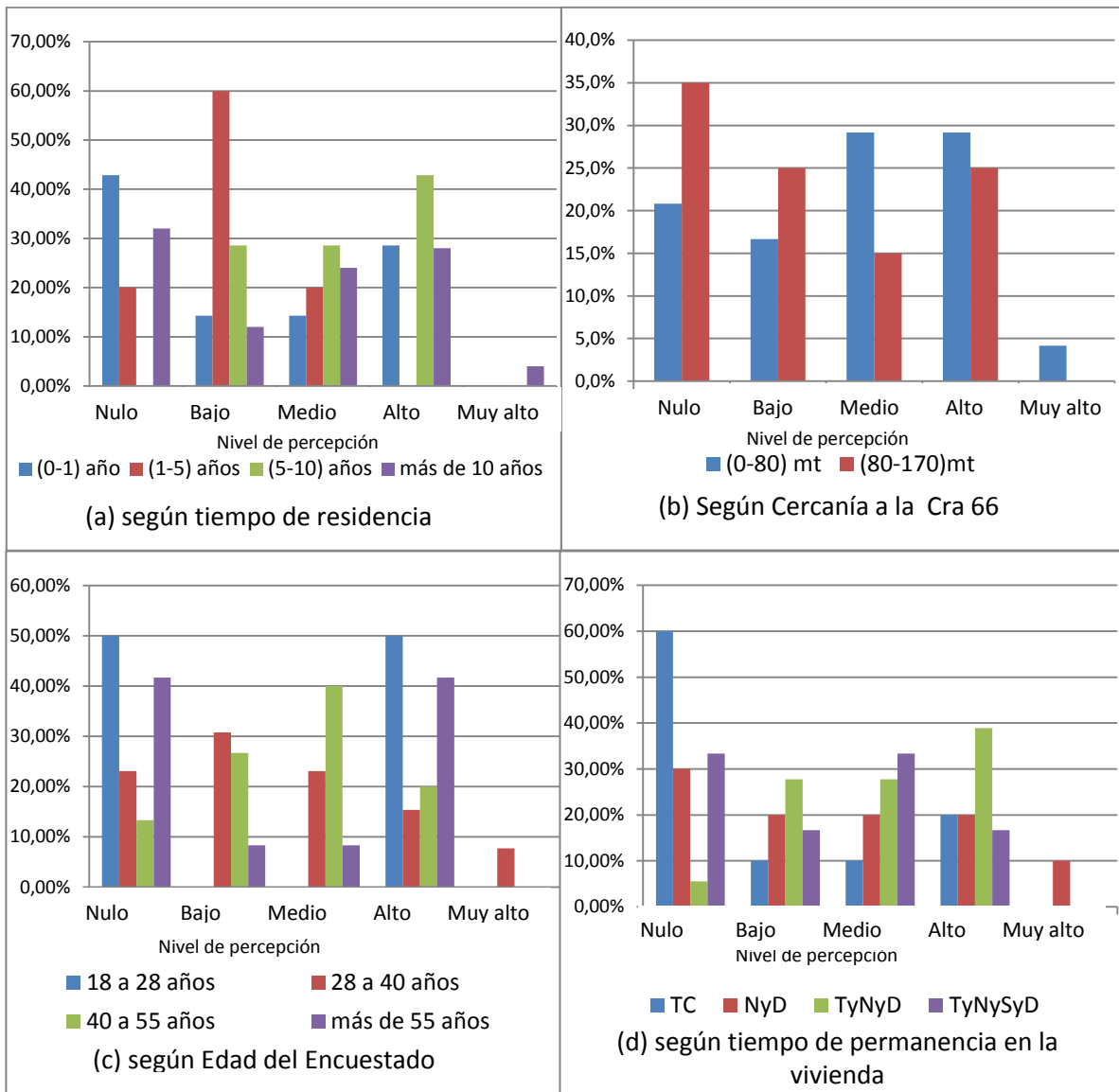


Figura 19 Percepción del efecto del ruido para la jornada diurna comparado con las características generales de los encuestados

De acuerdo con la edad se pueden observar respuestas divididas en los niveles de percepción, lo que tampoco muestra una tendencia de respuesta clara según la edad. El tiempo de permanencia en la vivienda evidenció que de las personas que se encuentran tiempo completo (TC), el 60% consideró nulo el efecto del ruido en la jornada diurna, mientras que de los que permanecen tardes, noches y domingos (TyNyD), percibieron un efecto medio o alto alrededor del 67%, por lo cual, sólo se evidencia una aparente tendencia de respuesta de nivel nulo para los que permanecen TC.

El nivel de percepción de efecto del ruido en la jornada nocturna también se graficó de acuerdo a los aspectos transversales del análisis, y se presenta en la Figura 20.

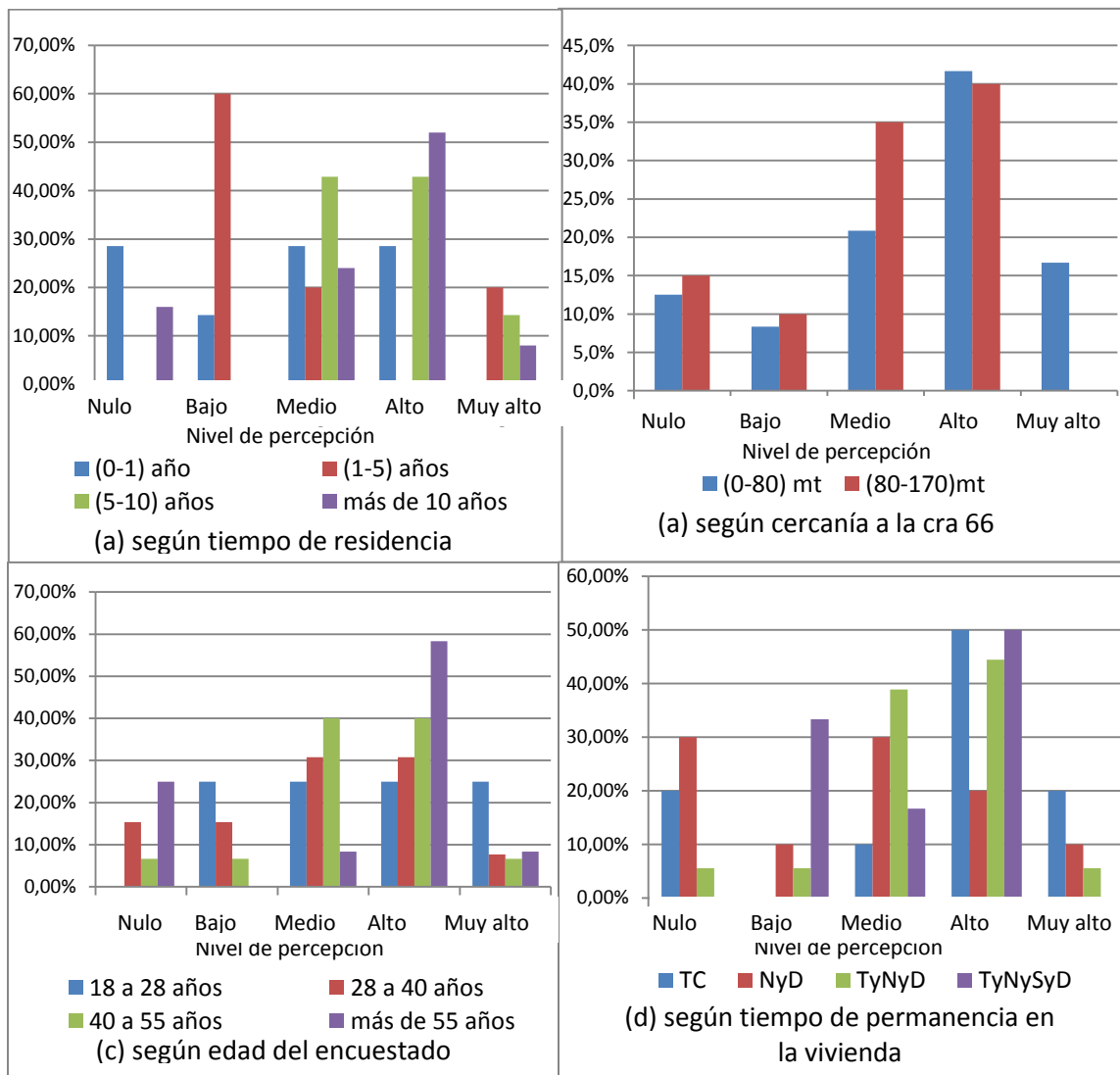


Figura 20 Percepción del efecto del ruido para la jornada nocturna comparado con las características generales de los encuestados

Los resultados muestran que de las personas que han residido en un rango de 5 a 10 años el 85% percibieron efecto del ruido en un nivel medio o alto y un 15% lo consideró muy alto, de los que residen hace más de 10 años el 76 % lo ubicaron en un nivel medio o alto y el 8% en muy alto, mientras que los habitantes de la zona que residen hace menos de un año dividieron sus opiniones entre los primeros 4 niveles. El 62 % de Los habitantes que residen a menos de 80m de la carrera

66 percibieron el efecto del ruido en un nivel medio o alto y al igual que el 75% de los que residen entre 80 y 170m, también es notable que el único grupo que calificó el efecto de ruido como “muy alto” se encuentran ubicados a menos de 80m de la carrera 66, indicando que hubo una percepción del efecto del ruido independiente de la ubicación de la vivienda. Se puede notar una leve tendencia por parte de los habitantes, de clasificar los niveles de efecto de ruido percibido en medio y alto independiente de la edad del encuestado. También se observó una mayor percepción del efecto del ruido en la jornada nocturna comparado con la jornada diurna, sin embargo, ni el tiempo de residencia en la zona, ni la cercanía a la carrera 66 y tampoco la edad o tiempo de permanencia del encuestado en la vivienda, fueron factores representativos que pudieran alterar de alguna forma la percepción del efecto del ruido en la vivienda durante la jornada nocturna.

6.3.4 Percepción de los impactos ambientales originados por el exceso de niveles de ruido presentados en la zona.

Los niveles máximos permisibles propuestos por la normatividad vigente para un sector B con subsector de zonas residenciales, son de 65 dB(A) en el día y 55 dB(A) en la noche, estos niveles garantizan salud y bienestar de la población expuesta. Sin embargo la zona de estudio registró niveles por encima de los establecidos, por lo que en los habitantes se generó una sensación de impacto negativo en la salud. En la figura 21 se presenta la percepción de los posibles efectos puntuales en la salud identificados por los habitantes encuestados de acuerdo a la frecuencia de respuesta.

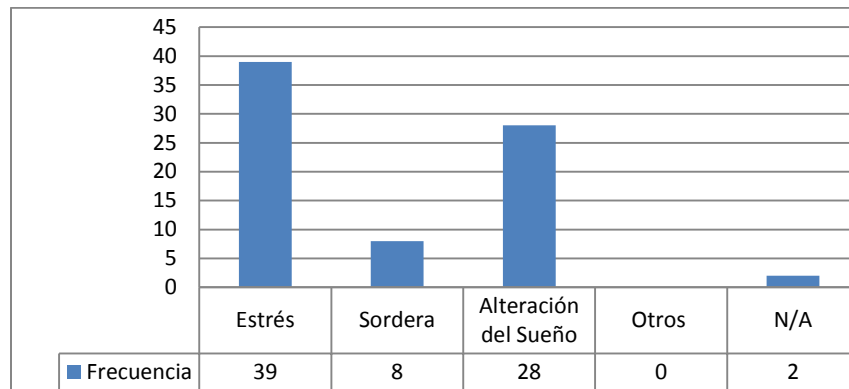


Figura 21 Percepción generación de efectos secundarios a causa de ruido

Con una frecuencia de respuesta de 39 y 27, los encuestados mencionaron que el ruido puede contribuir a la generación de estrés y alteración del sueño respectivamente, debido a la exposición a la presión sonora que se presenta en la zona. Es necesario que se adelanten estudios epidemiológicos en la zona si se desea establecer la veracidad de la premisa mencionada, ya que a diferencia de otros contaminantes, el ruido no deja residuos, no tiene sabor, olor, textura o color, por lo que se suele decir que el ruido es un contaminante invisible. Su radio de acción o de impacto se encuentra limitado a las características de la fuente que lo genera y del entorno donde se propaga (Ministerio del Medio Ambiente- Chile, 2010).

En Colombia el tema de contaminación auditiva es relativamente nuevo y dado su complejidad, no ha sido muy estudiado. Sin embargo en algunas Universidades se ha iniciado capacitación sobre el tema incluyendo alguna materia dentro del pensum de las carreras relacionadas con salud ocupacional e ingeniería ambiental.

En la figura 22 se presentan los resultados de la percepción de los impactos relacionados con actividades comerciales nocturnas en la zona estudiada de acuerdo a la frecuencia de respuesta de los encuestados. Los impactos relacionados con las actividades comerciales nocturnas, fueron vehículos estacionados frente a viviendas y la activación de alarma de estos vehículos, robos en viviendas y ataques con arma blanca a habitantes de la zona o asistentes a los establecimientos comerciales nocturnos.

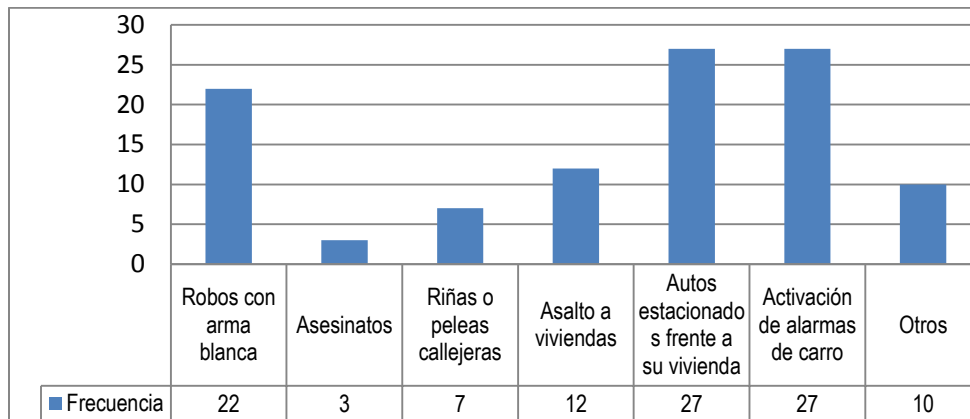


Figura 22 Percepción de habitantes sobre posibles impactos relacionados a establecimientos nocturnos.

Entre los impactos que más se identificaron por los encuestados, los más frecuentes fueron los impactos relacionados con movilidad (Estacionamiento inadecuado de autos), contaminación auditiva (Activación de alarmas) y delincuencia (Robos). Lo que indica que la contaminación auditiva posiblemente ha desatado otras problemáticas en el sector que requieren atención de las autoridades competentes.

6.4 Comparación entre datos de caracterización y percepción de ruido.

La percepción por parte de los habitantes de la zona de estudio respecto a los niveles más elevados de ruido durante las jornadas diurna y nocturna en intervalos de tiempo específicos, se encuentra ilustrada en la figura 23.

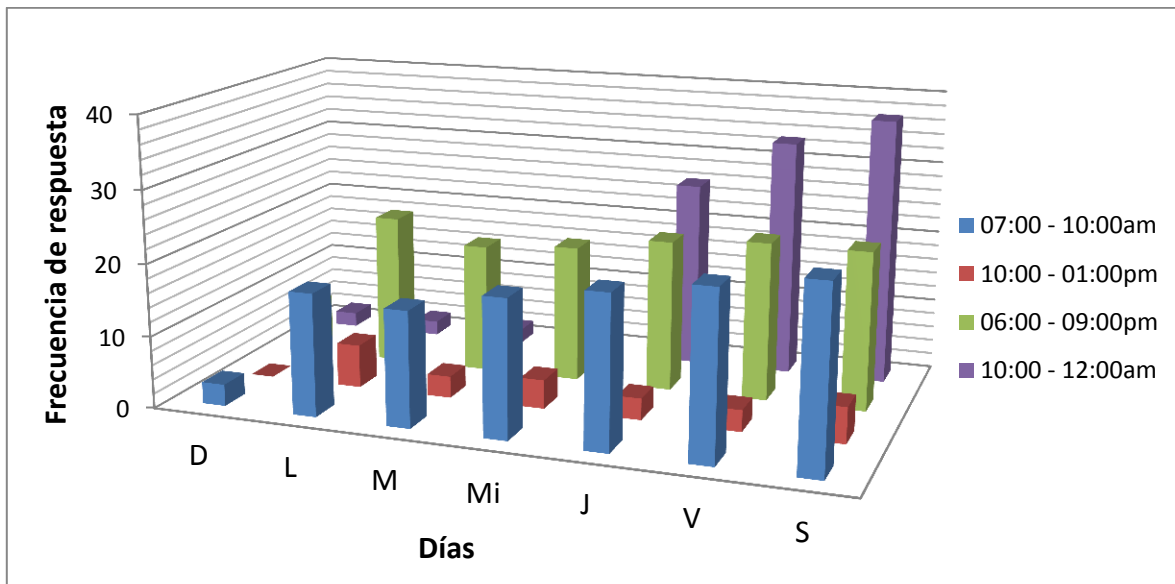


Figura 23 Identificación de mayores niveles de ruido según habitantes de la zona escuestados.

En la figura 23 se observa que los días jueves, viernes y sábado se presentó la mayor frecuencia de identificación de ruido por parte de los habitantes de la zona en el horario nocturno, especialmente el rango u horario donde se perciben los niveles más altos de ruido pertenecen al día sábado en el intervalo de 10:00 pm a 12:00 am, confirmando que las personas encuestadas perciben el ruido con mayor intensidad en horario nocturno, que es donde se evidencia la mayor concurrencia de personas que participan de las actividades nocturnas en la zona.

La percepción de niveles de ruido en cada uno de los horarios definidos y días de la semana se evaluó teniendo en cuenta los criterios de evaluación presentados en la tabla 11, donde se atribuye un nivel de percepción bajo, moderado, medio o alto según la frecuencia de respuesta de los encuestados.

Tabla 11 Criterios de evaluación para la percepción de los niveles de ruído según día y rango de hora

FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN
0 – 10	Bajo
11-20	Moderado
21-30	Medio
31-44	Alto

Elaboración propia

De acuerdo con la clasificación obtenida al evaluar el nivel de percepción, se procedió a comparar con los niveles promedio de ruido según cada intervalo de medición durante los días jueves y sábados, donde los resultados se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12 Comparación de los niveles de ruido obtenidos mediante caracterización con la percepción de la población

Rango de medición	Jueves		Sábado	
	Caracterizado dB(A)	Percepción de la población	Caracterizado dB(A)	Percepción de la población
07:00am - 10:00am	73,11	medio	80,90	medio
10:00am - 01:00pm	72,72	bajo	84,67	bajo
06:00pm - 09:00pm	72,36	medio	72,59	medio
10:00pm - 12:00am	70,35	medio	72,18	alto

De acuerdo con la información suministrada por la tabla 12 se puede establecer que los días sábado en jornada nocturna, la percepción de los residentes coincidió totalmente con los niveles de ruido registrados, mientras que en los intervalos de tiempo correspondiente a las horas pico de ambos días de medición y en el intervalo de tiempo de la jornada nocturna para el día jueves, coincidió de manera parcial con los niveles de ruido registrados, ya que se evidenció una percepción media por parte de la población en estos horarios, aun considerando que en todos los casos los

niveles promedio de ruido sobrepasaron los estándares máximos permisibles por la normatividad vigente. Sin embargo, en el intervalo de tiempo de 10:00am a 1:00pm hubo una baja percepción de ruido a pesar de también registrarse niveles elevados de contaminación auditiva en este horario.

Cabe anotar que los niveles promedio de ruido obtenidos los días Jueves en ambas jornadas del día se ajustaron a la realidad de lo que mostraron las mediciones, mientras que el sábado en los primeros dos intervalos de tiempo de la jornada diurna no evidenció la realidad de los datos recogidos ese día, ya que se presentaron algunos registros de ruido atípicos y extremos que alteraron los niveles promedio.

El presente estudio de percepción permitió no solo establecer el cumplimiento de la norma de las la emisión de ruido generada en los tres puntos de medición, sino también establecer si existían diferencias significativas entre días, para las diferentes jornadas e intervalos de medición, además de identificar posibles factores que afecten las emisiones y sobretodo, permitió evaluar la percepción de la población encuestada que podía estar siendo afectada por la contaminación auditiva, la cual percibió la problemática del ruido principalmente en las jornadas nocturnas. Lo anterior permite sugerir que debería incluirse la población de manera participativa en las decisiones tomadas por las autoridades ambientales respecto a los controles de contaminación auditiva que se realizarán a futuro en esta y otras zonas afectadas en la ciudad, no solo para la jornada nocturna, sino también para la diurna, que de hecho es en la que generalmente se presentan los mayores niveles de ruido aunque la percepción por parte de los encuestados sea baja o media.

7. CONCLUSIONES

- Los datos de niveles promedio de ruido obtenidos en la caracterización para los puntos, horarios y días determinados no cumplen con la Resolución Colombiana 0627 del 2006 vigente para un sector B, además se corrobora esta condición con la percepción por parte de los habitantes de la zona de estudio, ya que el 77% manifestó reconocer un problema de contaminación ambiental, atribuible al exceso en los niveles de ruido en una zona catalogada como residencial. El incumplimiento de la norma se relacionó con los niveles de ruido emitidos por tráfico vehicular en la jornada diurna, estos niveles se incrementaban los días de fin de semana y adicionalmente cuentan con el aporte de ruido generado por un gran número de personas que asisten a la zona para participar de las actividades de los establecimientos comerciales nocturnos.
- Los niveles de ruido ambiental caracterizados en los puntos definidos no presentaron una dispersión significativa, sin embargo se obtuvieron datos elevados catalogados como atípicos o extremos que sí alteraron los niveles promedio de ruido en los primeros dos intervalos de medición de la jornada diurna del día sábado. Estos datos atípicos se originaron en la zona por situaciones poco frecuentes, como, obras civiles en la vía, restauraciones estructurales en algunos predios y paso de ambulancias con la sirena encendida.
- No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los niveles promedio de ruido caracterizados en ambos días para los 3 puntos de medición en el intervalo de tiempo 7:00 am - 10:00 am, la misma condición se presentó en los puntos 1 y 2 para el intervalo de tiempo de 6:00 pm - 9:00 pm. En contraste, sí se presentaron diferencias significativas entre ambos días en los intervalos de 10:00 am - 1:00 pm y 10:00 pm a 12:00 am para los tres puntos, al igual que el punto 3 del intervalo 6:00 pm - 9:00 pm. En los intervalos donde no se presentaron diferencias significativas entre días de medición, se percibió un flujo vehicular constante debido a horas pico según lo observado en las jornadas de muestreo, pero los

resultados por si solos no permiten concluir que esta condición se atribuye solo al flujo vehicular

- En la evaluación de percepción se encontró que entre los habitantes encuestados hubo percepción del ruido como un contaminante y que está tornándose cada vez más difícil de controlar, pero hubo una mediana apreciación que el problema de contaminación auditiva corresponda al principal impacto ambiental por el que atraviesa la zona sujeta a estudio.
- Se pudo establecer que los días sábado en jornada nocturna, la percepción de los residentes coincide totalmente con los niveles de ruido registrados, mientras que en los intervalos de tiempo correspondiente a las horas pico de ambos días de medición y en el intervalo de tiempo de la jornada nocturna para el día jueves, coincide de manera parcial con los niveles de ruido registrados, ya que se evidenció una percepción media por parte de la población en estos horarios. Sin embargo, en el intervalo de tiempo de 10:00am a 1:00pm hubo una baja percepción del ruido a pesar de también registrarse niveles elevados de contaminación auditiva en este horario.

8. RECOMENDACIONES

- Para obtener con exactitud factores asociados a la generación del ruido en la carrera 66 se necesitaría un estudio en el cual se realice un conteo del flujo vehicular que transita la zona, además de mediciones de ruido fijo y residual para estimar el aporte de los establecimientos comerciales. Esto con el fin de conocer el efecto que pueden causar estos factores a mediano o largo plazo, se propone realizar mayores inversiones en investigación epidemiológica
- Debieran realizarse estudios que permitan relacionar posibles afecciones en la salud con emisiones de ruido que sobrepasen los niveles máximos permitidos.
- Se debe difundir información mediante educación ambiental acerca de lo que acarrea un exceso en la emisión de niveles de ruido como un impacto ambiental asociado a la contaminación auditiva, que aún por este tiempo resulta ignorado por la mayoría de la población en general.
- Es recomendable Implementar planes de descontaminación de ruido que sean efectivos, y formular programas de concientización sobre la problemática del ruido.

9. ANEXOS

9.1 ANEXO I. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DEL SONOMETRO

CASELLA®



1. Paravientos (para cubrir el micrófono desmontable)
2. Preamplificador (desmontable – tire del cuerpo estriado del conector del reamplificador sacándolo del cuerpo del instrumento)
3. Tecla de ENCENDER/APAGAR
4. Pantalla
5. Teclas blandas
6. Teclas de navegación
7. Tecla de Funcionar/Parar

El sonómetro Casella Cel 63-X contiene tres tipos de medición:

- Mediciones pulsando una tecla
- Mediciones de duración fija
- Mediciones de cronómetros

Las siguientes son especificaciones del Sonómetro Casella Cel 63-X:

Rango de mediciones

Rango de medición único hasta 140,2dB(A) RMS y 143,3dB(C) pico.

Rango lineal a partir de 10dB por encima de la menor señal discernible („umbral de ruido“).

Ponderaciones de frecuencia RMS

Ponderaciones de filtro A, C y Z, conforme a IEC 61672-1: 2002 Clase 1.

Medición de Octava y 1/3 de octava

Octava: 11 bandas en tiempo real con frecuencias centrales de 16Hz a 16kHz. 1/3 de octava: 33 Bandas en tiempo real con frecuencias centrales de 12,5Hz a 20kHz.

El espectro visualizado puede ser preponderado con A, C o Z.

Las octavas de ponderación Z se almacenan exclusivamente para ser ponderadas posteriormente en software Insight.

Medición pico

Con ponderación A, C o Z desde 65,0dB hasta 143,3dB.

Detector RMS

Detección de media cuadrática real (RMS) derivada digitalmente, resolución visual de 0,1dB.

Umbral de ruido

Ruido inherente total incluyendo ruido térmico del micrófono a 20°C:

<20dB (A) Clase 1

<20dB (A) Clase 2

Umbral de ruido eléctrico <17,5dB(A).

Respuesta de frecuencia

De 6Hz a 20kHz (frecuencias superior e inferior de 3dB).

Índice de muestreo digital 67,2kHz.

Respuesta general de frecuencia de Clase 1 y Clase 2 cumple IEC 61672-1:2002.

Ponderaciones en tiempo

Rápida (F, Fast), Lenta (S, Slow) e Impulso (I, Impulse) según IEC 61672-1: 2002.

Filtros de corrección

Filtro de corrección integral para campos de presión de sonido de incidencia aleatoria.

Dirección de referencia

Para las mediciones de campo libre (Freefield), la dirección de referencia es perpendicular al diafragma del micrófono.

Condiciones de referencia

Temperatura del aire de 23°C

Humedad relativa (HR) del 50%

Presión atmosférica de 101,325kPa

Nivel de referencia nominal = 114,0dB a 1kHz

Condiciones ambientales de funcionamiento

Humedad Del 5% al 90% HR sin condensación

Temperatura De -10°C a +50°C (Clase 1) De 0°C a +40°C (Clase 2)

Presión De 65kPa a 108kPa

Efectos de la temperatura

Estabilidad eléctrica del instrumento < ±0,2dB sobre el rango de -10°C a +50°C

Efectos de la humedad

Menos de ±0,5dB sobre el rango del 25% al 90% de HR (sin condensación), relativo al valor en las condiciones de referencia.

Condiciones ambientales de almacenamiento

Humedad Del 0% al 90% HR sin condensación

Temperatura De -20°C a +60°C

Presión De 65kPa a 108kPa

Calibración

Auto-calibración mediante la aplicación de un tono calibrador de 1kHz, nivel nominal de 114dB o 94dB ±1dB.

Suministro de energía

CC externo

Pilas Tres pilas alcalinas AA o recargables.

Memoria

Memoria interna no volátil Micro SD 1GB.

Capacidad máxima: Limitada bien a: 1. 999 sesiones individuales, o 2400 sesiones separadas de 24 horas de duración con periodos de 1 minuto y perfiles de 1 segundo.

Conectividad

USB Mini

Salida CA

Salida CC

Grupos de datos disponibles

A) Resultados acumulativos y periódicos de banda ancha.

Para cada sesión completa de medición, el instrumento almacena lo siguiente:

Fecha y hora iniciales de la sesión
Duración de sesión
Tiempo de sobrecarga de sesión
Tiempos de pausa de sesión
Identificación de sesión
Número de serie del instrumento
Datos de ajuste de la medición actual
Los resultados de la Última calibración antes de iniciar la sesión
Los resultados de la Primera calibración después del final de la sesión
Las banderas de Sobrecarga y Fallo de pila
Los índices Medioambientales LDN, LDEN, CNEL

En el modo periódico, se produce el grupo siguiente de resultados para cada uno de los intervalos del periodo durante una sesión.
En el modo acumulativo, se produce el grupo siguiente único de resultados que cubre la sesión completa.

Niveles de presión acústica (SPL)

- o LAF
- o LCF
- o LZF
- o LAS
- o LCS
- o LZS
- o LAI
- o LCI
- o LZI

Observe que los SPL se visualizan pero NO se almacenan.

Niveles equivalentes continuos de presión acústica (Leq)

- o LAeq
- o LCeq
- o LZeq
- o LAleq
- o LC – LA
- o LAeqT80

Niveles máximo y mínimo de presión acústica

- o LAFmax LAFmin
 - o LCFmax LCFmin
 - o LZFmax LZFmin
 - o LASmax LASmin
 - o LCSmax LCSmin
 - o LZSmax LZSmin
 - o LAImax LAImin
 - o LCImax LCImin
 - o LZImax LZImin
- Tiempos de máximos y mínimos El tiempo para cada uno de los 18 niveles de presión acústica máximos y mínimos se almacenan conforme a una resolución de 1 segundo

Nivel pico de presión acústica.

- o LAPk
- o LCpk
- o LZpk

Nivel medio de presión acústica con relación de intercambio Q

- o LAvg (Q4)
- o LAvg(Q5) cada uno con umbral de 0dB o 70 a 90dB

Otras mediciones

- o LAF(Tm3)
- o LAF(Tm5)
- o LAI(Tm3)
- o LAI(Tm5)
- o LAE

Parámetros estadísticos (Ln)

- o LAF10, LAF50, LAF90, LAF95, LAFvariable
- o LCF10, LCF50, LCF90, LCF95, LCFvariable
- o LZF10, LZF50, LZF90, LZF95, LZF variable

Otros datos

- o Hora de período inicial
- o Duración de período
- o Tiempo de sobrecarga de período
- o Tiempo Retro-borrar y Pausa Período
- o Banderas de Sobrecarga Período y Fallo de pila

Resultados acumulativos y periódicos de octava y 1/3 de octava

Además de todos los resultados de banda ancha indicados anteriormente, el instrumento también puede producir los resultados siguientes para cada una de las bandas de octava o 1/3 de octava:

LZeq, LZFmax, LZSMax, LZF10, LZF50, LZF90, LZF95, LZFvariable

LCeq, LCFmax, LCSMax, LCF10, LCF50, LCF90, LCF95, LCFvariable

LAeq, LAFmax, LASMax, LAF10, LAF50, LAF90, LAF95, LAFvariable

Resultados de perfil

Por cada intervalo de perfil se producen los resultados siguientes:

Banda ancha LAeq, LAleq, LAFmax, LASmax, LAImax. LCPEAK

Hora inicial de perfil

Banderas de Sobrecarga y Fallo de pila

(Casella, s.f.)

9.2 ANEXO II. RESOLUCIÓN 0627 DEL 2006- REPUBLICA DE COLOMBIA

Sector	Subsector	Estandares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
B. Tranquilidad y ruido moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes. Universidades, Colegios, escuelas, centro de estudios de investigación Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.	65	50
C. Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parque industrial, zonas francas	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos	70	55
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales	80	70

	Residencial suburbana		
	Rural habitada destinada a explotacion agropecuaria		
D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado	Zona de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales	55	45
	Rural habitada destinada a explotacion agropecuaria		
	Zona de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales		

9.3 ANEXO III . MODELO DE ENCUESTA APLICADO PARA HABITANTES DE LA ZONA ESTUDIADA

1. Dirección de Residencia.

2. ¿Tiempo en el Barrio?

3. Edad del encuestado _____ Sexo:
4. ¿Cuál de los siguientes problemas ambientales en la ciudad de Cali, es el que usted considera más importante?.
 - Basuras
 - Contaminación de los ríos e inundaciones
 - Contaminación atmosférica (humo de carros, industrias, olores)
 - Ruido
5. Entre las siguientes opciones ordene de mayor a menor, en grado de relevancia según usted lo considera, los problemas ambientales **presentados en el barrio**.
 - Basuras y Escombros
 - Contaminación de los ríos e inundaciones
 - Contaminación atmosférica (humo de carros, industrias, olores)
 - Ruido
6. ¿Considera usted que el ruido es un contaminante?
Si No
7. ¿Considera usted que el ruido es una problemática de la zona en que reside?
Si No

(Si la respuesta es SI, continúe con el cuestionario, de lo contrario NO)

8. Seleccione con una X los días y periodos del día en los que percibe mayores niveles ruido.

LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO DOMINGO

Día

Noche

9. De uno (1) a cinco (5) cómo cree que el ruido afecte las personas de su vivienda durante el día?

1 2 3 4 5

Donde 5 es mucho y 1 es nada

10. De uno (1) a cinco (5) cómo cree que el ruido afecte las personas de su vivienda durante la noche? (horario nocturno a partir de las 9:00 de la noche)

1 2 3 4 5

Donde 5 es mucho y 1 es nada

11. Cree usted que el ruido contribuya a la generación de: (seleccione una o más opciones según lo considere necesario)

- Estrés
- Sordera
- Alteración del sueño
- Otros (especifique).
- N/A

12. ¿Ha presentado usted quejas o reclamos ante alguna entidad (policía, DAGMA) por el ruido que generan los bares y discotecas?

Si No

13. ¿Han sido atendidas estas quejas y/o reclamos?

Si No

- Han sido resueltas sus quejas y/o reclamos?

Si No

14. ¿Cuáles de estos problemas relacionados con los establecimientos nocturnos se presentan cerca de su vivienda?

- Robos arma blanca.
- Asesinatos.
- Riñas o peleas callejeras.

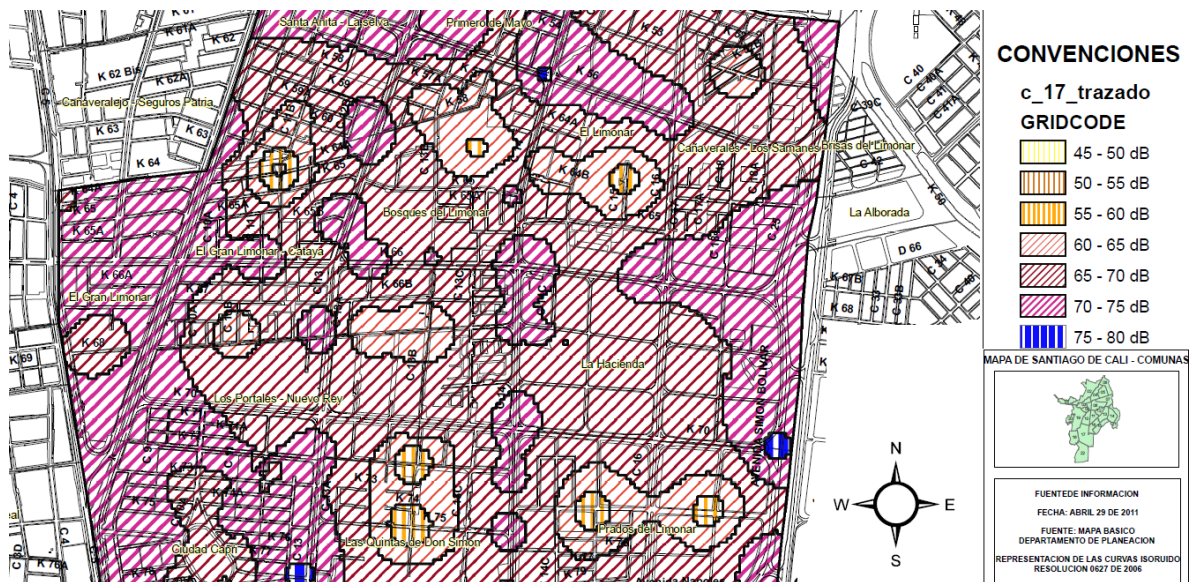
- Asfalto a viviendas.
- Estacionamiento de autos frente a su vivienda.
- Activación de alarmas de carros.
- Otros: _____

15. ¿Si fuese posible, cambiaría su vivienda por otra ubicada en una zona más tranquila y silenciosa?

Si No

Responsable _____

9.4 ANEXO IV . MAPA DE RUIDO DE UN SECTOR DE LA COMUNA 17 DE LA CIUDAD DE CALI



Fuente: Adaptado de (DAGMA, 2011).

10. REFERENCIAS

- Alcaldía de Bogotá. (2004). *Proyecto de acuerdo*. Recuperado en diciembre de 2011, de www.alcaldiabogota.gov.co:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=14560>
- Alcaldía de Bogotá. (2006). *Proyecto de Acuerdo 323 DE 2006*. Recuperado en Junio de 2012, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21421>
- Alcaldía Santiago de Cali. (2008). *Plan de Desarrollo (2008-2011)*. Recuperado en Junio de 2014, de [file:///C:/Users/Xperea/Desktop/MIS%20DOCUMENTOS/Downloads/17%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Xperea/Desktop/MIS%20DOCUMENTOS/Downloads/17%20(1).pdf)
- AMM. (2014). *Declaración de la AMM sobre la Contaminación Acústica*. Recuperado en Mayo de 2014, de <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/n3/>
- Berglund, B., Lindval, I., & Schwela, D. (1999). *Guía para el ruido urbano*. Recuperado en Junio de 2012, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsci/e/fulltext/ruido/ruido2.pdf>
- Casella. (s.f.). *Manual de usuario medidor de ruido ambiental CEL-63-X*.
- Casella. (s.f.). *Sonómetro CEL-63x. Manual de Usuario*.
- Corzo, G. (2009). <http://www.medspain.com>. Recuperado en Julio de 2012, de Ruido Industrial y Efectos a la Salud: <http://www.medspain.com/colaboraciones/ruidoindustrial.htm>
- DAGMA-Departamento Administrativo de Gestión del medio Ambiente (2011). *Mapa de ruido de la ciudad de Cali, comunas 2, 17, 19*. cali.
- DAGMA-Departamento Administrativo de Gestión del medio Ambiente. (2009). *Comuna 17*. Recuperado en Junio de 2014, de Panorama Ambiental: <http://www.cali.gov.co/publico2/gobierno/dagmaweb/comuna17.htm>
- DAGMA-Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente (2011). *Mapa de ruido Comuna 17*. Santiago de Cali: Alcaldía Santiago de Cali.
- DAGMA-Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente (Agosto de 2013). Recuperado en Junio de 2014, de <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/doce-comunas-cali-superan-limites-ruido-segun-dagma>

- Departamento Administrativo de planeación, Cali. (2004). *Municipio de Santiago de Cali*. Recuperado en Julio de 2014, de <http://www.cali.gov.co/publico2/documentos/planeacion/planterritorial/com17.pdf>
- Direct Industry. (2011). *El salón On Line de la Industria*. Recuperado el 2014, de Kestrel-Anemómetro: <http://www.directindustry.es/prod/kestrel-pocket-weather-meters/anemometros-veleta-integrada-barometro-bolsillo-68733-557663.html>
- Direct Industry. (2011). *El salón OnLine de la Industria*. Recuperado el 2014, de Casella: <http://www.directindustry.es/prod/casella/sonometros-integradores-31897-361393.html>
- Echeverry, M. L. (2009). *Ruido residencial en Santiago de Cali. Percepción de los residentes de espacios Multifamiliares*. Cali.
- El País. (18 de Abril de 2006). Cali, La "capital del ruido". *Diario El País*. Recuperado en Junio de 2012, de <http://historico.elpais.com.co/paisonline/calionline/notas/Abril152006/cali2.html>
- El País. (30 de Agosto de 2013). Doce comunas de Cali superan los límites del ruido según el Dagma. *Diario El País*. Recuperado el 2013, de <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/doce-comunas-cali-superan-limites-ruido-segun-dagma>
- Engineering toolbox. (Sin fecha). *www.engineeringtoolbox.com*. Recuperado en Junio de 2012, de http://www.engineeringtoolbox.com/decibel-d_59.html
- EPA. (s.f.). *United States environmental protection agency*. Recuperado el 2012, de [http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1000XZZ.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2000+Thru+2005&Docs=&Query=FNAME%3DP1000XZZ.TXT%20or%20\(%20ciclo%20or%20de%20or%20vida%20or%20de%20or%20un%20or%20celular\)&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&To](http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1000XZZ.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2000+Thru+2005&Docs=&Query=FNAME%3DP1000XZZ.TXT%20or%20(%20ciclo%20or%20de%20or%20vida%20or%20de%20or%20un%20or%20celular)&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&To)
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2007). <http://www.escuelaing.edu.co>. Recuperado en Septiembre de 2012, de Ergonomía Diseño de puestos de trabajo: http://www.escuelaing.edu.co/programas/ing_industrial/laboratorios/LCTR/ruido.pdf
- Gomez, A. (11 de abril de 2008). *Blog Cali Ruidosa*. Recuperado en octubre de 2011, de <http://caliruidosa.blogspot.com/2008/04/tema-contaminacion-acustica-en-cali.html>
- Gomez, J. (2011). *Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo municipal*. Recuperado el 2014, de Mapas de ruido: <http://www.sisaire.gov.co:8080/faces/docsInfoRuido/14-8-2011-4-20-50->

872-1-112-8-2011-0-48-12-140-1-129-7-2011-9-30-31-843-1-
0MAPA_DE_RUIDO_COMUNAS,2,17,19.pdf

Gordillo, D. (1995) Contaminación por ruido. En: Ecología y contaminación ambiental. México D.F: Interamericana,p.79-89

Guía Turística de Colombia. (2014). *Conoce Colombia*. Recuperado en Agosto de 2014, de <http://www.conocecolombia.com/valledelcauca/turismo/destinos/>

Kogan, P. (2004). *Análisis de la Eficiencia de la Ponderación "A" para evaluar efectos del ruido en el Ser Humano*. Chile.

LOTHAR, S. (1978). *Estadística Aplicada*. España: Labor.

Madrid Salud. (2011). <http://www.madridsalud.es>. Recuperado en Septiembre de 2012, de Página de ayuda en Madrid: http://www.madridsalud.es/temas/ruido_intruso_silencioso.php

Marín, E., & Perea, X. (2014). Consolidación información obtenido en caracterización de niveles de ruido y percepción de la población- comuna 17. *PERCEPCIÓN DEL RUIDO POR PARTE DE HABITANTES DEL BARRIO GRAN LIMONAR DE LA COMUNA 17 EN LA CIUDAD DE CALI*. Universidad del Valle.Cali, Colombia.

Martínez, J., & Peters, J. (2013). *Contaminación Acústica y Ruido*. Recuperado en Mayo de 2014, de http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf

Ministerio de Ambiente, V. y. (2006). *Patente nº Resolución 0627*. Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente- Chile. (2010). *El ruido contaminante invisible*. Obtenido de http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016_Capitulo_4.pdf

Morales, C. (Mayo, 2006). 300 millones de personas sufren de contaminación acústica en el mundo: El ruido deja en silencio al planeta. *Ciencia & Trabajo*(20), A45.

Murphy, E., E, K., & Rice, H. (2009). "Estimating human exposure to transport noise in central Dublin, Ireland". *Environment Internacional*, Vol.(35)

OMS. (1999). *Guidelines for community noise*. World Health Organization. Reporte institucional.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2012). Recuperado en Junio de 2012, de www.who.int: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>

- Orozco, J. (24 de Marzo de 2012). Contaminación auditiva, un mal que ensordece a los caleños. *Diario El País*. Recuperado en Junio de 2012, de <http://www.elpais.com.co/elpais/calif/noticias/contaminacion-auditiva-mal-ensordece-calenos>
- Portal Medicos. (2011). <http://www.portalesmedicos.com>. Recuperado en Mayo de 2014, de Acústica Arquitectónica y Control de Ruido: <http://www.portalesmedicos.com/medicina/noticias/8309/1/A-un-39--de-los-espanoles-les-gustaria-hacer-oidos-sordos-al-ruido-de-la-politica-/Page1.html>
- Rodriguez, J., Ferreras, M., & Nuñez, A. (1991). *Inferencia Estadística, Niveles de Precisión y Diseño Muestral*. Recuperado en Agosto de 2014, de <http://www.chospab.es/calidad/archivos/Metodos/Muestreo.pdf>
- Sachs, L. (1978). *Estadística Aplicada*. Barcelona: Labor.
- Sexto, L. (2010). <http://www.fceia.unr.edu.ar>. Recuperado el 2012, de <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/sonometr.htm>
- Tolosa, F. (2003). www.ruidos.org. Recuperado en Junio de 2012, de Efectos del ruido sobre la salud: http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html
- Zuluaga, C., Correa, M., & Jimenez, J. F. (2009). *Un aporte a la gestión del ruido urbano en Colombia, caso de estudio: Municipio de Envigado*. Universidad Nacional de Colombia. Envigado, Colombia.