

**Propuesta para la Implementación de una Red Piloto de Monitoreo de
Ruido en Zonas Priorizadas de Santiago de Cali.**

**Mónica Duque Acevedo
Héctor Fabio Barbosa Cardona**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente
Pregrado en Ingeniería Ambiental
Palmira
2015**

**Propuesta para la Implementación de una Red Piloto de Monitoreo de
Ruido en Zonas Priorizadas de Santiago de Cali.**

**Mónica Duque Acevedo
Héctor Fabio Barbosa Cardona**

Trabajo de grado para optar al título de ingenieros ambientales

**Director
Oscar Sanclemente Reyes**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente
Pregrado en Ingeniería Ambiental
Palmira
2015**

ii. RESUMEN

La creciente preocupación de los organismos de salud y las autoridades ambientales a nivel mundial a causa de los efectos asociados a la exposición a niveles altos de ruido, genera la necesidad de realizar estudios que impliquen la evaluación permanente y automatizada de estos niveles, considerando además el criterio de la población expuesta. Como producto de estos estudios, desde hace varios años en ciudades densamente pobladas, se han implementando Redes de Monitoreo de Ruido. La presente investigación desarrollada en el municipio de Santiago de Cali (Colombia) tuvo como objetivo, formular una propuesta para la implementación de una Red Piloto de Monitoreo de Ruido en zonas de interés. A partir de información secundaria sobre niveles de ruido, registros de quejas y percepción de la comunidad se identificaron a través de matriz de priorización las comunas con mayor problemática por contaminación acústica. Producto de la aplicación de esta metodología se priorizaron las comunas 2, 3, 17 y 19, para la instalación de las estaciones que conformarían la Red Piloto de Monitoreo de ruido, integrada por un total de 5 estaciones. Estas comunas presentan niveles de presión sonora de 74 dB, excediendo los límites normativos en cerca de 12%, coincidiendo con los mayores registros de quejas y reclamos por parte de la comunidad caleña. La Red Piloto de Monitoreo de Ruido permitiría realizar seguimiento continuo en las zonas priorizadas, serviría de insumo para la definición de políticas encaminadas a prevenir y mitigar el impacto por ruido, mejorando la calidad de vida de las personas.

Palabras Claves: Calidad de vida, presión sonora, contaminación acústica, matriz de priorización, límites normativos.

iii. ABSTRACT

The increasing concern of health institutions and environmental authorities worldwide in conjunction with the associated effects of exposure to high levels of noise, creates the need to develop studies that involve the permanent and consistent evaluation of these levels, considering the affected population. For several years in densely populated cities networks for noise monitoring have been implemented due to the outcome of these studies. The present investigation developed in the municipality of Santiago de Cali (Colombia) has an objective in the formulation and implementation of a pilot network for noise monitoring in areas of interest. Drawn from secondary information about noise levels, formal grievance registers and the perception of the community, these areas were identified using a prioritization matrix as a strategy for the identification of acoustic pollution. A product of this methodology was that the communes were prioritized with the numbers 2, 3, 17 and 19 for the installation of stations that will be part of the pilot network for noise monitoring, integrated by a total of 5 stations. These communes present levels of sonorous pressure at 74 dB, exceeding the normative limits by 12 %, this coincides with the major formal grievance registers and claims by the caleña community. A pilot network for noise monitoring would allow the realization of continuous monitoring in the prioritized zones, this can be use as an input for the creation of policies specifically geared towards the prediction and thus mitigation of noise impact, improving the quality of life for the people of Cali.

Key words: Quality of life, sonorous pressure, acoustic pollution, prioritization matrix, normative limits.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1. Sonido.....	4
3.2. Ruido	4
3.3. Ruido Ambiental.....	4
3.4. Características del ruido	5
3.5. Tipos de ruido	5
3.6. Tipos de Fuentes generadores de ruido	6
3.7. Unidad de medida e Instrumentos de medición.....	6
3.8. Estación meteorológica.....	7
3.9. Efectos del ruido en la Salud	8
3.10. Normatividad ambiental en materia de ruido	10
3.11. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental.....	11
3.12. Mapas de Ruido	12
3.13. Red de Monitoreo	12
3.14. Red de Monitoreo de Ruido.....	13
3.15. Experiencia de Redes de Monitoreo en otros países	15
3.15.1. Sistema de monitoreo de aire y ruido en la Ciudad de Buenos Aires	15

3.15.2. Red Piloto de Monitoreo de Ruido de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)	16
3.15.3.Redes de control de la contaminación acústica en el ayuntamiento de Madrid.....	17
3.16. Experiencia de Redes de Monitoreo en Colombia.....	19
3.16.1. Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Departamento de Antioquia.....	19
3.16.2. Sistema Automático de Monitoreo de Ruido para las operaciones aéreas del Aeropuerto Internacional El Dorado – Bogotá.....	20
3.17. Plan de Descontaminación por ruido.....	21
4. METODOLOGÍA	23
4.1. Descripción del Área de Estudio.....	23
4.2. Evaluación de las comunas más afectadas por altos niveles de ruido - Revisión y análisis de Información secundaria.....	24
4.3. Evaluación de la percepción de la comunidad.....	27
4.3.1. Determinación de tamaño de la muestra.....	27
4.4. Procesamiento y análisis de datos	30
4.5. Caracterización y definición de aspectos técnicos para la implementación de la red de Monitoreo de Ruido.	30
5. RESULTADOS	33
5.1. Evaluación de las comunas más afectadas por altos niveles de ruido - Revisión y análisis de Información secundaria.....	33
5.1.1. Revisión y Análisis del mapa de ruido	33
5.1.2. Análisis de reportes de Quejas Peticiones y Reclamos – PQR por contaminación acústica.	36
5.2. Evaluación de la percepción de la comunidad.....	43

5.2.1.	Caracterización de las encuestas realizadas.....	43
5.2.2.	Percepción de la Población encuestada.....	44
5.2.3.	Percepción de los encuestados de la comuna 17.	49
5.2.4.	Percepción de los encuestados de la comuna 19.	53
5.3.	Caracterización de comunas priorizadas y definición de aspectos técnicos para la implementación de la Red Piloto de Monitoreo de Ruido.	59
5.3.1.	Caracterización de las comunas priorizadas	59
5.3.1.1.	Identificación de sectores y vías de las comunas priorizadas	65
5.3.2.	Aspectos generales de la Red Piloto de Monitoreo de Ruido.....	67
5.3.3.	Definición de aspectos técnicos para la instalación de la Red.	68
5.3.3.1.	Tipo de estaciones a instalar	68
5.3.3.2.	Criterios generales para la selección de los puntos	69
5.3.3.3.	Punto 1 - Comuna 2	74
5.3.3.4.	Punto 2 – Comuna 3	75
5.3.3.5.	Punto 3. comuna 17	77
5.3.3.6.	Punto 4. Comuna 19.	78
6.	DISCUSION	81
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
8.	REFERENCIAS.....	87
9.	ANEXOS	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Régimen Normativo Colombiano sobre ruido.....	10
Tabla 2. Escalas de monitoreo.....	14
Tabla 3. Población y hectáreas por comuna.....	23
Tabla 4. Variables y criterios para la priorización.....	26
Tabla 5. Indicadores y clasificación de Relevancia.....	26
Tabla 6. Datos obtenidos del Muestreo Aleatorio Estratificado.....	29
Tabla 7. Áreas de Actividad Vs cumplimiento de norma.....	35
Tabla 8. Principales fuentes generadoras de ruido denunciadas.....	38
Tabla 9. Matriz de Priorización.....	39
Tabla 10. Resumen según criterio de priorización.....	41
Tabla 11. Frecuencias pregunta No. 1.....	44
Tabla 12. Tabla de Frecuencias pregunta No. 2.....	45
Tabla 13. Frecuencias Pregunta No. 3.....	46
Tabla 14. Frecuencias Pregunta No. 4.....	46
Tabla 15. Frecuencias Pregunta No. 5.....	47
Tabla 16. Frecuencias Pregunta No. 1.....	49
Tabla 17. Frecuencias Pregunta No. 2.....	50
Tabla 18. Respuestas Pregunta No. 3.....	51
Tabla 19. Frecuencias Pregunta No. 4.....	51
Tabla 20. Frecuencias Pregunta No. 5.....	52
Tabla 21. Frecuencias Pregunta No. 1.....	54
Tabla 22. Frecuencias Pregunta No. 2.....	54
Tabla 23. Frecuencias Pregunta No. 3.....	55
Tabla 24. Frecuencias Pregunta No. 4.....	56
Tabla 25. Frecuencias Pregunta No. 5.....	56
Tabla 26. Barrios de la comuna 2.....	60
Tabla 27. Barrios de la comuna 3.....	61

Tabla 28. Barrios de la comuna 17.....	63
Tabla 29. Barrios de la comuna 19.....	64
Tabla 30. Sectores con mayor dinámica comercial.	66
Tabla 31. Vías principales y secundarias comunas 2, 3, 17 y 19.	67
Tabla 32. Ubicación de las estaciones de la red de monitoreo de ruido ambiental	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sonómetro (DAGMA, 2010).....	7
Figura 2. Estación meteorológica inalámbrica (Tekcen, 2014).....	8
Figura 3. Salud y niveles de ruido (ABC Madrid, 2009).	9
Figura 4. Torres de Monitoreo Inteligentes (TMI) – Buenos Aires (APrA, 2011).....	16
Figura 5. Estación de la TMI. Buenos Aires (APrA, 2011).	16
Figura 6. Estación de monitoreo de ruido en ZMVM.....	17
Figura 7. Red de ruido fija Madrid (Ayuntamiento de Madrid, Pagina Web).	18
Figura 8. Red de ruido Móvil Madrid (Ayuntamiento de Madrid, página Web).	19
Figura 9. Estación PracoDidacol Avenida 33 MED-PRAV. Medellín	20
Figura 10. Sistema Automático de Monitoreo de Ruido. Bogotá.....	21
Figura 11. Niveles de ruido ambiental por comuna.	33
Figura 12. Quejas por tipo de Impacto – Años 2013 y 2014.	36
Figura 13. Quejas por Ruido mes – Años 2013 y 2014.....	37
Figura 14. Quejas ruido por comunas – Años 2013 y 2014.	37
Figura 15. Comparativo Niveles de ruido ambiental Vs Quejas ruido por comunas	39
Figura 16. Encuestas realizadas por comunas. Los Autores (2015).	44
Figura 17. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 1.	45
Figura 18. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 2.	45
Figura 19. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 3.	47
Figura 20. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 4.	47
Figura 21. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 5.	47
Figura 22. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 1.	50
Figura 23. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 2.	50
Figura 24. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 3.	52
Figura 25. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 4.	52
Figura 26. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 5.	52

Figura 27. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 1.....	54
Figura 28. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 2.....	54
Figura 29. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 3.	56
Figura 30. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 4.	56
Figura 31. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 5.	57
Figura 32. Ubicación de las comunas seleccionadas.	59
Figura 33. Áreas de Actividad Comuna 2.....	61
Figura 34. Áreas de Actividad Comuna 3.....	62
Figura 35. Áreas de Actividad Comuna 17.....	63
Figura 36. Áreas de Actividad Comuna 19.....	65
Figura 37. Estación de Ruido - Valladolid España	71
Figura 38. Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido.....	73
Figura 39. Zona de ubicación punto No. 1.	75
Figura 40. Punto No. 1. Avenida 9 Norte con 12N.	75
Figura 41. Zona de ubicación punto No. 2.	76
Figura 42. Punto No. 2. Carrera 1 No 11-40.	76
Figura 43. Zona de ubicación Punto No. 3.....	77
Figura 44. Punto No. 3 - Calle 10 con carrera 66.....	78
Figura 45. Zona de ubicación Punto No. 4.....	78
Figura 46. Punto No. 4 -Calle 3 A Norte No. 34-09.	79
Figura 47. Zona de ubicación Punto No. 5.....	80
Figura 48. Punto No. 5. Calle 18 con carrera 127.....	80

1. INTRODUCCIÓN

El aumento vertiginoso del parque automotor en las principales ciudades de Colombia, el crecimiento desordenado por la falta de planificación urbana en los grandes centros poblados, entre otros factores, han contribuido al incremento de los niveles de ruido ambiental de manera significativa. La ubicación de fuentes sonoras cerca de cierto tipo de infraestructuras o en zonas inadecuadas ha ocasionado que se superen fácilmente los límites permisibles de ruido en determinados sectores, convirtiéndose en un factor de deterioro ambiental importante, con efectos negativos sobre la salud y el bienestar de la ciudadanía.

Los seres humanos estamos expuestos a niveles elevados de ruido y aunque la percepción auditiva es una sensación subjetiva, ya que se encuentra ligada a factores tanto fisiológicos como psicológicos de cada individuo, son múltiples los efectos que se han identificados sobre la salud humana, entendida según la Organización Mundial para la Salud – OMS (1946) como “*Un estado de completo bienestar físico, mental y social, no la mera ausencia de enfermedad*”. Esta Organización, en el documento “*Guías para el Ruido Urbano*”, publicado en el año 1999, describe los efectos adversos y específicos del ruido sobre la salud, entre los cuales se relacionan: deficiencia auditiva causada por el ruido; interferencia en la comunicación oral; trastorno del sueño y reposo; efectos psicofisiológicos, sobre la salud mental y el rendimiento; efectos sobre el comportamiento; e interferencia en actividades.

Santiago de Cali, es una ciudad con una evidente problemática de “Contaminación Acústica”, que se refleja en los altos niveles de ruido registrados para cada una de las 22 comunas que componen el área urbana de este municipio, en promedio 71 dB, de acuerdo con los resultados del mapa de ruido elaborado en el periodo 2010-2011 por el Departamento Administrativo de gestión de Medio Ambiente – DAGMA, superándose los estándares máximos permisibles establecidos en la

Resolución 0627 de 2006, para el sector B “Tranquilidad y Ruido Moderado” al cual en una proporción aproximada de 70% corresponde la zona urbana de la Ciudad de Cali.

La problemática también se hace evidente a través de las más de 1600 quejas por ruido que anualmente son presentadas por la comunidad caleña ante la Autoridad Ambiental del municipio, mediante las cuales solicitan se realice control y seguimiento a fuentes fijas generadoras de emisiones molestas durante las actividades comerciales o prestación del servicio.

Ante la importancia de esta problemática, la administración municipal de la mano de las dependencias con funciones específicas sobre este tema, además de realizar las actividades de regulación para el control de emisiones puntuales de ruido, deben fortalecer los procesos de monitoreo de ruido ambiental, para lo cual es indispensable contar con herramientas efectivas que les permitan realizar evaluación permanente, para conocer la realidad acústica del municipio e implementar el Plan de Descontaminación que contribuya a la reducción de los niveles de ruido ambiental de manera significativa.

Por lo anterior, se expone a través del presente documento, una propuesta con aspectos técnicos para la implementación de una Red Piloto de Monitoreo de Ruido en zonas priorizadas de la ciudad de Cali, como alternativa de mejoramiento de la calidad acústica, al permitir el monitoreo permanente y en tiempo real de los niveles de ruido ambiental, realizando así, de manera constante seguimiento y verificación de la efectividad de las estrategias de reducción de ruido que sean implementadas por las autoridades competentes. Esta propuesta surge como producto de la aplicación de las competencias adquiridas por los autores en su proceso de formación integral en Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Formular una propuesta para la implementación de una Red Piloto de Monitoreo de Ruido Ambiental en zonas priorizadas de la ciudad de Santiago de Cali.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar a partir de mapa de ruido y reportes de Peticiones Quejas y Reclamos, las zonas que serán priorizadas para la instalación de las estaciones de monitoreo.
- Evaluar la percepción de la comunidad caleña frente a la problemática de contaminación acústica en la ciudad.
- Definir a partir de información secundaria los aspectos técnicos para la implementación de la Red de monitoreo en las áreas priorizadas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Sonido

Ondas de compresión longitudinal que se propagan en medios elásticos como el aire y son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano para ser percibidas posteriormente por el cerebro (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006). De acuerdo con Vélez (2004) el rango de frecuencia de los sonidos audibles en personas jóvenes y que no presentan problemas de audición esta entre 20 Hz y 20.000 Hz.

3.2. Ruido

El ruido es el contaminante más común y puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por el receptor como algo molesto o desagradable (Redacción Ambientum, 2003).

El ruido está integrado por dos componentes de igual importancia, una integrante puramente física (el sonido, magnitud física perfectamente definida) y otra integrante de carácter subjetivo que es la sensación de molestia (Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía, 2010).

3.3. Ruido Ambiental

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo, indica que este tipo de ruido corresponde al sonido exterior no deseado o nocivo, que es originado por las dinámicas sociales, involucrando emisiones del tráfico vehicular, fuentes puntuales, como el sector empresarial e industrial, transporte aéreo, ferroviario e incluso las actividades de ocio, es decir se consideran todas aquellas emisiones que en su conjunto son generadas por la actividades humanas.

3.4. Características del ruido

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. Informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior deseable.

El ruido es una de los principales factores de deterioro ambiental, tiene la particularidad de que a diferencia de otros tipos de contaminantes no se acumula en el ambiente, no se trasmite en radios muy amplios o a largas distancias, casi que es focalizado en las zonas en las cuales se encuentran las fuentes emisoras. Se genera fácilmente a partir de diversos equipos o elementos y requiere de poca energía para ser transmitido a través del aire.

3.5. Tipos de ruido

- Ruido Constante: La presión sonora no varía en más de 5 dB durante el período observado.
- Ruido Fluctuante: La presión sonora varía continuamente y en apreciable extensión, durante el periodo de observación.
- Ruido Intermitente: La presión sonora disminuye repentinamente hasta el nivel de ruido de fondo, varias veces durante el periodo de observación, el tiempo durante el cual se mantiene a un nivel superior al ruido de fondo es de un (1) segundo o más.
- Ruido Impulsivo: La intensidad de la presión sonora aumenta bruscamente (más de 35 dB) en tiempos menores de un (1) segundo (Corzo, 2009).

En la práctica el ruido se presenta como una mezcla de todos los tipos, por ello recomienda estimar el Nivel Sonoro Equivalente (Leq). Excepcionalmente en el

Ruido Impulsivo, el criterio de mayor importancia es el valor pico, y por lo tanto el Nivel Sonoro Equivalente no es aplicable (Universidad Politécnica de Madrid, 2012).

3.6. Tipos de Fuentes generadores de ruido

- Fuentes Fijas: Toda fuente de ruido diseñada para operar en un lugar fijo y determinado.
- Fuentes móviles: Vehículos en la vía pública, aeronaves, trenes, barcos.
- Lineales: Carreteras, vías férreas, entre otras.
- Conductuales: Comportamiento o práctica ruidosa, de una o varias personas, que atentan contra la tranquilidad de los vecinos.

3.7. Unidad de medida e Instrumentos de medición

La unidad de medida del sonido es el decibel (dB) y el indicador más común para medir el ruido ambiental es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAeq,T y ponderado lento (S), expresado en dB. El instrumento que se utiliza para medir el ruido es el sonómetro (figura 1), el cual está compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida. Para las mediciones los equipos deben estar instalados sobre trípodes y dotados con pantalla antiviento para evitar que el viento incida directamente sobre el micrófono alterando los niveles de presión sonora.



Figura 1. Sonómetro (DAGMA, 2010)

De acuerdo con las especificaciones técnicas contenidas en la Resolución 0627 de 2006, el sonómetro deberá estar debidamente calibrado y certificado por el organismo competente antes de realizar cualquier toma de datos.

3.8. Estación meteorológica

Equipo inalámbrico dotado con un Conjunto Integrado de Sensores (ISS), que permite conocer las condiciones climáticas registrando variables como:

- Velocidad y dirección del viento.
- Temperatura y humedad interior y exterior.
- Temperatura de sensación y punto de rocío.
- Lluvia actual y acumulada diaria, mensual y anual.
- Intensidad de lluvia.
- Presión atmosférica actual y tendencia.

En la figura No. 2, se presenta un modelo de estación meteorológica portátil, muy útil para la captura de datos en campo.



Figura 2. Estación meteorológica inalámbrica (Tekcen, 2014)

Esta información es fundamental al momento de ejecutar las mediciones de presión sonora, para garantizar que los factores climáticos mencionados no afecten los registros obtenidos. En la Resolución 0627 de 2006 se indican las variables que deben reportarse en los estudios o informes técnicos de medición.

3.9. Efectos del ruido en la Salud

Las personas afectadas por el fenómeno de la contaminación acústica, manifiestan efectos adversos no auditivos, como estrés, dolor de cabeza, cansancio, malgenio, entre otros que ya han sido identificados por organismos internacionales como la Organización Mundial para la Salud – OMS precisando en el documento *“Guías para el ruido Urbano”*, publicado en el año 1999, afectaciones como:

- Deficiencia auditiva e Interferencia en la percepción del habla
- Impacto permanente sobre las funciones fisiológicas.
- Aceleración del ritmo cardiaco, la tensión arterial y la respiración,
- Trastornos y perturbación del sueño. A partir de 45 dB de ruido, se producen alteraciones del sueño que pueden convertirse en crónicas.

- Falta de concentración y disminución del rendimiento intelectual.
- Interferencia en el comportamiento social y otras actividades

En la figura No. 3, se indican otros efectos sobre la salud, asociados a altos niveles de ruido.

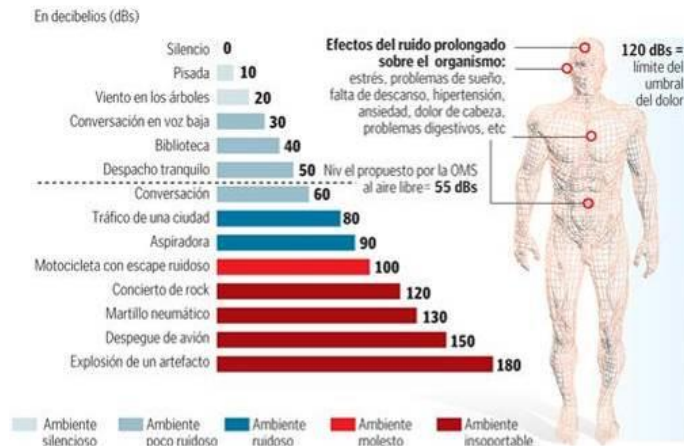


Figura 3. Salud y niveles de ruido (ABC Madrid, 2009).

Un equipo de la Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, en colaboración con el Imperial College de Londres y el Kings College de Londres (Reino Unido), sugirieron como resultado de una investigación que *“existe un vínculo entre la exposición a largo plazo al ruido del tráfico rodado y las muertes por cualquier causa, así como un mayor riesgo de accidente cerebrovascular, especialmente en los ancianos”*. El estudio que fue publicado en *“European Heart Journal”*, fue realizado en más de 8 millones de personas habitantes de la ciudad de Londres, entre los años 2003 y 2010.

Otros estudios recientes, como el publicado en la revista Acta Diabetológica que analizo los niveles de ruido en la ciudad de Madrid (España) entre los años 2001 y 2009, señalan que *“la exposición a altos niveles de ruido, concretamente al ruido por la noche, puede causar una mayor mortalidad por diabetes a corto plazo”*. Esta investigación realizada en la ciudad de Madrid, conjuntamente por el Instituto de

Salud Calos III, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad Autónoma de Madrid confirman que *“cuando se incrementa el ruido del tráfico, aumentan las muertes por diabetes”*, lo que ratifica que son considerables los efectos nocivos que el tráfico tiene sobre la salud, los cuales van más allá de afectaciones o simples molestias como dolor de cabeza, estrés, entre otros efectos psicológicos.

El investigador alemán, Wolfgang Babisch de la Agencia Federal del Medio Ambiente, quien también ha estudiado los efectos del tráfico en la salud, señala que uno de los efectos del ruido es alterar las hormonas y el sistema nervioso y considera que *“el ruido es malo para la salud cuando este es no deseado, y cuando interfiere actividades como dormir o concentrarse”*. La Dra. Zsuzsanna Jakab, directora para Europa de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se refirió a esta problemática manifestando que *“El ruido urbano es la segunda causa de enfermedades por motivos medioambientales, después de la polución atmosférica”*.

3.10. Normatividad ambiental en materia de ruido

En la tabla No. 1, se relaciona el régimen normativo Colombiano que contempla regulaciones en materia de “emisión de ruido” y “ruido ambiental” desde el Código de los Recursos Naturales (1974), hasta la más reciente norma municipal expedida.

Tabla 1. Régimen Normativo Colombiano sobre ruido.

Norma (Numero/Año)	Aspectos Regulatorios	Capítulos / Artículos Principales	Ámbito de Aplicación
Decreto 2811 de 1974	“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”.	Artículo 33	Nacional
Ley 9 de 1979	“Por la cual se dictan Medidas Sanitarias”.	Artículos 48,106, 175, 202,	Nacional
Resolución 08321/1983	“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	Todo el documento	Nacional

Norma (Número/Año)	Aspectos Regulatorios	Capítulos / Artículos Principales	Ámbito de Aplicación
	producción y emisión de ruidos”.		
Constitución Política de Colombia de 1991.	Derechos y principios fundamentales.	Artículo 80	Nacional
Ley 99 de 1993	“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones en materia ambiental”.	Artículo 5, numeral 11	Nacional
Decreto 948 de 1995	“Por el cual se establece el reglamento de protección y control de la calidad del aire”.	Capítulos I “Contenido, objeto y definiciones”, II “Disposiciones generales sobre normas de calidad del aire, niveles de contaminación, emisiones contaminantes y de ruido” y V “De la generación y emisión de ruido”.	Nacional
Ley 232 de 1995	“Por medio de la cual se dictan normas para el funcionamiento de los establecimientos comerciales”.	Artículo 2	Nacional
Ley 675 de 2001	“Por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal”.	Artículo 74	Nacional
Ordenanza 343 de 2012	Por la cual se expide el reglamento de policía y convivencia ciudadana en el departamento del Valle del Cauca”.	Artículo 110	Regional
Resolución 0627 de 2006.	“Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”.	Todo el documento	Nacional
Decreto No. 411.0.20.0533 de 2014.	Por medio del cual se conforma el Comité Municipal para la Prevención Manejo y Control de emisión de ruido en Santiago de Cali.	Todo el documento	Municipal

Fuente: Los Autores (2015).

3.11. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental

La resolución 0627 de 2006 en el artículo 17 - tabla No. 2 (Anexo 1), establece los niveles de ruido ambiental, que deben considerarse para cada uno de los sectores, de acuerdo a su clasificación según el Área de Actividad correspondiente (Residencial Neto o Predominante, Mixto, Industrial o Equipamientos), a partir de

lo cual se debe determinar el sector y subsector, sobre el cual se hará la evaluación de los niveles de ruido ambiental.

3.12. Mapas de Ruido

Es la representación de los datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido. Es un documento básico que permite conocer la realidad de ruido ambiental de una población y evidenciar si se superan los valores límites de acuerdo a los estándares establecidos por norma, asimismo identificar zonas críticas, número de personas afectadas en una zona y posibles fuentes generadoras de emisión de ruido entre otros aspectos que son un insumo fundamental para los procesos de Planificación Urbana y en la definición e implementación de los planes de acción para la reducción de los niveles de ruido en el corto, mediano y largo plazo.

Las mediciones para la elaboración de los mapas de ruido deben realizarse siguiendo el procedimiento estipulado en los Capítulos II y III del Anexo 3, de la resolución 0627 de 2006. Conforme a lo dispuesto en el artículo 2 “*Obligatoriedad de la realización de mapas de ruido*”, de la resolución citada, en municipios cuya población sea mayor de cien mil (100.000) habitantes, las Autoridades Ambientales competentes deberán elaborar, revisar y actualizar periódicamente cada cuatro (4) años los mapas de ruido.

3.13. Red de Monitoreo

Es el conjunto de estaciones de muestreo, generalmente fijas y continuas, que se establecen para medir los parámetros ambientales necesarios para cumplir con los objetivos fijados y que cubren toda la extensión de un área determinada. Compara regularmente, concentraciones locales de parámetros ambientales con estándares

de calidad del aire y las redes establecidas para vigilancia de alertas ambientales permiten implementar acciones en situaciones de emergencia (Martínez, 1997).

3.14. Red de Monitoreo de Ruido

Es un sistema que permite la medición permanente de ruido ambiental a través de estaciones equipadas con medidores sonoros calibrados, que transmiten permanentemente y en tiempo real los niveles de ruido a una central de control, donde a través de un software se administra la captura, conversión y lectura de cada uno de los registros, para que posteriormente los datos sean procesados y empleados para diversos análisis.

Entre los elementos tecnológicos que conforman una red de ruido están los equipos que permiten la medición de variables meteorológicas (estaciones meteorológicas), tales como temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, lluvia, radiación solar.

La Red de Monitoreo de ruido, es una herramienta importante en los procesos de monitoreo y seguimiento. Su implementación permite:

- Obtener diagnóstico permanente de las condiciones acústicas de zonas específicas.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares de ruido establecidos por la norma y priorizar zonas para la implementación de medidas de descontaminación - Declarar Áreas de Protección Acústica.
- Generar información que contribuya a identificar fuentes generadoras de ruido.
- Realizar seguimiento y verificar la efectividad de los procesos de vigilancia y control adelantados por las Autoridades Ambientales y demás dependencias competentes.

- Evaluar la pertinencia de los planes de acción implementados para la prevención y mitigación de la contaminación acústica.
- Proporcionar información necesaria para la planificación urbana.

Aunque las mediciones permanentes a partir de estaciones cumple un papel importante dentro de la gestión del ruido al aportar elementos de carácter técnico para la toma de decisiones y desarrollo de políticas y estrategias, se debe tener presente que el monitoreo tiene limitaciones y en muchos de los casos, las mediciones no son suficientes o pueden resultar poco prácticas para definir el comportamiento acústico de un territorio. De acuerdo con Londoño (2009) “Ningún programa de monitoreo, aunque esté bien fundamentado y diseñado, puede aspirar a cuantificar de manera integral los niveles de presión sonora en el espacio y en el tiempo”.

A pesar de ello, el contar con una red de vigilancia y mantener campañas de monitoreo periódico permitirá evaluar de mejor manera la situación actual y proponer medidas correctivas que busquen mejorar la calidad de vida de la ciudadanía en general (Universidad del Azuay, 2012). Toda red debe partir del análisis de las escalas de monitoreo y las áreas de influencia en donde se llevarán a cabo los estudios.

En la Tabla No. 2 se indican las diferentes escalas espaciales que han sido definidas por Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos, EPA por sus siglas en inglés (U.S. Environmental Protection Agency), para diferentes objetivos de monitoreo.

Tabla 2. Escalas de monitoreo

Escala	Áreas de influencia
Micro Escala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros
Escala Media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender dimensiones desde 100 metros, hasta 0.5 km.
Escala Local	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0.5 a 4 km

Escala	Áreas de influencia
Escala Urbana	Define todas las condiciones de una ciudad con dimensiones en un rango de 4 a 50 km
Escala Regional	Define generalmente un área rural de geografía razonablemente homogénea y se extiende desde decenas hasta cientos de kilómetros.
Escala Nacional y Global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación y del mundo como un todo

Fuente: Universidad del Azuay (2012).

Si bien las escalas presentadas en el cuadro han sido utilizadas para el diseño de redes de monitoreo atmosférico de contaminantes primarios y secundarios, su utilización también puede ser direccionada para especificar la escala de medición en las redes de monitoreo de ruido.

Según planteamientos de la Universidad del Azuay (2012), se considera que un evento de contaminación acústica tiende a ser localizado y que su área de influencia no sería mayor de 100 metros, por lo que de acuerdo con lo indicado en la tabla 2, los sitios de monitoreo del ruido suelen denominarse como de micro escala.

3.15. Experiencia de Redes de Monitoreo en otros países

3.15.1. Sistema de monitoreo de aire y ruido en la Ciudad de Buenos Aires

La ciudad de Buenos Aires cuenta con una red de monitoreo, que permite controlar la calidad ambiental del entorno urbano, mediante mediciones continuas de los niveles calidad del aire y ruido ambiental. Esta red cuenta con estaciones denominadas Torres de Monitoreo Inteligente (TMI), equipadas con equipos ETL 3000 de UNITEC y sonómetros Clase I, que además incluyen elementos que evalúan la meteorología (Figura 4 y 5).

Las estaciones almacenan la información del valor del Nivel Sonoro Continuo Equivalente (LAeq), el que muestran por cada hora, conectándose vía telefónica a una central. Los valores medidos son registrados en horario diurno (entre las 07:01 y las 22:00hs) y nocturno (entre las 22:01 y las 07:00hs).



Figura 4. Torres de Monitoreo Inteligentes (TMI) – Buenos Aires (APrA, 2011).



Figura 5. Estación de la TMI. Buenos Aires (APrA, 2011).

3.15.2. Red Piloto de Monitoreo de Ruido de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

La Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, instalo en el año 2011, la Red Piloto de Monitoreo de Ruido de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la cual está conformada por 10 estaciones, dotadas con

sensores de ruido (micrófonos), ubicadas en puntos estratégicos de la Ciudad de México, que hacen parte de la Red de Monitoreo Atmosférico, con el fin de aprovechar la infraestructura existente. Para su implementación desarrollaron una metodología sustentada en métodos científicos, a partir de un modelo de simulación acústica por computadora, el cual incluyó la descripción de las fuentes de información necesarias para alimentar al modelo.

Las estaciones (Figura 6), están conectadas vía internet con un servidor central configurado con software que permite administrar la captura, la conversión y la lectura de los resultados que se obtiene a través de cada uno de los analizadores.



Figura 6. Estación de monitoreo de ruido en ZMVM
(Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, 2011)

3.15.3. Redes de control de la contaminación acústica en el ayuntamiento de Madrid.

El Ayuntamiento de Madrid cuenta con dos (2) redes de control de la contaminación Acústica, una fija y otra móvil. La red fija que empezó a operar desde el año 1994, actualmente está dotada con 30 estaciones remotas que capturan información de las condiciones acústicas de los entornos en los que se encuentran, para posteriormente transmitirla a una estación central donde se procesa la información obtenida.

Como se observa en la figura No. 7, las estaciones están conformadas por: un micrófono de intemperie, omnidireccional y antipájaros, con una pantalla contra el viento, recoge los datos, un analizador estadístico de ruido que hacen hacer registros de audio y análisis en frecuencia (1/1 y 1/3 octavas) y módem para transmisión de la información.

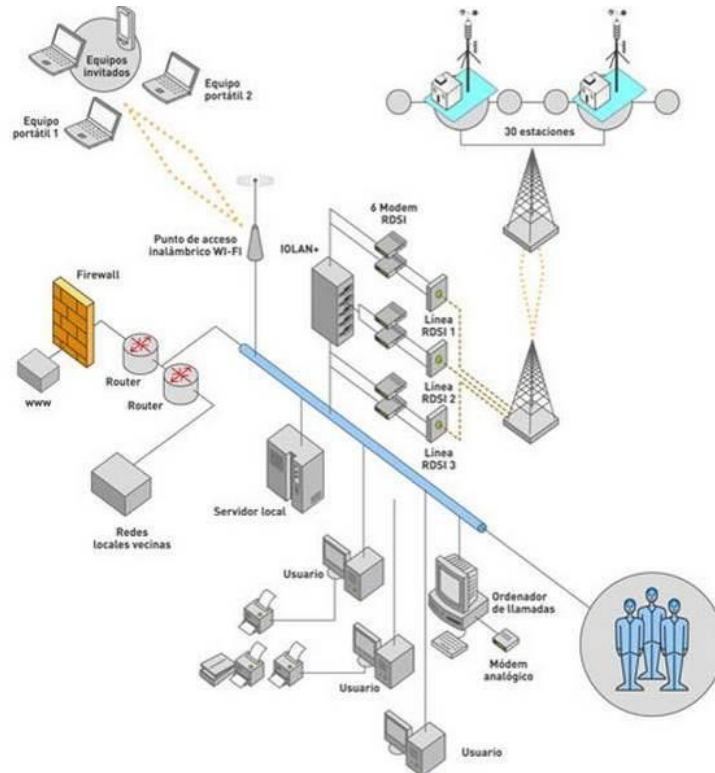


Figura 7. Red de ruido fija Madrid (Ayuntamiento de Madrid, Pagina Web).

La red móvil, está conformada por 17 unidades móviles (figura 8), las cuales son empleadas para realizar los estudios e informes sobre ruido ambiental de diferentes zonas de la ciudad, a petición de los vecinos o por iniciativa del Área de Gobierno de Medio Ambiente. Es una herramienta que ha permitido elaborar la Cartografía del Ruido de Ocio Nocturno en zonas de interés.



Figura 8. Red de ruido Móvil Madrid (Ayuntamiento de Madrid, página Web).

3.16. Experiencia de Redes de Monitoreo en Colombia

3.16.1. Red de Monitoreo de Ruido Ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Departamento de Antioquia.

La red de monitoreo de calidad del aire, meteorología y ruido del Área Metropolitana del Valle de Aburra, inicio su operación en el año 2009, con dos estaciones y en el año 2011 para su funcionamiento se vincularon seis (6) estaciones más. Actualmente la red está compuesta por ocho estaciones de monitoreo, 7 estaciones fijas y una Móvil, ubicadas en los municipios de Girardota, Bello, Medellín, Itagüí y Sabaneta. La medición de los niveles de presión sonora se realiza con dos sonómetros integradores tipo 2 marca Pulsar modelo 33 y seis sonómetros integradores tipo 1 marca Casella modelo CEL-490. Cada estación registra minuto a minuto las 24 horas del día.

En la figura 9 se indica una de las estaciones ubicada en la Calle 33ª N°72-107, del barrio Medellín.



Figura 9. Estación Pracodidacol Avenida 33 MED-PRAV. Medellín (Universidad Nacional, 2011).

3.16.2. Sistema Automático de Monitoreo de Ruido para las operaciones aéreas del Aeropuerto Internacional El Dorado – Bogotá.

La Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá cuenta con un sistema de monitoreo de ruido para las operaciones aéreas del Aeropuerto Internacional El Dorado, dotada con cinco (5) estaciones que registran los niveles de ruido ambiental y operan con dispositivo de grabación que se activa para reconocer las fuentes emisoras, en los casos en que se superan los niveles de ruido permisibles. El sistema (Figura 10) además tiene para su funcionamiento un servidor central, al que también está conectado al radar de la Aeronáutica Civil, asimismo un terminal de usuario para su operación e impresora.

La red trabaja con el software MapAero, el cual permite correlacionar en tiempo real la información necesaria como datos de radar, operaciones aéreas, registros sonoros, datos meteorológicos, información actualizada y detallada de las aeronaves y aerolíneas. Durante 10 años, esta red trabajó bajo el sistema GEMS y

con tres estaciones (Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 2012). Esta importante red en todo momento permite evaluar y analizar los registros suministrados de los niveles de ruido generados por el tráfico aéreo. Las estaciones que hacen parte del Sistema Automático de Monitoreo de Ruido se encuentran localizadas de la siguiente manera:

- 1) Escuela Distrital de Capellanía (Calle 32 B No 88 C - 00).
- 2) Jardín Botánico.
- 3) CAI (Centro de Atención Inmediata) Villa Luz (Carrera 77 A No 62-65).
- 4) Conjunto residencial del sector de Engativá.
- 5) Sede de la Cruz Roja Internacional.

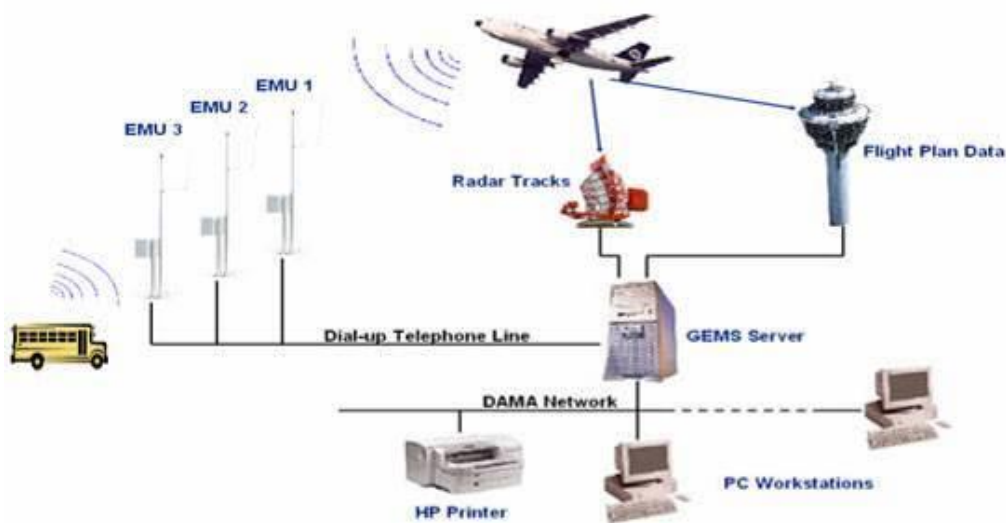


Figura 10. Sistema Automático de Monitoreo de Ruido. Bogotá
(Secretaría Distrital de Ambiente)

3.17. Plan de Descontaminación por ruido

Es un instrumento de gestión ambiental que pretende diagnosticar las condiciones de ruido ambiental de la ciudad y posibilita la adopción de planes de acción en materia de contaminación por ruido y en general de las medidas correctivas, preventivas y de seguimiento adecuadas, que deben ser implementadas por la

autoridad ambiental, una vez se realice el análisis de las condiciones acústicas a través de los mapas de ruido y estudios a partir de redes de monitoreo de ruido.

La Resolución 0627 de 2006 en el Capítulo IV, artículo 25, establece la necesidad de elaborar Planes de descontaminación por ruido. *“Las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, deben establecer y ejecutar planes de descontaminación por ruido. Estos planes deben ser desarrollados con base en los mapas de ruido elaborados para cada una de las áreas evaluadas de que trata el artículo 22”.*

4. METODOLOGÍA

4.1. Descripción del Área de Estudio

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en la zona urbana del municipio de Santiago de Cali, la capital del departamento del Valle del Cauca, cuya superficie total es de 560.3 km², de la cual 120.9 km² corresponde a suelo urbano. Por medio del Acuerdo 15 de agosto 11 de 1988, se estableció la sectorización del Municipio de Cali, organizándose el área urbana en 20 comunas, siendo hasta el año 2015 un total de 22 las que conforman la zona urbana. De acuerdo con la proyección de la población para el año 2015, la ciudad de Cali cuenta con un total de 2.333.213 habitantes en la zona urbana (Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2013).

Según cifras del Departamento Administrativo de Planeación Municipal (2013), el área promedio de las comunas que conforman la zona urbana de la ciudad de Cali es 550 hectáreas. Las comunas 2, 17, 19 y 22 tienen una extensión mayor al resto de las comunas. Las comunas 5, 6, 13, 14, 15 y 17, cuentan con un mayor número de población mientras que las comunas 3, 4, 9 y 22 poseen un menor número de habitantes (Tabla No. 3).

Tabla 3. Población y hectáreas por comuna

Comuna	Población Proyectada 2015	Hectáreas
1	88,432	384,2
2	114,651	1,131
3	46,4	370,5
4	53,369	452,5
5	112,089	419,2
6	189,837	501,2
7	71,334	498,8
8	102,388	526,7

Comuna	Población Proyectada 2015	Hectáreas
9	44,994	501,2
10	110,854	429,8
11	107,339	369,96
12	66,881	232,9
13	177,641	473,7
14	172,696	454,3
15	159,369	311,5
16	107,170	427,6
17	139,665	1,255,6
18	131,453	542,9
19	112,947	1,136,7
20	69,331	243,9
21	112,336	482,9
22	11,160	1.058,9

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAPM (2013).

Los aspectos a evaluar a través de la presente investigación se analizan para las 22 comunas, con el propósito de realizar un diagnóstico general que posteriormente permita determinar las zonas a priorizar de acuerdo a los niveles de ruido ambiental que se registran para cada una de las comunas y al número de quejas presentadas por la comunidad.

4.2. Evaluación de las comunas más afectadas por altos niveles de ruido - Revisión y análisis de Información secundaria.

En cumplimiento de lo dispuesto en el Capítulo IV, Artículo 22 de la Resolución 0627 de 2006, el departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente – DAGMA, en su calidad de Autoridad Ambiental del municipio de Cali, elaboro el Mapa de Ruido diurno 2010 – 2014, para las 22 comunas de Santiago de Cali. El trabajo de levantamiento se realizó bajo los parámetros establecidos en el anexo 3, Capítulo II, que establece el procedimiento de medición para ruido ambiental, esto con el propósito de determinar las condiciones de ruido ambiental en la

ciudad de Santiago de Cali y como insumo importante para la identificación de zonas con índices altos de sonoridad, los sectores especialmente sensibles al ruido y el grado de exposición de la población a la contaminación acústica.

Mediante mapas se representaron las curvas de isoruido, para cada una de las 22 comunas de la ciudad, priorizando en el año 2010, el levantamiento de información en las comunas 2, 17 y 19, al ser caracterizadas como zona críticas, por contar con numerosas fuentes emisoras de ruido, tales como; discotecas, bares, casa de eventos, restaurantes, academias, instituciones religiosas y culturales, entre otras, ubicadas en sectores residenciales y de uso mixto. De esta manera la Autoridad Ambiental da cumpliendo a lo establecido en la resolución referida, la cual dispone que los mapas de ruido deben elaborarse, revisarse y actualizarse para los municipios con poblaciones mayores de cien mil (100.000) habitantes.

A partir del mapa de ruido diurno de Cali, publicado en la página de la alcaldía de Santiago de Cali, se analizaron los niveles de ruido ambiental, para las 22 comunas, comparándolos con los estándares establecidos en la Resolución 0627 de 2006, Capítulo III, artículo 17 en la tabla No. 2 *“Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A)”*, para determinar en qué porcentaje se exceden los niveles de ruido ambiental para cada una de las comunas. La información sobre los niveles de ruido por comuna relacionados en el mapa se representó a través de figura de barras.

Las bases de datos con los registros de quejas por ruido presentadas por la comunidad caleña ante el DAGMA, durante los años 2013 y 2014, fueron tabuladas y analizadas para determinar las comunas con mayor número de denuncias por este tipo de impacto ambiental. Así mismo se evaluaron las principales fuentes reportadas como generadoras de ruido.

A través de matriz de priorización se presentan los resultados de la evaluación realizada para cada una de las comunas, considerando dos (2) criterios fundamentales (Tabla No. 4), para la definición de las comunas en las cuales se propone implementar la red de monitoreo de ruido ambiental.

Tabla 4. Variables y criterios para la priorización

EJE DE ANALISIS	CATEGORIA
CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD	Niveles de Ruido ambiental por comunas: Es la principal categoría evaluada ya que se enfoca en la comparación de los niveles de ruido ambiental de cada una de las comunas, con los estándares que están establecidos por norma, para determinar el cumplimiento o no de la misma, de acuerdo a la clasificación de los sectores a evaluar.
AFECTACIÓN A LA POBLACION	Número de quejas presentadas por comunas: Esta categoría refiere el número total de quejas por ruido que fueron presentadas para las 22 comunas durante los años 2013 y 2014.

Fuente: Los Autores (2015).

Para la matriz de priorización se utilizó una escala de 3 indicadores (Tabla No. 5) y para la definición del nivel de relevancia una valoración cualitativa basada en el uso de los colores de activación de un semáforo como “clasificación de relevancia” (Vásquez, Ortiz, Aranzazú, 2010).

Tabla 5. Indicadores y clasificación de Relevancia

INDICADORES	RANGOS POR INDICADOR	CLASIFICACION DE RELEVANCIA
Prioridad Alta	NRA ¹ (dB) > 70 dB y > 200 quejas ²	
Prioridad Media	NRA (dB) > 65 dB hasta 70 dB y > 100 quejas y NRA (dB) > 70 dB y entre 1 y 200 quejas	
Prioridad Baja	NRA (dB) > 65 dB y hasta 70 dB y entre 1 y 100 quejas.	

Fuente: Los Autores (2015).

¹ Niveles de Ruido Ambiental registrados por comunas, según el mapa de ruido elaborado por el Departamento Administrativo de gestión de Medio Ambiente – DAGMA en los años 2010 y 2011.

² Sumatoria total de las quejas registradas para los años 2013 y 2014.

4.3. Evaluación de la percepción de la comunidad

4.3.1. Determinación de tamaño de la muestra

Mediante la aplicación de una encuesta se indagó sobre la percepción de los líderes comunitarios (Integrantes de las Juntas de Acción Comunal y Comités Ambientales) y representantes legales de establecimientos de comercio e instituciones religiosas de 17 de las 22 comunas de la ciudad de Cali, frente a la problemática de contaminación acústica.

La encuesta considero cinco (5) preguntas (Anexo 2), principalmente para conocer por parte de los actores citados sobre concepciones generales acerca del ruido, principales fuentes generadoras de ruido, competencias en materia de regulación de las fuentes emisoras y alternativas para reducir la contaminación acústica en la ciudad, así mismo se evaluó su conocimiento respecto a las redes de ruido.

La encuesta se realizó durante 6 jornadas (días 7, 8, 9, 10,11 y 15 de abril de 2015), de capacitación que fueron realizadas por el DAGMA sobre “*El impacto de la contaminación acústica en Santiago de Cali*”, a través de la cual socializaron ante estos importantes actores sociales, la normatividad ambiental en materia de ruido y las competencias en regulación de las fuentes generadoras. Previo al inicio de las capacitaciones por parte de profesionales del DAGMA, se hizo entrega de la encuesta a los participantes y se explicó sobre la forma adecuada para el diligenciamiento de la misma.

Considerando que el DAGMA durante los meses de Abril y Junio realizaría un promedio de 18 jornadas de capacitación de las cuales participarían aproximadamente 30 personas por cada jornada y que la población convocada tenía unas características particulares (diferentes roles en la comunidad y pertenecían a diferentes comunas), el cálculo del tamaño de la muestra de los

participantes a encuestar se determinó aplicando la fórmula que se indica como Ecuación 1.

$$n = \frac{Z^2 p q N}{N E^2 + Z^2 p q} \quad \text{Ecuación No. 1}$$

Donde:

n= Tamaño de la Muestra

$z^2 = 2/\alpha = 1,96$ (95% de nivel de confianza)

p= 80% proporción de ocurrencia del evento de estudio

q= 20% complemento de p (1-p)

$E^2 = \pm 5$ error absoluto

Al reemplazar los valores en la Ecuación 1, se obtuvo el tamaño de la muestra, de la siguiente manera:

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0,8 \times (1-0,8) \times 550}{550 \times (0,05)^2 + (1,96)^2 \times 0,8 \times (1-0,8)}$$

$$n = \frac{3,8416 \times 0,16 \times 550}{550 \times 0,0025 + 3,8416 \times 0,16}$$

$$n = \frac{338,06}{1,375 + 0,614656}$$

$$n = 169,908$$

n= 170 Muestra.

Se eligió el Muestreo Aleatorio Estratificado con Asignación Proporcional, teniendo en cuenta que la población puede dividirse en estratos en este caso en grupos de acuerdo a las comunas que fueron representadas por los participantes. Para cada estrato (comuna) se fijó un tamaño de muestra proporcional al tamaño del estrato, esta proporcionalidad de las muestras de los estratos refleja algo real como si se estuviera analizando toda la población.

Este método se aplicó para evitar que por azar algún grupo de comunas este menos representado que los otros. El método asegura que en la muestra hay representantes de todos los estratos (incluso de los que representan pequeños grupos en la población) (George, 1986).

Una vez se determinó el tamaño de la muestra, se empleó la Ecuación 2, con el propósito de repartirla proporcionalmente al tamaño de los estratos definidos (Pinzón H, 2000).

$$\frac{n}{N} = \frac{n1}{N1} = \frac{n2}{N2} = \frac{n3}{N3} = \dots$$

Ecuación No. 2

$$\frac{n}{N} = \frac{n1}{N1} \rightarrow n1 = \frac{N1 \cdot n}{N}$$

En la tabla No. 6 se indican los estratos definidos, con las comunas que le corresponden, así como la población total por Estrato y la muestra seleccionada.

Tabla 6. Datos obtenidos del Muestreo Aleatorio Estratificado

Comuna	Estrato	Población	Categoría de la Muestra	Cantidad de la Muestra
1	E1	16	n1	5
4	E2	13	n2	4
5	E3	61	n3	19
6	E4	32	n4	10

Comuna	Estrato	Población	Categoría de la Muestra	Cantidad de la Muestra
7	E5	13	n5	4
10	E6	52	n6	16
11	E7	23	n7	7
13	E8	32	n8	10
14	E9	29	n9	9
15	E10	7	n10	2
16	E11	49	n11	15
17	E12	74	n12	23
18	E13	16	n13	5
19	E14	71	n14	22
20	E15	26	n15	8
21	E16	23	n16	7
Rural	E17	13	n17	4
Total		550		170

Fuente: Los Autores (2015).

4.4. Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos de las encuestas aplicadas fueron procesados mediante la técnica de estadística descriptiva, que permitió ordenar, analizar y representar gráficamente la información a través de tablas de frecuencia e histogramas, que fueron elaborados en el software Microsoft Excel 2010.

4.5. Caracterización y definición de aspectos técnicos para la implementación de la red de Monitoreo de Ruido.

Una vez identificadas y definidas las comunas con mayor problemática por ruido, durante quince (15) días, se realizó recorrido en los sectores de esas comunas, donde se evidencio la existencia de vías arterias principales o secundarias, que aportan de manera significativa al ruido ambiental a causa de las emisiones de ruido generadas por el tráfico vehicular. Asimismo en aquellos sectores donde la dinámica de empresas del sector industrial, comercial y de servicios es mayor.

Para la selección de las zonas a visitar en recorridos de campo, se consultó previamente la Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali – IDESC, para conocer sobre la ubicación de las zonas Mixtas e Industriales (Áreas de Actividad), teniendo en cuenta que en este tipo de áreas se presenta mayor conflicto por el uso del suelo.

El principal propósito de los recorridos de campo, fue:

- Verificar las dinámicas de las zonas de acuerdo con las áreas de actividad que están definidas, según el Acuerdo 0373 de 2014 (Art 287 al 292).
- Identificar en el territorio las principales fuentes de emisión de ruido.
- Determinar los puntos en los cuales se instalaran las estaciones de monitoreo, considerando criterios como zonas libres de obstáculos (edificios, arboles, entre otros). Asimismo teniendo en cuenta las condiciones de exposición de los equipos para garantizar su seguridad y la facilidad de acceso a la zona.
- Evaluar las estructuras existentes en los puntos seleccionados para determinar la mejor alternativa de instalación de las estaciones, propendiendo por el aprovechamiento de elementos existentes.

Los puntos seleccionados fueron registrados a través de fotografías y gerorreferenciados para posteriormente presentar su ubicación a través de mapas. Como soporte y apoyo técnico en la selección de puntos, además del diagnóstico de las 22 comunas y el recorrido de campo, se consultó información secundaria, como informes de sistemas de monitoreo de ruido ambiental que operan en otras ciudades de Colombia y otros países, criterios fundamentales que fueron ajustados a la realidad de la dinámica social y al Ordenamiento Territorial de la ciudad de Cali.

5. RESULTADOS

5.1. Evaluación de las comunas más afectadas por altos niveles de ruido - Revisión y análisis de Información secundaria.

5.1.1. Revisión y Análisis del mapa de ruido

De acuerdo con los valores registrados en el mapa de ruido diurno (Anexo 3), en 12 de las 22 comunas que conforman la ciudad de Santiago de Cali, se registraron niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A, por encima de los 70 dB (Figura 11). En su mayoría los sectores que conforman estas comunas se catalogan como Residenciales Netos (RN) Residenciales Predominantes (RP) y Mixtos (M), según las Áreas de Actividad definidas en el Acuerdo 0373 de 2014, para los cuales la Resolución 0627 de 2006, Capítulo III, artículo 17 en su tabla No. 2 “Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A)”, establece niveles de ruido ambiental de 65 dB(A) para el horario diurno y 50 dB(A) para el horario nocturno (después de las 9:00 pm).

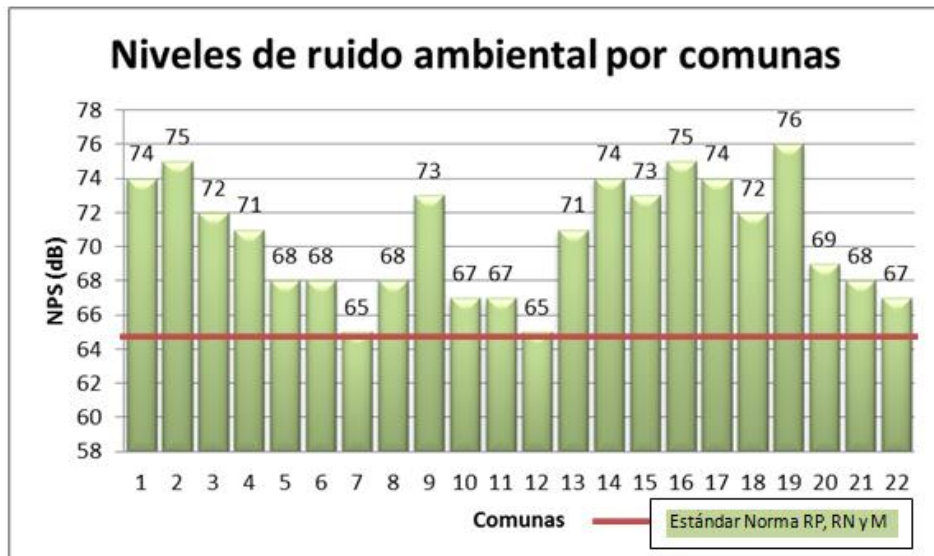


Figura 11. Niveles de ruido ambiental por comuna.

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAGMA (2011).

La Resolución 0627 de 2006, no considera entre los subsectores definidos las áreas Mixtas, las cuales corresponden según la definición del Acuerdo 0373 de 2014, Artículo 291 a *“aquellas zonas que cuentan con presencia de usos mixtos entre residenciales, comerciales y de servicios especializados de mediana y gran escala, así como industria y equipamientos de bajo impacto, que generan empleo y propenden por la concentración, especialización y consolidación de actividades múltiples. Estas áreas se conforman a través de centralidades y corredores de actividad”*.

Por lo anterior, para la evaluación de los estándares de las zonas que tienen esta clasificación se hace necesario aplicar lo dispuesto en la Resolución 0627 de 2006, Capítulo II, Artículo 9, Parágrafo Primero que reza: *“Cuando la emisión de ruido en un sector o subsector, trascienda a sectores o subsectores vecinos o inmersos en él, los estándares máximos permisibles de emisión de ruido son aquellos que corresponden al sector o subsector más restrictivo”*. Para la presente investigación se evaluaron las zonas Mixtas sobre los estándares máximos permisibles de emisión de ruido definido para el Sector B. “Tranquilidad y Ruido Moderado”, subsector *“Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes (Anexo 3)*.

Al analizar los valores promedios de ruido ambiental para el horario diurno se evidencia que sólo 2 de las 22 comunas cumplen con el estándar dispuesto por la norma para esta jornada que va de las 7:01 a las 21:00 horas (Resolución 0627 de 2006 - Capítulo I, artículo 2). Lo anterior refleja un problema de contaminación acústica que es generalizado en la mayoría de las comunas, en algunas siendo más altos los niveles de ruido, incluso en más de 10 dB de diferencia con respecto al estándar de la norma, como es el caso de la comuna 19. Las comunas 1, 2, 9, 14, 16, 17 y 19, presentan los mayores niveles de ruido ambiental para el horario diurno, con un diferencia significativa respecto al rango establecido para estos sectores catalogados en su mayoría como Residenciales y Mixtos (Tabla No. 7).

Tabla 7. Áreas de Actividad Vs cumplimiento de norma

COMUNAS	AREAS DE ACTIVIDAD SEGÚN POT (Acuerdo 0373 de 2014)	NPS (dB)	ESTANDARES DE RUIDO AMBIENTAL / DIURNO (Res 0627 de 2006)			CUMPLIMIENTO DE NORMA (Res 0627 de 2006)		
			Residencial Neta (RN) /Residencial Predominante(RP)	Mixta (M)	Industrial (I)	Residencial Neta (RN) /Residencial Predominante(RP)	Mixta (M)	Industrial (I)
1	RP, RN,M	74	65 dB	65 dB*	75 dB	NO	NO	
2	RP, RN, M	75				NO	NO	
3	RN, M	72				NO	NO	
4	RP, M,I	71				NO	NO	SI
5	RP, M, I	68				NO	NO	SI
6	RP,M	68				NO	NO	
7	RP,M	65				SI	SI	
8	RP, M, I	68				NO	NO	SI
9	RP, M	73				NO	NO	
10	RP, RN, M	67				NO	NO	
11	RP, M	67				NO	NO	
12	RP,M	65				SI	SI	
13	RP,M	71				NO	NO	
14	RP	74				NO		
15	RP	73				NO		
16	RN, RP,M	75				NO	NO	
17	RN, M	74				NO	NO	
18	RP,M	72				NO	NO	
19	RN,RP,M	76				NO	NO	
20	RP, M	69				NO	NO	
21	RP	68				NO		
22	RN, M	67				NO	NO	

* Se toma el estándar máximo permisible de emisión de ruido definido para el sector Residencial, teniendo en cuenta que en la tabla No. 2, del artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006, no se considera en los subsectores el área Mixta.

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAGMA (2011) y Planeación Municipal (2014).

5.1.2. Análisis de reportes de Quejas Peticiones y Reclamos – PQR por contaminación acústica.

El DAGMA, diariamente recibe solicitudes mediante las cuales la comunidad caleña denuncia diferentes impactos (ruido, olores ofensivos, emisión de gases y partículas), que son generados por distintas fuentes (Figura 12).

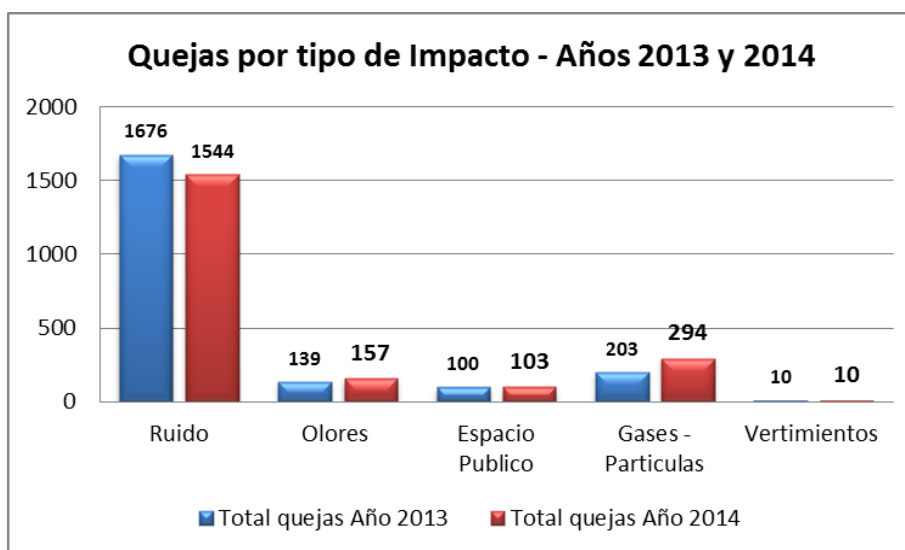


Figura 12. Quejas por tipo de Impacto – Años 2013 y 2014.

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAGMA (2013-2014)

De acuerdo con la clasificación por tipo de impacto denunciado y con los registros históricos de las bases de datos que fueron suministradas para los años 2013 y 2014, gran parte de la comunidad caleña percibe como la mayor afectación ambiental de la ciudad, la contaminación por ruido. El 90% de los PQR presentados durante los años citados, corresponden a requerimientos por ruido. En promedio 130 quejas por ruido al mes son recibidas y atendidas por la Autoridad Ambiental del municipio (Figura 13).

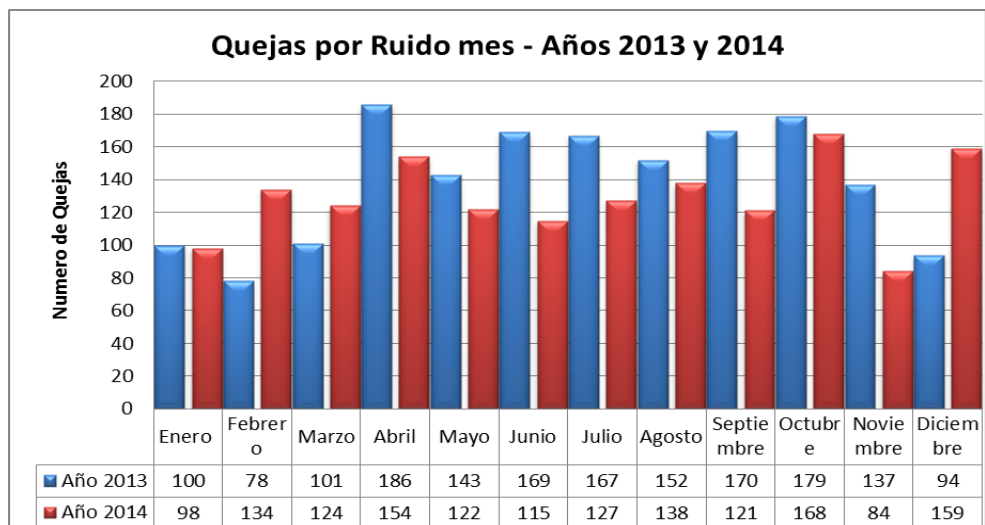


Figura 13. Quejas por Ruido mes – Años 2013 y 2014.

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAGMA (2013-2014).

Las comunas con mayor número de solicitudes por ruido presentadas para los años 2013 y 2014, corresponden a la 2, 3 17 y 19 (Figura 14). Como principales fuentes generadoras de ruido se destacan establecimientos con actividad de expendio y consumo de licor (discotecas, bares, estancos, restaurantes), seguido de talleres, cerrajerías, ebanisterías, carpinterías y fiestas realizadas en viviendas (Tabla No. 8).

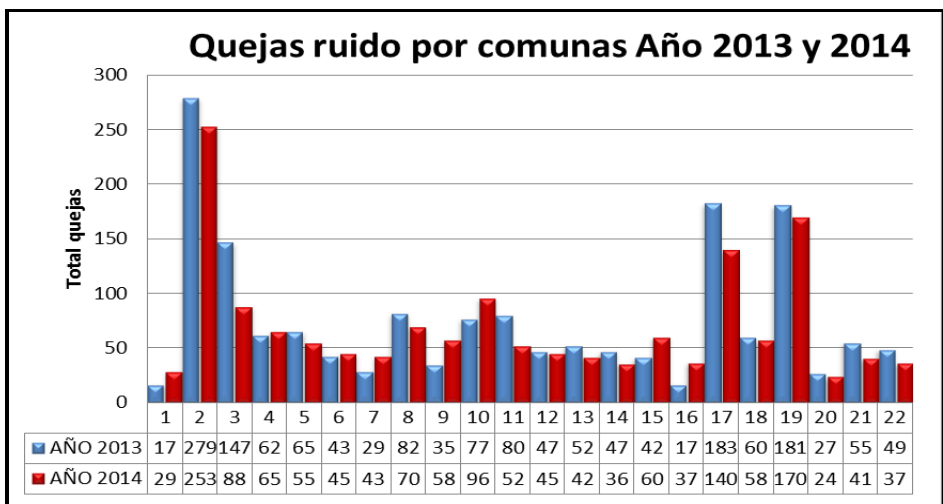


Figura 14. Quejas ruido por comunas – Años 2013 y 2014.

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAGMA (2013-2014).

Tabla 8. Principales fuentes generadoras de ruido denunciadas

DESCRIPCION DE LA FUENTE	AÑO 2013	AÑO 2014
Discotecas, bares, estancos, casas de eventos	556	420
Viviendas, Conjuntos Residenciales	174	168
Talleres, Cerrajerías, Ebanisterías, Carpinterías	125	204
Supermercados, Almacenes	123	176
Restaurantes, negocios de Comidas rápidas	61	84
Empresas, Fabricas	82	103
Instituciones religiosas	77	68
Obras de construcción	93	61

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAGMA (2013-2014).

Un importante número de establecimientos con actividad de expendio y consumo de licor se encuentran ubicados en barrios como Juanambu, Granada, El Peñón, San Antonio, San Fernando y El Limonar, los cuales hacen parte de las comunas mencionadas.

Es importante considerar que los altos niveles de ruido que se generan durante la prestación del servicio no están asociados exclusivamente al uso de los equipos de sonido o instrumentos musicales, también el incremento del flujo vehicular, la falta de parqueaderos para el estacionamiento, los usuarios del servicio y vendedores ambulantes, entre otros factores asociados a la dinámica nocturna, contribuyen de manera significativa al incremento de los niveles de ruido ambiental de las comunas mencionadas. Una de las principales características de este tipo de establecimientos es que en su mayoría no cuentan con sistemas de cerramiento, aislamiento acústico, que permitan evitar que el ruido trascienda al entorno exterior, ya que prestan sus servicios en espacios abiertos (zonas de antejardín, andén o terraza).

Se evidencia que algunas de las comunas con mayor número de denuncias, coinciden con aquellas en que los niveles de ruido ambiental para el horario diurno están por fuera de los rangos establecidos por norma, según los resultados de los mapas de ruido, las cuales corresponden a las comunas **2, 3 17 y 19** (Figura15).

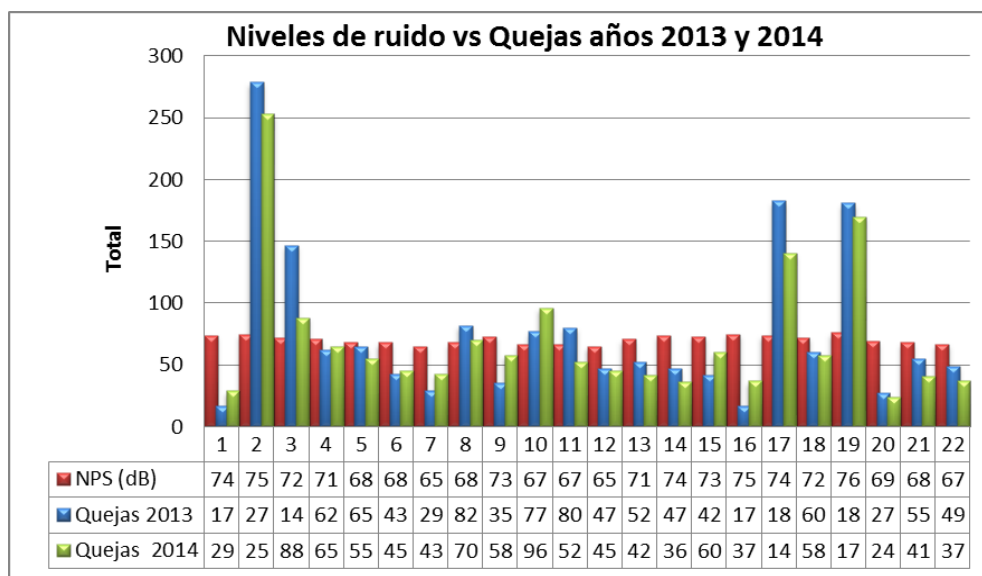


Figura 15. Comparativo Niveles de ruido ambiental Vs Quejas ruido por comunas
Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAGMA (2013-2014).

En la Tabla 9 se presentan los resultados obtenidos de la matriz de priorización.

Tabla 9. Matriz de Priorización.

COMUNAS	NPS (dB)	CUMPLIMIENTO DE NORMA (Res 0627 de 2006)			QUEJAS POR RUIDO		TOTAL QUEJAS	CLASIFICACION DE RELEVANCIA
		Residencial Neta (RN) /Residencial Predominante(RP)	Mixta (M)	Industrial (I)	AÑO 2013	AÑO 2014		
1	74	NO	NO		17	29	46	
2	75	NO	NO		279	253	532	
3	72	NO	NO		147	88	235	
4	71	NO	NO	SI	62	65	127	
5	68	NO	NO	SI	65	55	120	

COMUNAS	NPS (dB)	CUMPLIMIENTO DE NORMA (Res 0627 de 2006)			QUEJAS POR RUIDO		TOTAL QUEJAS	CLASIFICACION DE RELEVANCIA
		Residencial Neta (RN) /Residencial Predominante(RP)	Mixta (M)	Industrial (I)	AÑO 2013	AÑO 2014		
6	68	NO	NO		43	45	88	
7	65	SI	SI		29	43	72	
8	68	NO	NO	SI	82	70	152	
9	73	NO	NO		35	58	93	
10	67	NO	NO		77	96	173	
11	67	NO	NO		80	52	132	
12	65	SI	SI		47	45	92	
13	71	NO	NO		52	42	94	
14	74	NO			47	36	83	
15	73	NO			42	60	102	
16	75	NO	NO		17	37	54	
17	74	NO	NO		183	140	323	
18	72	NO	NO		60	58	118	
19	76	NO	NO		181	170	351	
20	69	NO	NO		27	24	51	
21	68	NO			55	41	96	
22	67	NO	NO		49	37	86	

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAGMA (2013-2014).

De acuerdo con la matriz de priorización un total de cuatro (4) comunas fueron catalogadas con “Prioridad Alta”, doce (12) comunas con “Prioridad media” y cuatro (4) comunas con “Prioridad Baja” (Tabla 10). Las comunas cuya casilla de “Clasificación de relevancia” aparece en blanco (2 comunas), corresponden a aquellas en las cuales se cumplen los Niveles de Ruido Ambiental (NRA), de acuerdo con los estándares dispuestos por norma.

Tabla 10. Resumen según criterio de priorización

CANTIDAD DE COMUNAS	COMUNAS	INDICADORES	CLASIFICACION DE RELEVANCIA
4	2,3,17,19.	Prioridad Alta	
12	1,4,5,8,9,10,11,13,14,15,16,18.	Prioridad Media	
4	6, 20, 21,22.	Prioridad Baja	
2	7,12	Cumplen NRA	

Fuente: Los Autores (2015).

De acuerdo con el análisis realizado se presentan a continuación las principales características de las comunas que hacen parte de las categorías o indicadores referidos:

Prioridad Alta: Las comunas 2, 3, 17, 19 que tienen esta clasificación, se caracterizan por tener un nivel de ruido ambiental promedio de 74 dB, superando en casi 10 dB el estándar que está establecido por norma (Resolución 0627 de 2006), de acuerdo a la clasificación del uso de suelo para cada una de las comunas, siendo el Área de Actividad predominante la “Residencial”.

Los altos niveles de ruido ambiental dan lugar al incremento en el número de denuncias por parte de la comunidad, quienes manifiestan la afectación a su tranquilidad y deterioro de la calidad de vida. En promedio 180 quejas al año son registradas para estas comunas. 360 PQR fueron presentados en total para los dos (2) años que fueron evaluados (2013 y 2014). La suma de las quejas por ruido correspondientes a la comuna 2, para los años citados supera las 500, siendo el mayor valor de las 22 comunas que fueron objeto de estudio.

Según la figura No. 12, para los años 2013 y 2014, el DAGMA recibió un total de 3220 Peticiones, Quejas y Reclamos (PQR) por ruido, de los cuales 1441, provienen de las comunas que hacen parte de esta categoría, es decir el 45% del

valor total. Estas comunas presentan una condición de prioridad para la intervención inmediata en lo referente a la implementación de un Plan de Descontaminación Acústica que considere como principal medida o acción en el corto plazo, la instalación de una Red Ruido para el monitoreo permanente.

Prioridad Media: Las comunas 1,4,5,8,9,10,11,13,14,15,16,18, que hacen parte de esta categoría se caracterizan por tener registros de niveles de ruido ambiental promedio de 71 dB, estando aún por encima de los rangos para el Sector B. “Tranquilidad y Ruido Moderado”, pero con un promedio de quejas por ruido anual de 54 y menos de 110 quejas para el periodo evaluado (suma de los años 2013 y 2014). De acuerdo con el análisis realizado para esta agrupación, aunque algunas comunas presentan niveles de ruido ambiental de 74 y 75 dB, no existe una correlación con respecto a las quejas presentadas, ya que para esta categoría disminuyen considerablemente los PQR, caso contrario a lo que ocurre para el primer indicador. Cabe resaltar que las comunas 4, 5 y 8 que hacen parte de este grupo cuentan con amplias zonas cuya Área de Actividad es “Industrial” para la cuales se evidencia cumplimiento de los rangos establecidos por norma.

Esta categoría representa un estado que debe ser evaluado con más detalle. Las acciones de prevención y mitigación deben considerarse para implementar en el corto plazo y mediano plazo.

Prioridad Baja: Las comunas 6, 20, 21, 22 que conforman esta categoría presentan un estado o condición aceptable respecto a la contaminación acústica, teniendo en cuenta que los niveles de ruido ambiental se exceden en menor valor (3 dB), respecto al rango normativo de 65 dB, correspondiente al más restrictivo de los subsectores que hacen parte de estas comunas. En promedio se reportan valores de 68 dB. Las quejas registradas no superan las 40 al año ni las 80 quejas por ruido para los años 2013 y 2014.

Esta clasificación se asigna para estas comunas teniendo en cuenta que según estudios e investigaciones en acústica, un cambio de 1 dB es apenas perceptible para alguien con una muy buena audición, una diferencia de 3 dB sería apenas perceptible para una persona con una audición promedio y un cambio de 5 dB sería claramente notorio (Associates in Acoustics, 2009).

Para la presente investigación la condición de prioridad definida como “alta”, determina las comunas (2, 3, 17,19), en las cuales se enfoca el estudio técnico para la instalación de las estaciones que conformarían la Red Piloto de Monitoreo de Ruido para la ciudad de Santiago de Cali. A través del análisis de percepción de la comunidad caleña que se presenta a continuación, se determina otro criterio importante a considerar para la selección de las zonas específicas en las cuales se propone la instalación de las estaciones.

5.2. Evaluación de la percepción de la comunidad

5.2.1. Caracterización de las encuestas realizadas.

El formato de encuesta diseñado, incluyo entre la información a suministrar, la comuna a la cual pertenecían los lideres ambientales o donde se encontraba ubicado el establecimiento de comercio o institución religiosa a la cual representaba el encuestado. En la Figura No. 16, se relacionan la cantidad de encuestas que se realizaron por comunas.

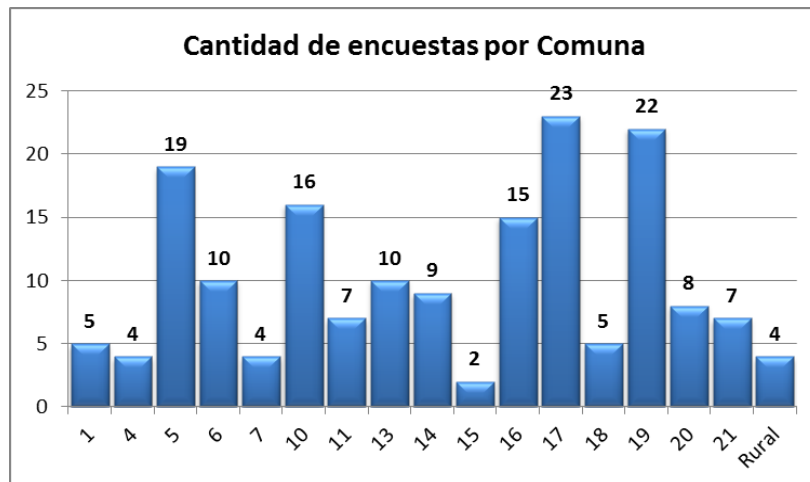


Figura 16. Encuestas realizadas por comunas. Los Autores (2015).

5.2.2. Percepción de la Población encuestada

Las respuestas suministradas por cada uno de los encuestados se representan a través de las siguientes tablas de frecuencias y figuras:

Pregunta No. 1. ¿Usted considera que el ruido es?

Tabla 11. Frecuencias pregunta No. 1.

No.	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
1	1.Onda sonora que se emite en una zona especifica	64	0,365714286	Se indica en la Figura 17.
2	2.Sonido inarticulado, por lo general desagradable	106	0,605714286	
3	3.Mezcla de sonidos agradables al oído	5	0,028571429	
	TOTAL	175	1	

Fuente: Los Autores (2015).

Pregunta No. 2. ¿Usted considera es la principal fuente generadora de ruido es?

Tabla 12. Tabla de Frecuencias pregunta No. 2.

OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
Vendedores Ambulantes	62	0,155388471	Se indica en la Figura 18.
Tráfico Vehicular	134	0,335839599	
Industrias	40	0,100250627	
Establecimientos de comercio (Discotecas, bares, iglesias Talleres)	95	0,238095238	
Actividades Domésticas (Fiestas en viviendas)	58	0,145363409	
Otros	10	0,025062657	
TOTAL	399	1	

Fuente: Los Autores (2015).

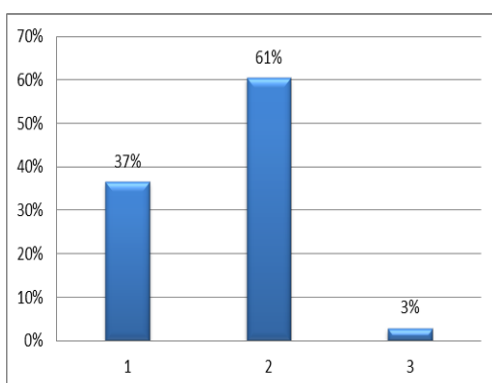


Figura 17. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 1.

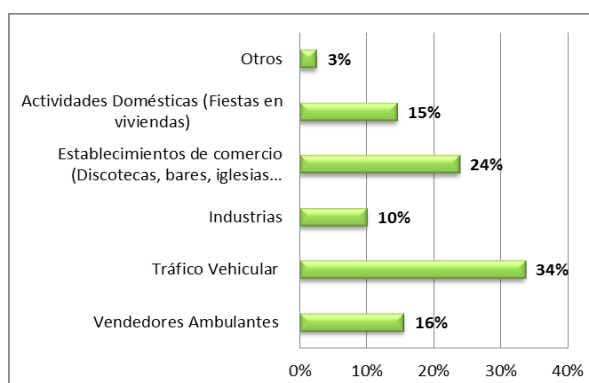


Figura 18. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 2.

De acuerdo con los resultados, el 61% del promedio de los encuestados considera que el ruido es un sonido inarticulado, por lo general desagradable, el 37% que el ruido es una onda sonora que se emite en una zona específica, y el 3% restante opina que es una mezcla de sonidos agradables al oído (figura 17). Lo anterior indica que más de la mitad de la población encuestada tiene un conocimiento acertado respecto a lo que es el ruido.

El 58% del promedio de los encuestados considera que la principal fuente generadora de ruido es el tráfico vehicular junto con los establecimientos de

comercio como discotecas, bares, iglesias, talleres; el 31% dice que son los vendedores ambulantes y las actividades domésticas como las fiestas en viviendas, el 10% opina que son las industrias, y el 3% restante considera que son otras las fuentes (figura 18).

Pregunta No. 3. Relacione la fuente generadora de ruido con la dependencia responsable de regular.

Tabla 13. Frecuencias Pregunta No. 3.

No.	OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTA CORRECTA	NO SABE/ NO RESPONDE	% RESPUESTA CORRECTA	% NO SABE/ NO RESPONDE
1	Control de fuentes móviles y Secretaría de Tránsito	84	86	49%	Se indica en la Figura 19.
2	Control de vendedores ambulantes y Secretaría de Gobierno	54	116	32%	
3	Valoración del ruido interior de Viviendas y Secretaría de Salud	126	44	74%	
4	Ruido Doméstico (Fiestas en viviendas) Inspección de Policía	108	62	64%	
5	Establecimientos de comercio y DAGMA	88	82	52%	

Fuente: Los Autores (2015).

Pregunta No. 4. ¿Usted considera que una red de ruido es?

Tabla 14. Frecuencias Pregunta No. 4

No.	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
1	Conjunto de estaciones que permiten la medición permanente de ruido ambiental	77	0,450292398	Se indica en la Figura 20.
2	Equipo que permite medir ruido de una fuente puntual	21	0,122807018	
3	Estaciones que permiten identificar las fuentes generadoras de ruido	73	0,426900585	
	TOTAL	171	1	

Fuente: Los Autores (2015).

Pregunta No. 5. ¿Usted considera que la mejor alternativa para reducir la contaminación acústica en la ciudad es?

Tabla 15. Frecuencias Pregunta No. 5

No.	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
1	Mayor control de las fuentes fijas (empresas, industrias) por parte de la AA	84	0,230769231	Se indica en la Figura 21.
2	Instalar una red de monitoreo de ruido	90	0,247252747	
3	Mayor restricción para emisión de ruido de Automotores	85	0,233516484	
4	Mejoramiento de las vías	43	0,118131868	
5	Otras	62	0,17032967	
	TOTAL	364	1	

Fuente: Los Autores (2015).

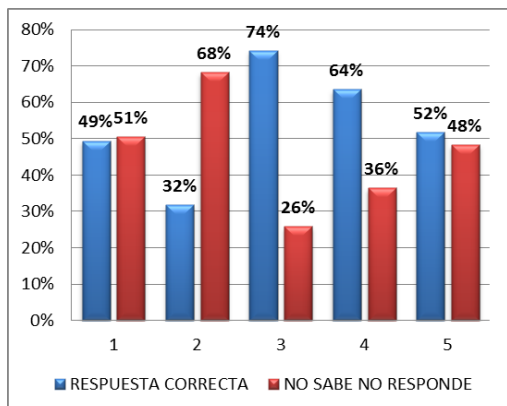


Figura 19. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 3.

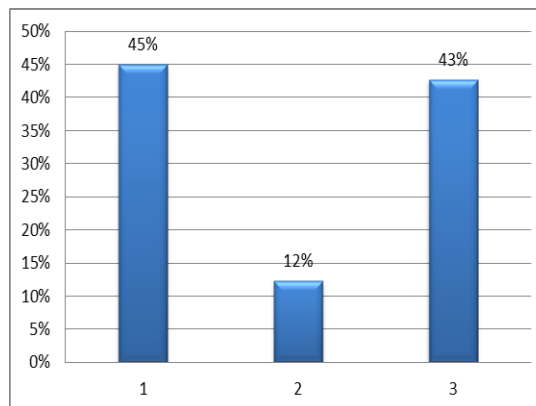


Figura 20. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 4.

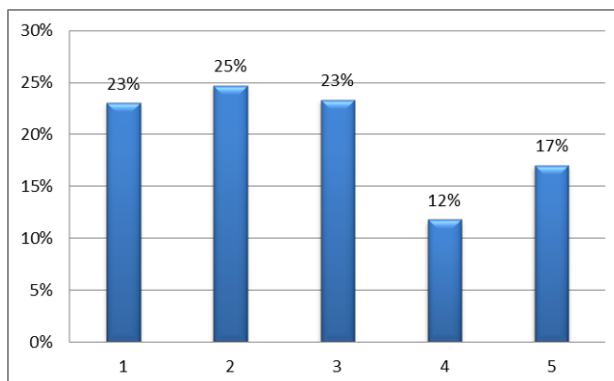


Figura 21. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 5.

El promedio de los encuestados opina con respecto a la relación de la fuente generadora de ruido con la dependencia responsable de regularla, lo siguiente: En el caso de las fuentes móviles y la dependencia competente (Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal) el 49% dio una respuesta correcta y el 51% no sabe o no la responde (Figura 19).

En relación al control de vendedores ambulantes el 32% dio una respuesta correcta, al indicar que es la Secretaría de Gobierno la dependencia con facultades para su regulación. El 68% no sabe o no responde. Con respecto a la valoración del ruido al interior de las viviendas, el 74% de los encuestados dio una respuesta correcta señalando que es Salud Pública Municipal la Secretaria competente, el restante 26% no sabe o no responde.

En lo referente al ruido doméstico (fiestas en viviendas) vs la Inspección de Policía como entidad responsable, el 64% dio una respuesta correcta y el 36% no sabe o no responde. Para los establecimientos de comercio e industria y su relación con el control y seguimiento por parte del DAGMA, el 52% dio una respuesta correcta y el 48% no sabe o no responde.

Las respuestas suministradas a la pregunta número 3, dejan en evidencia el desconocimiento de la población encuestada acerca de los procesos de control que adelantan cada una de las dependencias de la administración municipal con competencia en la regulación de las fuentes fijas y móviles generadoras de ruido en la ciudad.

El 45% del promedio de los encuestados tiene una concepción acertada al indicar que una red de monitoreo de ruido es el conjunto de estaciones que permiten la medición permanente de ruido ambiental, el 12% opino que es equipo que permite medir ruido de una fuente puntual y el 43% restante dice que son estaciones que permiten identificar las fuentes generadoras de ruido. (Figura 20).

El 25% del promedio de los encuestados opina que la mejor alternativa para reducir la contaminación acústica es la instalación de una red de monitoreo de ruido, el 23% considera que sería un mayor control en las fuentes fijas por parte de la Autoridad Ambiental, el 23% mayor restricción para emisión de ruido de automotores, 12% el mejoramiento de las vías y el 17% restante plantea otra alternativa para reducir la contaminación acústica (Figura 21).

De las 170 encuestas realizadas se analizaron detalladamente aquellas que corresponden a las comunas que fueron priorizadas para la instalación de la Red de Monitoreo de Ruido. Para dos (2) de las cuatro (4) comunas que fueron priorizadas se presentan los resultados obtenidos (comunas 17 y 19).

5.2.3. Percepción de los encuestados de la comuna 17.

A la comuna 17 correspondió el mayor número de personas que participaron del proceso de encuesta.

Tabla 16. Frecuencias Pregunta No. 1.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
¿Usted considera que el ruido es?	1.Onda sonora que se emite en una zona específica	11	0,5	Se indica en la Figura 22.
	2.Sonido inarticulado, por lo general desagradable	11	0,5	
	3.Mezcla de sonidos agradables al oído	0	0	
	TOTAL	22	1	

Fuente: Los Autores (2015).

Tabla 17. Frecuencias Pregunta No. 2.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
¿Usted considera es la principal fuente generadora de ruido es?	1.Vendedores Ambulantes	5	0,11627907	Se indica en la Figura 23.
	2.Tráfico Vehicular	18	0,418604651	
	3.Industrias	4	0,093023256	
	4.Establecimientos de comercio (Discotecas, bares, iglesias Talleres)	12	0,279069767	
	5.Actividades Domésticas (Fiestas en viviendas)	4	0,093023256	
	6.Otros	0	0	
	TOTAL	43	1	

Fuente: Los Autores (2015).

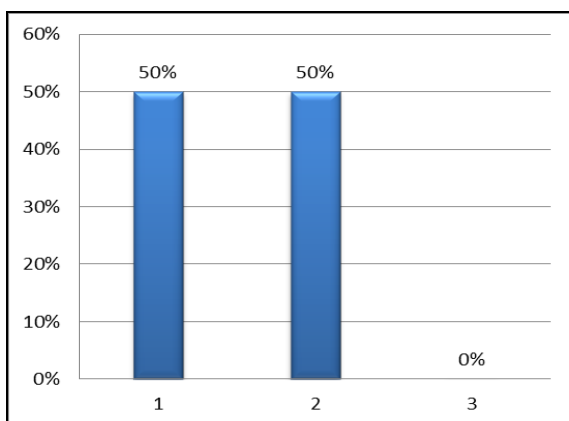


Figura 22. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 1.

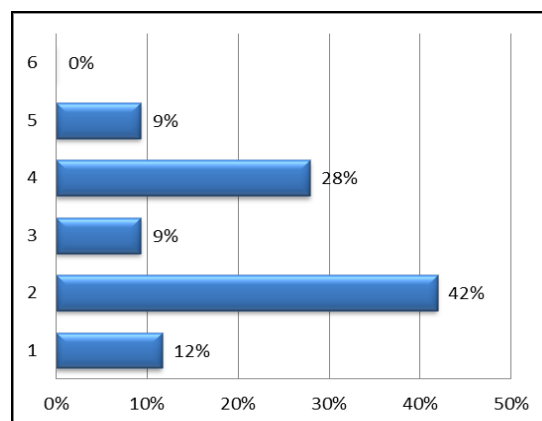


Figura 23. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 2.

Para la primera pregunta realizada, se obtuvieron opiniones divididas frente a las dos (2) primeras opciones de respuesta planteadas, ya que 50% de los encuestados de la comuna 17 considera que el ruido es una onda sonora que se emite en una zona específica y el 50% restante dice que el ruido es un sonido inarticulado, por lo general desagradable (Figura 22).

El 70% de los encuestados de la comuna 17 considera que la principal fuente generadora de ruido es el tráfico vehicular, seguido de los establecimientos de

comercio como discotecas, bares, iglesias, talleres; el 9% opina que son las industrias y el 21% restante dice que son los vendedores ambulantes y las actividades domésticas como las fiestas (Figura 23).

Tabla 18. Respuestas Pregunta No. 3.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTA CORRECTA	NO SABE/ NO RESPONDE	% RESPUESTA CORRECTA	% NO SABE/ NO RESPONDE
Relacione la fuente generadora de ruido con la dependencia responsable de regular	1. Control de fuentes móviles y Secretaria de Transito	11	12	48%	Se indica en la Figura 24.
	2. Control de vendedores ambulantes y Secretaria de Gobierno	9	14	39%	
	3. Valoración del ruido interior de Viviendas y Secretaria de Salud	20	3	87%	
	4. Ruido Domestico (Fiestas en viviendas) Inspección de Policía	14	9	61%	
	5. Establecimientos de comercio y DAGMA	11	12	48%	

Fuente: Los Autores (2015).

Tabla 19. Frecuencias Pregunta No. 4.

PREGUNTA	RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
¿Usted considera que una red de ruido es?	1. Conjunto de estaciones que permiten la medición permanente de ruido ambiental	9	0,375	Se indica en la Figura 25.
	2. Equipo que permite medir ruido de una fuente puntual	3	0,125	
	3. Estaciones que permiten identificar las fuentes generadoras de ruido	12	0,5	
	TOTAL	24	1	

Fuente: Los Autores (2015).

Tabla 20. Frecuencias Pregunta No. 5.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
¿Usted considera que la mejor alternativa para reducir la contaminación acústica en la ciudad es?	1. Mayor control de las fuentes fijas (empresas, industrias) por parte de la AA	9	0,225	Se indica en la Figura 26.
	2. Instalar una red de monitoreo de ruido	10	0,25	
	3. Mayor restricción para emisión de ruido de Automotores	10	0,25	
	4. Mejoramiento de las vías	2	0,05	
	5. Otras	9	0,225	
	TOTAL	40	1	

Fuente: Los Autores (2015).

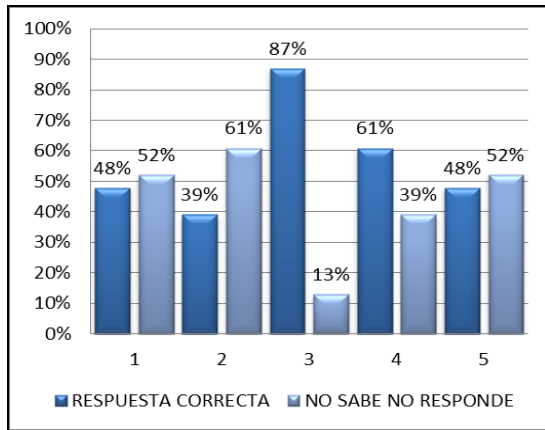


Figura 24. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 3.

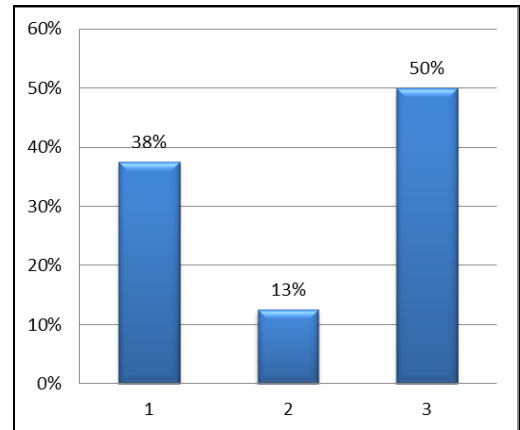


Figura 25. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 4.

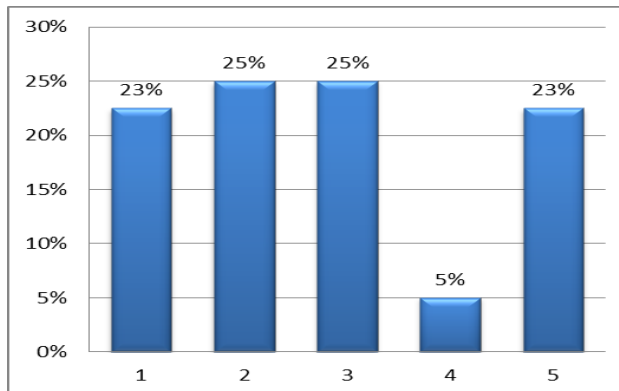


Figura 26. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 5.

Respecto a las respuestas suministradas para la tercera pregunta, se evidencia que un alto porcentaje de los encuestados de la comuna 17, no tienen claridad frente a los procesos de regulación de las fuentes generadoras de ruido, siendo para tres (3) de las cinco (5) respuestas un porcentaje mayor para la opción no sabe o no responde. Para la relación No. 3, “valoración del ruido al interior de las viviendas y como dependencia responsable la Secretaría de Salud Pública Municipal” se obtuvo el mayor porcentaje (87%) de respuesta correcta, frente al 13% que sabe o no responde (Figura 24).

50% de los encuestados de la comuna 17 considera que una red de monitoreo de ruido son estaciones que permiten identificar las fuentes generadoras de ruido, el 38% que es un conjunto de estaciones que permiten la medición permanente de ruido ambiental, el 13% opina que es un equipo que permite medir ruido de una fuente puntual. Siendo para este caso evidente que no se tiene claridad respecto a la funcionalidad de este sistema (Figura 25).

El 25% de los encuestados de la comuna 17 considera que la mejor alternativa para reducir la contaminación acústica es instalar una red de monitoreo de ruido, el 30% entre mayor restricción para emisión de ruido de automotores y el mejoramiento de las vías, el 23% mayor control en las fuentes fijas por parte de la Autoridad Ambiental y el 23% restante plantea otra alternativa para reducir la contaminación acústica (Figura 26).

5.2.4. Percepción de los encuestados de la comuna 19.

Para esta comuna se obtuvo un importante número de encuestas (22), cuyos resultados se presentan a continuación.

Tabla 21. Frecuencias Pregunta No. 1.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
1. ¿Usted considera que el ruido es?	1. Onda sonora que se emite en una zona específica	9	0,346153846	Se indica en la Figura 27.
	2. Sonido inarticulado, por lo general desagradable	16	0,615384615	
	3. Mezcla de sonidos agradables al oído	1	0,038461538	
	TOTAL	26	1	

Fuente: Los Autores (2015).

Tabla 22. Frecuencias Pregunta No. 2.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
2. ¿Usted considera es la principal fuente generadora de ruido es?	1. Vendedores Ambulantes	8	0,148148148	Se indica en la Figura 28.
	2. Tráfico Vehicular	18	0,333333333	
	3. Industrias	4	0,074074074	
	4. Establecimientos de comercio (Discotecas, bares, iglesias Talleres)	14	0,259259259	
	5. Actividades Domésticas (Fiestas en viviendas)	6	0,111111111	
	6. Otros	4	0,074074074	
	TOTAL	54	1	

Fuente: Los Autores (2015).

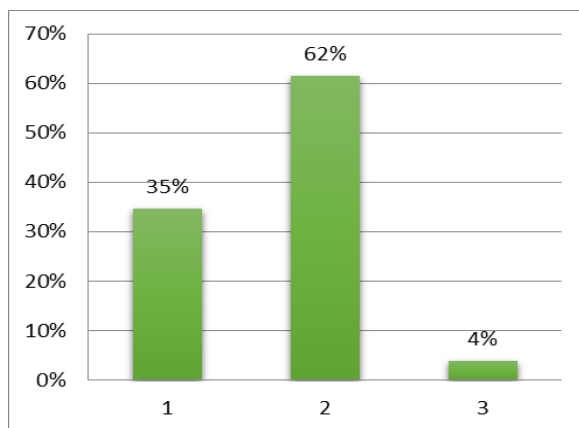


Figura 27. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 1.

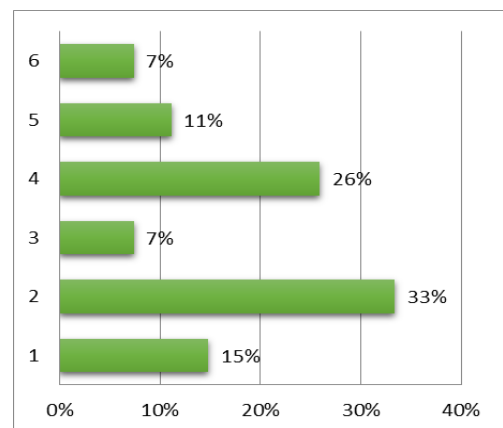


Figura 28. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 2

El 62% de los encuestados de la comuna 19 tiene mayor claridad respecto a lo que es el ruido, al considerar que es “un sonido inarticulado, por lo general desagradable”, el 35% considera que el ruido es una onda sonora que se emite en una zona específica, y el 4% restante opina que es una mezcla de sonidos agradables al oído (Figura 27).

El 59% de los encuestados de la comuna 19 considera que la principal fuente generadora de ruido es el tráfico vehicular junto con los establecimientos de comercio como discotecas, bares, iglesias, talleres; el 7% opina que son las industrias, el 26% dice que son los vendedores ambulantes y las actividades domésticas como las fiestas en viviendas y el 7% restante indico que son otras las fuentes (Figura 28).

Tabla 23. Frecuencias Pregunta No. 3.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTA CORRECTA	NO SABE/ NO RESPONDE	% RESPUESTA CORRECTA	% NO SABE/ NO RESPONDE
3. Relacione la fuente generadora de ruido con la dependencia responsable de regular	1. Control de fuentes móviles y Secretaria de Transito	10	12	45%	Se indica en la Figura 29.
	2. Control de vendedores ambulantes y Secretaria de Gobierno	5	17	23%	
	3. Valoración del ruido interior de Viviendas y Secretaria de Salud	12	10	55%	
	4. Ruido Domestico (Fiestas en viviendas) Inspección de Policía	7	15	32%	
	5. Establecimientos de comercio y DAGMA	12	10	55%	

Fuente: Los Autores (2015).

Tabla 24. Frecuencias Pregunta No. 4.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
4. Una red de ruido es	1. Conjunto de estaciones que permiten la medición permanente de ruido ambiental	11	0,5	Se indica en la Figura 30.
	2. Equipo que permite medir ruido de una fuente puntual.	0	0	
	3. Estaciones que permiten identificar las fuentes generadoras de ruido.	11	0,5	
	TOTAL	22	1	

Fuente: Los Autores (2015).

Tabla 25. Frecuencias Pregunta No. 5.

PREGUNTA	RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA DECIMAL	FRECUENCIA RELATIVA%
La mejor alternativa para reducir la contaminación acústica en la ciudad es	1. Mayor control de las fuentes fijas (empresas, industrias) por parte de la AA	13	0,26	Se indica en la Figura 31.
	2. Instalar una red de monitoreo de ruido	14	0,28	
	3. Mayor restricción para emisión de ruido de Automotores	11	0,22	
	4. Mejoramiento de las vías	3	0,06	
	5. Otras	9	0,18	
	TOTAL	50	1	

Fuente: Los Autores (2015).

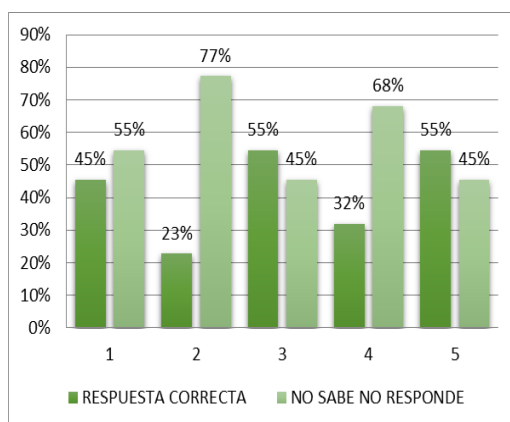


Figura 29. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 3.

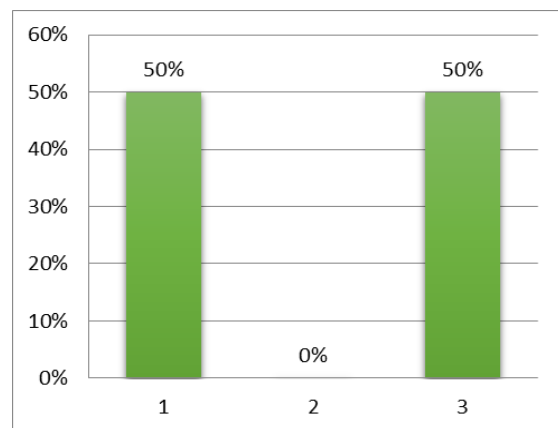


Figura 30. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 4.

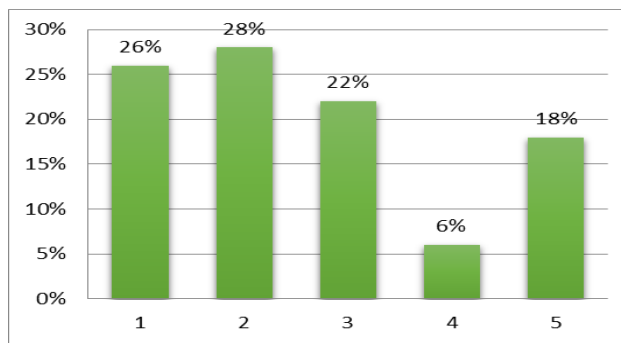


Figura 31. Porcentaje de Respuestas pregunta No. 5.

La población encuestada de la comuna 19 opina con respecto a la relación fuente generadora de ruido vs dependencia responsable de regular lo siguiente: Para el control de fuentes móviles y la Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal como responsable, el 45% dio una respuesta correcta y el 55% no sabe o no responde. En la relación control de vendedores ambulantes y Secretaría de Gobierno el 23% suministro una respuesta correcta y el 77% no sabe o no responde (Figura 29).

Con relación a la valoración del ruido al interior de las viviendas y la responsabilidad de la Secretaría de Salud Pública Municipal, el 55% dio una respuesta correcta y el 45% no sabe o no responde. Para el ruido doméstico (fiestas en viviendas) vs facultad de la Inspección de Policía el 32% dio una respuesta correcta y el 68% no sabe o no la responde. Con establecimientos de comercio y la competencia del DAGMA el 55% suministro una respuesta correcta y el 45% no sabe o no responde. Los porcentajes citados ratifican al igual que para el análisis global y de la comuna 17, que un alto porcentaje de los encuestados no conocen sobre las funciones que por norma le corresponden a las dependencias citadas respecto al control de las fuentes fijas y móviles emisoras de ruido.

El 50% de los encuestados de la comuna 19 considera que una Red de Monitoreo de Ruido es el conjunto de estaciones que permiten la medición permanente de ruido ambiental y el 50% restante dice que son estaciones que permiten identificar las fuentes generadoras de ruido (Figura 30).

El 26% de los encuestados de la comuna 19 considera que la mejor alternativa para reducir la contaminación acústica sería mayor control en las fuentes fijas por parte de la autoridad ambiental, el 28% opina que instalar una Red de Monitoreo de Ruido, el 28% entre mayor restricción para emisión de ruido de automotores y el mejoramiento de las vías y el 18% restante plantea otra alternativa para reducir la contaminación acústica (Figura 31).

De los análisis realizados para las dos (2) comunas evaluadas es importante resaltar que la población encuestada estima que las principales fuentes generadoras de ruido en la ciudad, es el ruido de tráfico vehicular, seguido de establecimientos de comercio con actividad de expendio y consumo de licor, tales como discotecas, bares, estancos y similares.

De igual forma, gran parte de la comunidad que participo del proceso de consulta tiene una idea certera respecto a la funcionalidad de una Red de Monitoreo de Ruido y consideran que debe acogerse como una alternativa para reducir los niveles de ruido en la ciudad.

Las respuestas suministradas por la población caleña, permitió considerar que otro criterio importante a tener en cuenta para la instalación de las estaciones de monitoreo de ruido que harían parte de la Red Piloto para la ciudad de Santiago de Cali, es su ubicación estratégica en torno a las principales fuentes que fueron referenciadas por la comunidad (Tráfico vehicular y establecimientos de comercio con actividad de expendio y consumo de licor).

5.3. Caracterización de comunas priorizadas y definición de aspectos técnicos para la implementación de la Red Piloto de Monitoreo de Ruido.

5.3.1. Caracterización de las comunas priorizadas

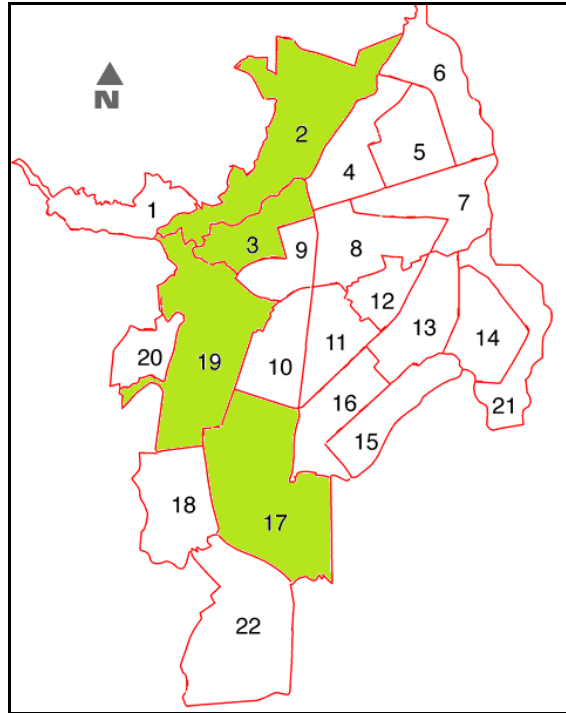


Figura 32. Ubicación de las comunas seleccionadas.

Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali, 2010.

Comuna 2: Esta comuna con una extensión de 1.131 hectáreas, se encuentra ubicada al noroccidente del municipio de Santiago de Cali, limita al norte con el municipio de Yumbo, al oriente con las comunas 4 y 6, al Sur con la comuna 3, al Sur- Occidente con la comuna 19 y el corregimiento de Golondrinas, al Occidente con la comuna 1 y el corregimiento de Golondrinas. La comuna 2 que cubre el 9,4% del área total del municipio de Cali, está compuesta por 19 barrios (Tabla No. 26), seis urbanizaciones y sectores (Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2008).

Tabla 26. Barrios de la comuna 2

No.	BARRIO	No.	BARRIO
1	Santa Rita	14	La Paz
2	Santa Teresita	15	El Bosque
3	Arboledas	16	Menga
4	Normandía	17	Ciudad Los Álamos
5	Juanambú	18	Chipichape
6	Centenario	19	Brisas de Los Álamos
7	Granada	20	Urbanización La Merced
8	Versalles	21	Vipasa
9	San Vicente	22	Urbanización La Flora
10	Santa Mónica	23	Altos de Menga
11	Prados del Norte	24	La Flora
12	Sector Altos Normandía Bataclan	25	Área Libre Parque del Amor
13	La Campiña	-	---

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2013.

En la figura No. 33 se indican las Áreas de Actividad que hacen parte de la comuna 2. Estas áreas se caracterizan por tener condiciones socio-económicas similares y por el predominio de un uso determinado del suelo en función del cual se reglamentan y definen los usos complementarios permitidos (Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2014).

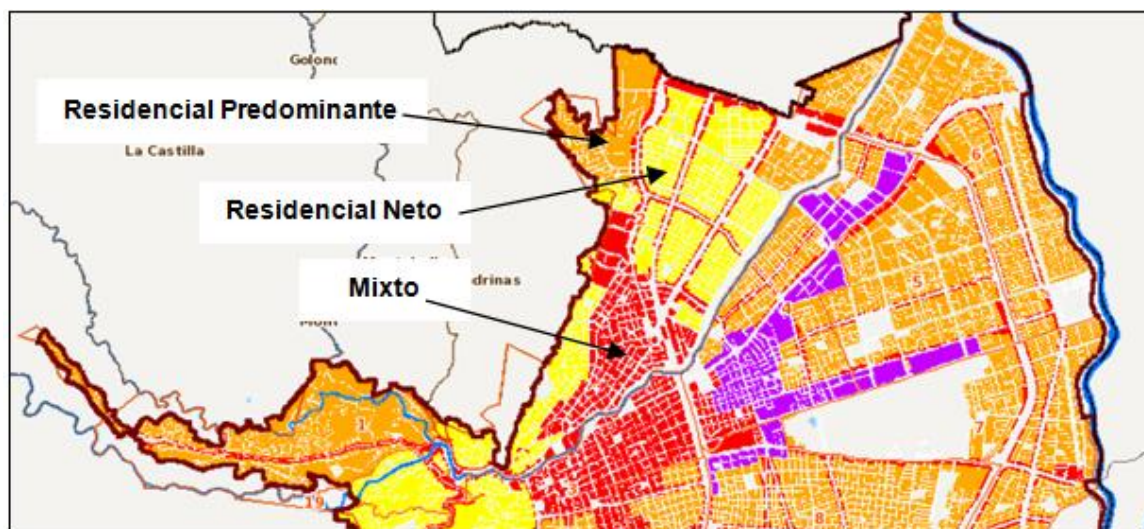


Figura 33. Áreas de Actividad Comuna 2.

Fuente: Los Autores (2015). Adaptado de la Infraestructura de Datos espaciales de Santiago de Cali – IDESC (2015).

En el Anexo 4, se presenta el mapa de ruido de la comuna 2 que fue elaborado por el Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente – DAGMA, en el año 2010.

Comuna 3: La comuna 3 se encuentra localizada al occidente de la ciudad, cubre el 3,1% del área total del municipio de Santiago Cali con 370,5 has. Limita por el sur y suroccidente con la comuna 19, por el suroriente con la comuna 9, por el nororiente con la comuna 4 y por el norte con la comuna 2. La conforman quince (15) barrios y una (1) urbanización (Arcos, Solano, Llanos, Gallego, 2007). (Tabla No. 27).

Tabla 27. Barrios de la comuna 3.

No.	BARRIO	No.	BARRIO
1	El Nacional	9	San Pascual
2	El Peñón	10	El Calvario
3	San Antonio	11	San Pedro
4	San Cayetano	12	San Nicolás

No.	BARRIO	No.	BARRIO
5	Los Libertadores	13	El Hoyo
6	San Juan Bosco	14	El Piloto
7	Santa Rosa	15	Navarro-La Chanca
8	La Merced	16	Acueducto San Antonio

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2013.

En la figura No. 34 se indica la clasificación de las áreas del suelo que conforma la comuna 3.

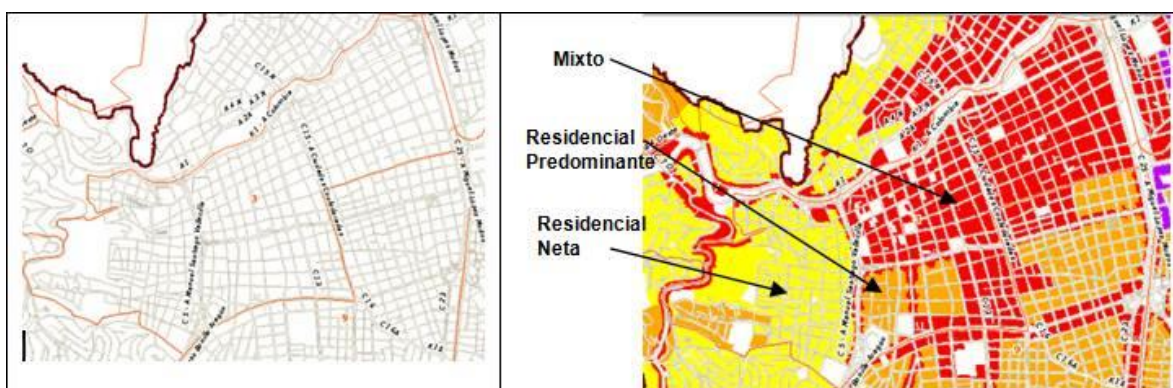


Figura 34. Áreas de Actividad Comuna 3.

Fuente: Adaptado de la Infraestructura de Datos espaciales de Santiago de Cali – IDESC (2015).

En el Anexo 4, se presenta el mapa de ruido de la comuna 3 que fue elaborado por el Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente – DAGMA, en el año 2011.

Comuna 17: Localizada al suroriente de la ciudad, con un área de 1.255,6 hectáreas, es la comuna más extensa de la zona urbana de la ciudad de Cali (DAGMA, 2008). La comuna 17 limita por el sur con la comuna 22 y el corregimiento de Hormiguero, por el oriente con el corregimiento de Navarro, por el nororiente con la comuna 16, por el norte con la comuna 10, por el noroeste con la comuna 19 y por el occidente con la comuna 18 (Arcos, Solano, Llanos,

Gallego, 2007). En la Tabla No. 28 se relacionan los barrios que conforman la comuna 17.

Tabla 28. Barrios de la comuna 17

No.	BARRIO	No.	BARRIO
1	La Playa	13	Ciudadela Pasoancho
2	Primero de Mayo	14	La Hacienda
3	Los Portales	15	El Limonar
4	Nuevo Rey	16	Bosques del Limonar
5	Ciudadela Comfandi	17	El Ingenio
6	Ciudad Universitaria	18	Unicentro Cali
7	Caney	19	Mayapán Las Vegas
8	Lili	20	Las Quintas de Don Simón
9	El Gran Limonar	21	Prados del Limonar
10	Cataya	22	Ciudad Capri
11	Santa Anita	23	Urbanización San Joaquín
12	La Selva	-	---

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2013.

En la figura No.35, se indican las áreas de Actividad que conforman la comuna 17.

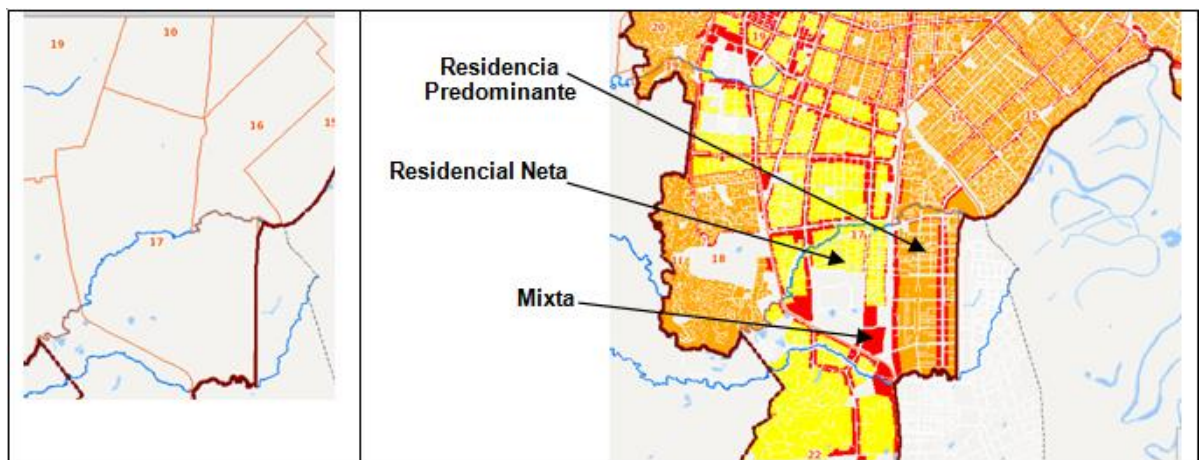


Figura 35. Áreas de Actividad Comuna 17.

Fuente: Adaptado de la Infraestructura de Datos espaciales de Santiago de Cali – IDESC (2015)

En el Anexo 5, se presenta el mapa de ruido de la comuna 17 que fue elaborado por el Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente – DAGMA, en el año 2010.

Comuna 19: La comuna 19 cubre el 9,4% del área total del municipio de Santiago Cali con 1136,7 hectáreas. Se encuentra ubicada en el oriente de la ciudad. Limita por el sur con la comuna 18 y por el suroriente con la comuna 17, por el oriente con la comuna 10 y por el norte con las comunas 3 y 9. Al occidente se encuentran la comuna 20 y los corregimientos de La Buitrera y Villacarmelo (Arcos, Solano, Llanos, Gallego, 2007). En la Tabla No. 29, se relacionan los barrios, urbanizaciones y sectores que integran la comuna 19.

Tabla 29. Barrios de la comuna 19.

No.	BARRIO	No.	BARRIO
1	El Refugio	17	Urbanización Militar
2	Cuarto de Legua Guadalupe	18	La Cascada
3	El Lido	19	Nueva Tequendama
4	Urbanización Tequendama	20	Camino Real J. Borrero S.
5	Eucarístico	21	Camino Real Los Fundadores
6	San Fernando Nuevo	22	Sector Altos de Santa Isabel
7	Urbanización Nueva Granada	23	Santa Bárbara
8	Santa Isabel	24	Tejares Cristales
9	Bellavista	25	Unidad Res. Santiago de Cali
10	San Fernando Viejo	26	Unidad Res. El Coliseo
11	Miraflores	27	Cañaveralejo Seguros Patria
12	3 de Julio	28	Cañaveral
13	El Cedro	29	Pampa Linda
14	Champagnat	30	Sector Cañaveralejo Guadalupe
15	Sector Bosque Municipal	31	Urbanización Colseguros
16	Los Cámbulos	32	U. Dep. A. Galindo Plaza Toros

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2013.

En la figura No. 36 se indican las Áreas de Actividad que conforman la comuna 19.

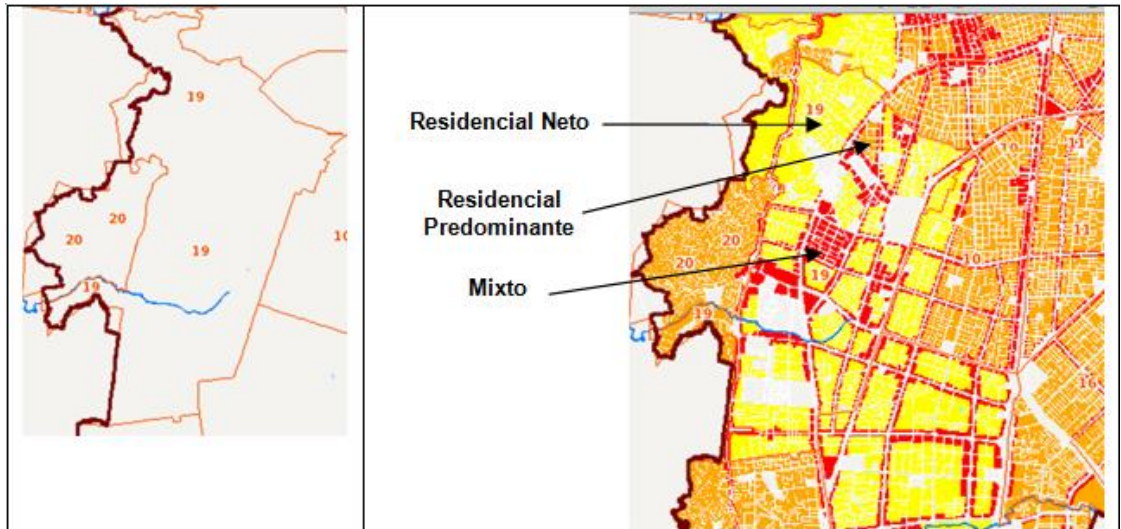


Figura 36. Áreas de Actividad Comuna 19.

Fuente: Adaptado de la Infraestructura de Datos espaciales de Santiago de Cali – IDESC (2015).

En el Anexo 6, se presenta el mapa de ruido de la comuna 19 que fue elaborado por el Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente – DAGMA, en el año 2010.

5.3.1.1. Identificación de sectores y vías de las comunas priorizadas

En la Tabla 30, se relacionan algunos sectores con mayor dinámica comercial principalmente en horario nocturno, caracterizados por el alto número de establecimientos de comercio con actividad de bares, estancos, discotecas, entre otros, en general aquellos dedicados principalmente al expendio y consumo de licor. En sectores con mayor actividad comercial diurna, se constituyen almacenes de venta de productos o servicios, locales habilitados para la comercialización de alimentos (galerías), talleres de mecánica, cerrajerías y ebanisterías.

Los criterios para la identificación de dichos sectores fueron:

- Las zonas con Áreas de Actividad Mixtas. Siendo en mayor proporción la comuna 3, aquella que cuenta con un área de mayor extensión con esta

clasificación, seguido de la comuna 2, posteriormente la 19 y finalmente la comuna 17 (Ver figuras de Áreas de Actividad para cada comuna).

- Las denuncias de la comunidad, en las cuales se señaló de manera reiterada la problemática en los sectores que se relacionan.
- Recorridos de campo para identificación de los principales focos de emisión de ruido en las zonas Mixtas identificadas.

Tabla 30. Sectores con mayor dinámica comercial.

COMUNA	SECTOR
2	<ul style="list-style-type: none"> • Granada y Juanambu (Sector Avenida 9 y 9A entre calle 9 y 15). • Avenida Sexta (desde la calle 15 hasta la calle 28 (Barrios Granada, Santa Mónica y San Vicente). • Calle 44 entre avenida 3 y 4 (Barrio Vipasa).
3	<ul style="list-style-type: none"> • Calle 2 Oeste entre carrera 1 y 4 (Barrio El Peñón). • Centro -Carrera 5 hasta la 9 entre calles 13, 14 y 15 (Barrio San Pedro)
17	<ul style="list-style-type: none"> • Carrera 66 entre calle 10 y 13 (Barrio Limonar) • Calle 13 entre 66 y 67 (Barrio Limonar).
19	<ul style="list-style-type: none"> • Carrera 34 entre Calle 3 y 4 (Parque del Perro - San Fernando Viejo). • Calle 9 entre carrera 52 y 66 (Seguros Patria – Gran Limonar). • Avenida Roosevelt (Entre carrera 26 y 39). • Calle 5 entre Carrera 62 y 64.

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAPM (2015).

En la Tabla 31 se indican algunas vías principales y vías arterias secundarias, de las comunas 2, 3, 17 y 19 (Anexo 7), que se considera inciden de manera significativa al incremento de ruido ambiental de alguno de los barrios de estos sectores.

Tabla 31. Vías principales y secundarias comunas 2, 3, 17 y 19.

	Vías Principales	Vías Secundarias
COMUNA 2	<ul style="list-style-type: none"> • Avenida 3 Norte, • Avenida 2 Norte desde el CAM, hacia el Oeste. • Avenida 4 Norte. • Avenida 6 Norte. • Avenida de las Américas • Avenida 9 Norte • Calle 25 Norte y calle 30 norte, a la altura del terminal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calle 52 Norte • Avenida 2 Norte • Calle 34 Norte • Calle 21 Norte • Avenida 6A • Calle 44 Norte
COMUNA 3	<ul style="list-style-type: none"> • Carrera 1, • Carrera 8 • Carrera 15 • Calle 5 • Calle 13 • Calle 15 • Calle 25 	<ul style="list-style-type: none"> • Carrera 4 • Carrera 5 • Carrera 10 • Calle 9 • Calle 21
COMUNA 17	<ul style="list-style-type: none"> • Calle 5 • Autopista Sur Oriental en su tramo final. • Calle 13 o Av. Pasoancho • Autopista Simón Bolívar (Calle 25). 	<ul style="list-style-type: none"> • Carreras 50,56, 66, 70, 80, 83,86. • Calles 14, 16 y 42.
COMUNA 19	<ul style="list-style-type: none"> • Calle 5 • Autopista Sur Oriental 	<ul style="list-style-type: none"> • Avenida Circunvalar • Avenida Roosevelt • Calle 9 • Carreras 39,44,50,56, 66

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAPM (2015).

5.3.2. Aspectos generales de la Red Piloto de Monitoreo de Ruido.

De acuerdo con el análisis realizado se determina la necesidad de instalar como piloto una Red de Monitoreo de Ruido que este conformada por una (1) estación en cada una de las comunas priorizadas es decir un total de cuatro (4) estaciones. Además considerando que es necesario definir una zona con densidad de población significativa expuesta a niveles sonoros adecuados y deseablemente dentro de los niveles permisibles, y cuya calidad acústica puede tomarse como objetivo de mejora para zonas razonablemente próximas (Echeverri Londoño 2008), se seleccionó un punto que es considerado como de referencia o “Blanco”,

que corresponde a la comuna 22, para la cual el valor promedio de ruido ambiental diurno (67 dB) está próximo al rango de referencia establecido en la Resolución 0627 de 2006, para este tipo de zona, con Áreas de Actividad en su mayoría que corresponden a “Residencial Neto” y “Residencial Predominante”.

De igual manera para esta comuna se presentó el segundo menor número de quejas por ruido, para los años 2013 y 2014, otro criterio que permitió la selección. En total, cinco (5) estaciones de monitoreo integrarían la Red Piloto de Monitoreo de Ruido para Santiago de Cali.

5.3.3. Definición de aspectos técnicos para la instalación de la Red.

5.3.3.1. Tipo de estaciones a instalar

El sistema propuesto para la medición permanente de ruido, estaría dotado con estaciones equipadas con medidores sonoros calibrados, que transmitan permanentemente los niveles de ruido vía internet a una central de control, donde a través de un software se administre la captura, conversión y lectura de cada uno de los registros. Los datos posteriormente serían procesados y empleados para diversos análisis por parte de la Autoridad Ambiental.

Adicionalmente las estaciones contarían con equipos para la medición de variables meteorológicas, tales como temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, lluvia, radiación solar, de acuerdo con las especificaciones de la resolución 0627 de 2006, Capítulo IV.

Los equipos reportarían valores del Nivel Sonoro Continuo Equivalente (LAeq) cada hora, durante las 24 horas del día y siete (7) días de la semana. Lo anterior permitiría comparar los registros obtenidos para el horario diurno y nocturno y días de semana con fines de semana, para evaluar la incidencia del funcionamiento de los establecimientos de comercio y demás actividades asociadas a las dinámicas

nocturnas, en la alteración de los niveles de ruido ambiental de los sectores priorizados.

Teniendo en cuenta que se propone una Red Piloto, se considera necesario que las cinco (5) estaciones sean portátiles, toda vez que no se instalarían de manera permanente en los sitios que más adelante son sugeridos. Se recomienda un término mínimo de un (1) año, durante el cual la Autoridad Ambiental realizaría periódicamente evaluación de cada uno de los sectores para determinar si existe algún tipo de variación o evolución, es decir, reducción de las fuentes puntuales, tales como establecimientos de comercio, empresas o industria, cierre de vías principales o secundarias, aumento de la densidad poblacional, efectividad de las medidas que sean implementadas, para recuperar los niveles de ruido ambiental señalados en las normas que rigen en esta materia, entre otras condiciones que deben tenerse en cuenta para definir nuevas áreas de interés hacia las cuales se puedan trasladar las estaciones o ubicar más equipos de acuerdo a la disponibilidad de recursos.

El principal propósito es que la red piloto de monitoreo permita a la Autoridad Ambiental tener informes mensuales que reflejen el diagnóstico sobre la realidad acústica en estas zonas priorizadas, durante un periodo mínimo de 12 meses.

5.3.3.2. Criterios generales para la selección de los puntos

La Norma Técnica Colombiana 3520 indica que la altura del micrófono para mediciones de ruido ambiental se debe seleccionar según la altura actual o esperada del receptor. En áreas bastante urbanizadas la altura de medida recomendada debe ser de 3 a 11 m. La Norma Técnica Colombiana 3522 indica que la selección de las posiciones reales de medición depende del propósito de las mediciones especificadas en la norma pertinente (Echeverri Londoño 2008).

Las estaciones de monitoreo con sus respectivos micrófonos deben ser instaladas siguiendo los lineamientos de la Resolución 0627 de 2006 "*por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*", que fija la altura a la cual se deben realizar las mediciones de ruido ambiental. En el Anexo 3, Capítulo II, se indica que "*En las zonas urbanas y de expansión urbana, el ruido ambiental se mide instalando el micrófono a una altura de cuatro (4) metros medidos a partir del suelo terrestre y a una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de medición, si estos no existen en uno de los costados, el punto se sitúa a una distancia de cuatro (4) metros medidos horizontalmente desde el costado que las posea, si no existen en ninguno de los costados, se toma el punto equidistante entre los límites del espacio público correspondiente. Bajo ninguna circunstancia se pueden efectuar mediciones bajo puentes o estructuras similares*".

Los anteriores parámetros además de las características mencionadas de cada una de las comunas priorizadas, fueron considerados para la selección de los puntos que más adelante se relacionan.

Otros criterios secundarios fueron considerados para la selección de los puntos, tales como:

- Seguridad de los equipos y facilidad de acceso a las zonas

Durante los recorridos realizados en los barrios de las comunas 2, 3, 17 y 19, además de la influencia de vías arterias colectoras principales y secundarias y de corredores de actividad con fuentes generadoras de ruido, tales como empresas del sector comercial, industrial y de servicios sobre el incremento del ruido ambiental, se tuvo en cuenta la accesibilidad al sitio (facilidad para la operación y mantenimiento de los equipos) y seguridad de las estaciones, para evitar

situaciones de vandalismo que pongan en riesgo el adecuado funcionamiento de los equipos.

Teniendo en cuenta lo anterior, además de la altura ya referida a la cual deben instalarse los equipos, se definieron como idóneos en su mayoría, los postes en los cuales existen actualmente cámaras de seguridad, del Sistema de Vigilancia de la Policía Metropolitana. Lo que permite además garantizar el suministro de energía y servicio de internet vía fibra óptica, ya que este servicio es requerido para la operación de dichas cámaras.

Se considera esta alternativa como adecuada para la reducción de costos, en lo que respecta a las estructuras necesarias para la instalación que regularmente suele ser un mástil, en el pago de servicios de energía e internet, toda vez que la Administración Municipal asume los costos de operación de las cámaras, por lo que el DAGMA, al ser parte de la administración podrá requerir esta articulación con el sistema de vigilancia de la ciudad.

En la figura 37, se indica una alternativa de instalación de las estaciones de acuerdo a la propuesta realizada



Figura 37. Estación de Ruido - Valladolid España

Fuente: Ayuntamiento de Madrid, 2012.

Regularmente en otros países se articulan las estaciones de Monitoreo de ruido a las estaciones de Calidad del Aire y se constituyen como un solo sistema. Para el caso de la ciudad de Santiago de Cali, al realizar el recorrido para identificación de las estaciones que integran Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de Cali – SVCAC, que actualmente cuenta con nueve (9) estaciones automáticas de monitoreo, se verificó que en su mayoría se encuentran en sitios diferentes a los definidos como de interés para el monitoreo permanente de ruido ambiental, de acuerdo a los criterios ya mencionados. Solo uno de los puntos seleccionados coincidió con una de las estaciones de monitoreo de la Calidad del Aire.

Por otro lado, esta propuesta de implementación de la Red Piloto de Monitoreo de ruido para Cali, aunque no contempla la instalación de las estaciones de ruido en los mismos nueve puntos del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire de Cali – SVCAC, sí considera la articulación al centro de control del SVCAC para la transmisión y procesamiento de la información que sea reportada en tiempo real por las estaciones. El centro de control que se encuentra instalado actualmente en las instalaciones del DAGMA, piso 7 – Edificio Fuente Versailles podría ser repontencializado y actualizado para que se configure como un único sistema que reciba información de estas dos (2) variables “Calidad del Aire” y “Ruido Ambiental” que hacen parte de la Matriz “Aire”.

En la figura 38 se indican los puntos en los cuales se propone la instalación de las cinco (5) estaciones.

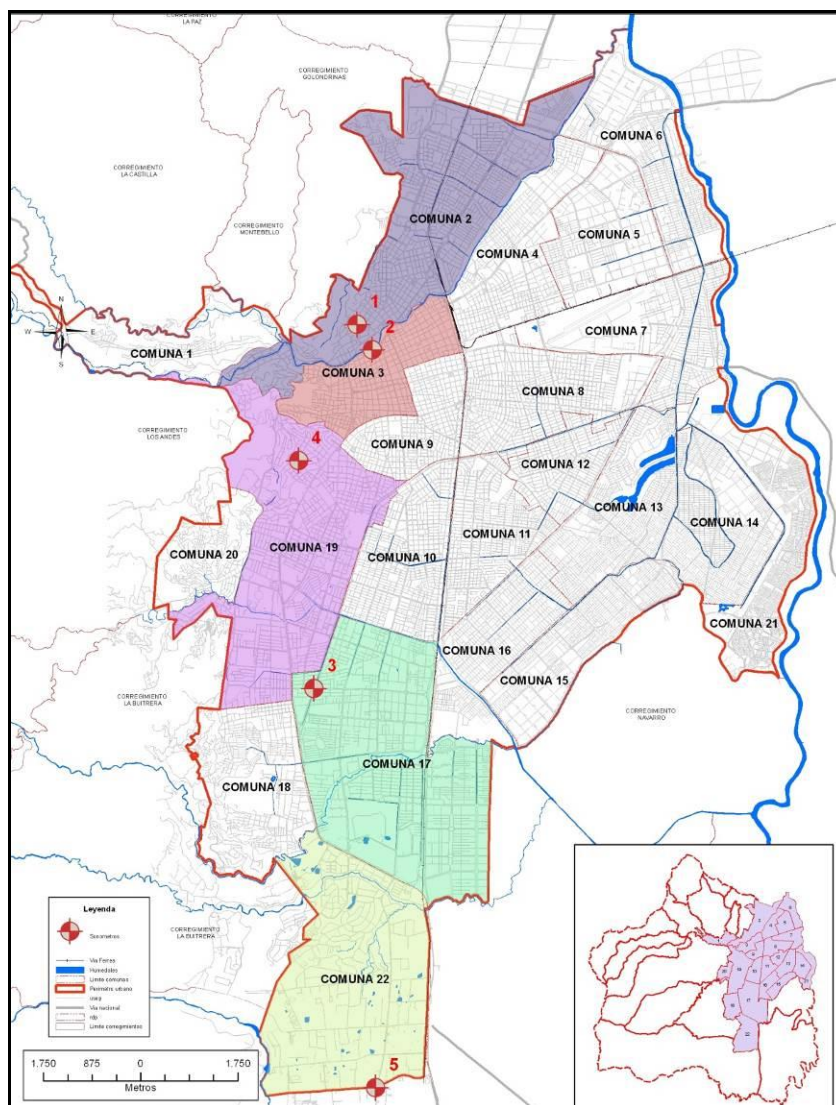


Figura 38. Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido.

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida de la Alcaldía Municipal (2014).

En la tabla 32, se detalla la localización de los sitios en los cuales se propone la instalación de las estaciones de monitoreo.

Tabla 32. Ubicación de las estaciones de la red de monitoreo de ruido ambiental

Punto	Dirección	Barrio	Comuna / Densidad Poblaciona I	Zona	X	Y	Latitud	Longitud	Elevación
1	Av. 9 Norte con 12N	Juanambu	2 - 96.4 hab/ha	Norte	1060205	874099	3° 27' 26,983" N	76° 32' 8,549" W	987
2	Carrera 1 No 11-40	San Pedro	3 - 124.3 hab/ha	Centro	1060476	873644	3° 27' 12,154" N	76° 31' 59,780" W	994
3	Calle 10 con carrera 66	Limonar	17 - 103.5 hab/ha	Sur	1059430	867536	3° 23' 53,320" N	76° 32' 33,764" W	982
4	Calle 3 A Norte No. 34-09	San Fernando	19 - 96.8 hab/ha	Sur	1059149	871645	3° 26' 7,116" N	76° 32' 42,795" W	991
5	Carrera 127 con Calle 14	Parcelaciones Pance	22 - 9.7 hab/ha	Sur	1060548	860344	3° 19' 59,173" N	76° 31' 57,691" W	1022

Fuente: Los Autores (2015), a partir de información obtenida del DAPM (2015).

5.3.3.3. Punto 1 - Comuna 2

Localizado en la avenida 9 Norte con 12N - (al frente de la nomenclatura calle 12 No. 9N -02) Barrio Juanambu – Granada (Figura 39). Este sector se caracteriza por ser un corredor de actividad en el cual se encuentran ubicados más de 40 locales comerciales, principalmente restaurantes, bares y discotecas, que afectan a los residentes de las zonas aledañas clasificadas como residenciales, de acuerdo con el reporte de quejas analizados para los años 2013 y 2014.

Se propone instalar la estación sobre poste en concreto en el cual se encuentra ubicado cámara de seguridad, cuenta con servicio de energía e internet. (Figura 40).



Figura 39. Zona de ubicación punto No. 1.

Fuente: Los Autores (2015), adaptado de Google Earth, 2015.



Figura 40. Punto No. 1. Avenida 9 Norte con 12N.

Fuente: Los Autores (2015).

5.3.3.4. Punto 2 – Comuna 3

Ubicado en la Carrera 1 No 11- 40 del barrio San Pedro (Figura 41). Esta zona está influenciada por la Carrera 1 en sentido sur - norte y la calle 15 en dirección contraria, se encuentra cerca de la zona del centro de la ciudad en la cual existe

una alta dinámica comercial principalmente en horario diurno. Se caracteriza por la existencia de múltiples fuentes generadoras de ruido tanto fijas como móviles. Se propone instalar la estación en Mástil, sobre la Estación de Calidad del Aire (Figura 42), que actualmente está ubicada sobre plataforma metálica a una altura de 2 metros. En este punto se cuenta con servicio de energía e internet y esta distante de fachadas o barreras que puedan alterar las mediciones.



Figura 41. Zona de ubicación punto No. 2.

Fuente: Adaptado de Google Earth, 2015.



Figura 42. Punto No. 2. Carrera 1 No 11-40.

Fuente: Los Autores (2015).

5.3.3.5. Punto 3. comuna 17

Localizado en la Calle 10 con carrera 66, del barrio El Limonar, zona de alto flujo vehicular por el paso de Autopista Sur-Oriental en sentido Norte - Sur y Sur – Norte, de igual forma se encuentra cerca al corredor de actividad ubicado en la Carrera 66 entre calle 10 y 13, donde se encuentra ubicados más de 30 establecimientos de comercio con actividad de expendio y consumo de licor, que prestan servicio al Público principalmente en horario nocturno (Figura 43).

Se propone instalar la estación en poste de concreto en el cual se encuentra ubicada la cámara de seguridad No. 305 (Figura 44).



Figura 43. Zona de ubicación Punto No. 3.

Fuente: Adaptado de Google Earth, 2015.



Figura 44. Punto No. 3 - Calle 10 con carrera 66.

Fuente: Los Autores (2015).

5.3.3.6. Punto 4. Comuna 19.

Ubicado en la Calle 3 A Norte No. 34-09 Barrio San Fernando (zona parque del Perro) (Figura 45). En este sector se encuentran ubicados en promedio 20 establecimientos de comercio con actividad de expendio y consumo de licor, está influenciado por la carrera 34 y cerca de la calle 5 una importante vía arteria principal de la ciudad.



Figura 45. Zona de ubicación Punto No. 4.

Fuente: Adaptado de Google Earth, 2015.

Se propone la instalacion sobre poste en el cual se encuentra ubicada la cámara de seguridad No. 350, cuenta con servicio de energía e internet y esta distante de fachadas o barreras que puedan alterar las mediciones (Figura 46).



Figura 46. Punto No. 4 -Calle 3 A Norte No. 34-09.

Fuente: Los Autores (2015).

5.3.3.7. Punto 5. comuna 22 (de Referencia)

Localizado en la calle 18 con carrera 127, a la altura de la iglesia La María (Figura 47). La Avenida Cañasgordas es una vía de alto flujo vehicular ya que transitan los vehículos que llegan y salen de la ciudad hacia el municipio de Jamundí. No existen en las zonas aledañas establecimientos de comercio u otras fuentes fijas o móviles (diferentes a los vehículos y motocicletas) que puedan alterar de manera significativa los niveles de ruido ambiental del sector.

Se propone la instalacion sobre poste en el cual se encuentra ubicada la cámara de seguridad No. 375. cuenta con servicio de energía e internet y esta distante de fachadas o barreras que puedan alterar las mediciones (Figura 48).



Figura 47. Zona de ubicación Punto No. 5.

Fuente: Adaptado de Google Earth, 2015.



Figura 48. Punto No. 5. Calle 18 con carrera 127.

Fuente: Los Autores (2015).

En el Anexo 8, se relacionan los costos aproximados que fueron calculados para el suministro, configuración y transmisión de las estaciones de medición de presión sonora al centro de control, de acuerdo al estudio de mercado realizado.

6. DISCUSION

El principal impacto ambiental denunciado por la población caleña es el ruido, lo que es consecuente con las condiciones de Contaminación Acústica que actualmente presenta el municipio, ya que el 91% de las comunas de Santiago de Cali, exceden los niveles de ruido ambiental de acuerdo con los estándares máximos permisibles establecidos en la Resolución 0627 de 2006, para el sector B “Tranquilidad y Ruido Moderado” con una proporción aproximada al 70% que corresponde a la zona urbana de este municipio.

Para once (1,2,3,4,9,13,14,15,16,17,18,19) de las veintidós comunas que conforman el área urbana del municipio de Santiago de Cali, se registran niveles de ruido ambiental por encima de los 70 dB, excediendo en algunas comunas como la 2,16 y 19 en más de 10 dB, el estándar permitido para las zonas Residenciales y Mixtas de 65 dB. Lo anterior, teniendo en cuenta que se aplican los niveles para el sector más restrictivo en este caso el Residencial, según el párrafo primero del artículo 9 de la Resolución 0627 de 2006.

En gran medida, esta problemática tiene su origen en la regularización de zonas mixtas, las cuales permiten corredores zonales o de actividad, conllevando a la proliferación de establecimientos nocturnos generadores de alto impacto. Estos impactos no se asocian exclusivamente al uso de equipos o elementos generadores de ruido, sino también a las dinámicas asociadas a la prestación del servicio como: usuarios en espacio público, tráfico vehicular, vendedores ambulantes, entre otros, que contribuyen en conjunto al incremento de los niveles de ruido ambiental, afectando sectores residenciales que actúan como receptores de estas emisiones molestas.

Gran porcentaje de la población encuestada, coincidió en que la mejor alternativa para reducir la contaminación acústica en la ciudad es la instalación de una red de

monitoreo de ruido. Vale la pena aclarar, que aunque este tipo de sistemas no contribuye directamente a la reducción del ruido, sí es una herramienta importante en el seguimiento y verificación en la efectividad de la implementación de otras acciones de mejora, que sí apuntan directamente al logro de la meta de reducción, por lo que este sistema automatizado debe complementarse con otras estrategia de Control y seguimiento a las fuentes generadoras de ruido.

Sobre el anterior, Carlos Alberto Echeverri Londoño³, menciona que la red de monitoreo cumple un papel importante dentro de la gestión del ruido, sin embargo *“se debe tener presente que el monitoreo tiene limitaciones y en muchos de los casos, las mediciones no son suficientes o pueden resultar poco prácticas para definir el comportamiento acústico de un territorio. Ningún programa de monitoreo, aunque esté bien fundamentado y diseñado, puede aspirar a cuantificar de manera integral los niveles de presión sonora en el espacio y en el tiempo”*.

La propuesta que se desarrolló en el presente estudio está acorde con los planteamientos expuestos por la Universidad del Azuay de la ciudad de Ecuador⁴, a través de los cuales se asevera que *“para el diseño de una red de vigilancia de ruido ambiental no existen reglas definidas ya que este dependen principalmente de aspectos como los objetivos generales de su instalación, las características de las zonas afectadas, las políticas de los entes responsables y la disponibilidad de recursos”*. Señalan además que *“para ciudades intermedias y sobre todo aquellas localizadas en países en vías de desarrollo, las redes de monitoreo suelen ser construidas con base en la experiencia”*. Coincidiendo con Echeverry en el documento ya referido, se considera que los principales criterios para el diseño de una red de monitoreo de ruido, son la disponibilidad de recursos y lo que se

³ Ingeniero Químico, Magíster en Ingeniería Ambiental. Docente Investigador de la Universidad de Medellín, quien publicó en el año 2009, el documento “Diseño de la red de vigilancia de ruido para los Municipios que conforman el área metropolitana del valle de Aburrá”.

⁴ Se presentan en el documento “Informe Final – Mapa de Ruido del Área Urbana de la Ciudad de Cuenca”, publicado en el año 2012.

pretende lograr con su implementación. En el caso de Santiago de Cali, los recursos de inversión para la implementación de la Red Piloto de Monitoreo de Ruido, deben ser presupuestados por la Administración Municipal, en cabeza de la Autoridad Ambiental de la zona urbana. Los registros obtenidos por la Red, permitirían a la Autoridad Ambiental automatizar los monitoreos, ejercer control permanente en las áreas priorizadas y a futuro, servir de herramienta de planificación territorial.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las comunas 2, 3, 17 y 19, cuyos niveles de ruido ambiental en el horario diurno promedio son 74 dB, exceden la normatividad vigente en 12%, coincidiendo con el mayor número de quejas por ruido, anualmente. Lo que indica que para gran parte de la población que habita en estas comunas el fenómeno de “contaminación Acústica”, incide negativamente sobre su bienestar y tranquilidad.
- Aunque el tráfico vehicular se constituyó como la principal fuente generadora de ruido en Cali, de acuerdo con la percepción de la comunidad, esta no coincidió con las denuncias presentadas ante la Autoridad Ambiental, que señalan como principal fuente a establecimientos de expendio y consumo de licor (Discotecas, Bares y Estancos). Lo anterior hace que se consideren estos dos tipos de fuentes como los principales responsables de los incrementos de ruido ambiental en la ciudad.
- El 61% de la población encuestada tiene un concepto acertado respecto a lo que es el ruido. No obstante, es evidente que existe alto desconocimiento en lo referente a las competencias en la regulación de las fuentes generadoras de ruido. Esto se evidencia en el alto número de denuncias presentadas ante la Autoridad Ambiental sobre fiestas realizadas en viviendas, sin que esta entidad tenga alguna facultad de intervención en este tema.
- Alto porcentaje de la población encuestada, coincide en que la mejor alternativa para reducir la contaminación acústica en la ciudad es la instalación de una red de monitoreo de ruido, al permitir de una manera objetiva evaluar en tiempo real los niveles de presión sonora y compararlos con los estándares normativos.

- La Red Piloto de Monitoreo de Ruido, como instrumento de gestión, le permitirá a la Autoridad Ambiental municipal, dar cumplimiento a lo dispuesto en el Acuerdo 0373 de 2014, Subcapítulo III, Calidad Ambiental artículo 98, en lo que respecta a la definición de las zonas críticas y declaración de las Zonas de Protección Acústica – APA para la ciudad.
- Es necesario realizar un análisis más detallado respecto a la principales causas por las cuales la comunidad presenta denuncias por ruido, teniendo en cuenta que aunque para las comunas 2, 3, 17 y 19, coinciden los altos niveles de ruido con un registro numeroso de quejas, para otras comunas como la 1, 14,15 y 16, que registran valores promedio de ruido ambiental similares, por encima de los 70 dB, se reporta un valor mucho más bajo de quejas por este tipo de impacto. Cabe anotar que la mayoría de estas comunas se encuentran ubicadas hacia el oriente de la ciudad, por lo que de manera hipotética inicialmente podría considerarse un tema de cultura, que le permite a la comunidad tener un mayor nivel de tolerancia y conductas o actividades que implican en las dinámicas sociales mayores niveles de ruido.
- Es importante que la Autoridad Ambiental considere entre las estrategias de prevención y mitigación del ruido, el fortalecimiento de los procesos educativos con la comunidad, enfatizando en los efectos asociados a la salud y la calidad de vida.
- Es necesario que la Autoridad Ambiental del municipio de Cali acoja esta propuesta de implementación de la Red Piloto de Monitoreo de Ruido, teniendo en cuenta que este tipo de sistemas operan desde hace más de 20 años en otros países y en la actualidad continua siendo considerada una de las mejores alternativas para la automatización de los monitoreos de ruido ambiental. Los datos obtenidos en su mayoría, son incorporados en software de predicción y simulación acústica para la elaboración de mapas de ruido sin

necesidad de utilizar métodos como el indicado en la Resolución 0627 de 2006, que implican cientos de mediciones en puntos definidos a través de grilla.

- Es necesario analizar con más detalle las alternativas de estructuras existentes en el mercado para definir aquella que convenga más para la instalación de las estaciones de monitoreo de ruido, desde el punto de vista del incremento en los costos, la seguridad de los equipos y facilidad en la optimización de las estructuras existentes. Asimismo evaluar otras alternativas como equipos adaptados con paneles solares, que podrían reducir consumos de energía y costos por este servicio (en caso de que no lo asuma el municipio). Los costos globales indicados en la presente investigación son aproximados y pueden variar en función de elementos o procesos adicionales que se requieran para la instalación, puesta en marcha y operación.
- Se recomienda a la Autoridad Ambiental del municipio de Cali, considerar la Matriz de Priorización elaborada, como herramienta importante para la identificación de las comunas con mayor conflicto por ruido y en la cuales deben concentrarse las acciones que se planteen en los Planes de Descontaminación Acústica.

8. REFERENCIAS

- Abad, A. & Servin, L. A. (1984). Introducción al muestreo. Segunda edición. México D.F: Ed. Limusa. 216 p.
- ABC Salud. (2015). El ruido de los coches acelera el riesgo de muerte cardiovascular. URL disponible en: <http://www.abc.es/salud/noticias/20150624/abci-traffic-contaminacion-201506241037.html>. Ultimo Acceso: 14 de julio de 2015.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2008). Plan de desarrollo 2008-2011. URL disponible en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Comuna%201.pdf>. Ultimo Acceso: 4 de julio de 2015.
- Arcos, M.; Solano, J.; Llanos, R. & Gallego, A. (2007). Una mirada descriptiva a las comunas de Cali. Universidad ICESI. Santiago de Cali. Pág. 18, 22, 90, 98. URL disponible en: http://www.icesi.edu.co/jcalonso/images/pdfs/Publicaciones/una_mirada_de_scriptiva_a_las_comunas_de_cali.pdf. Ultimo acceso: 1 de agosto de 2015.
- ARQHYS Arquitectura. Muestreo aleatorio estratificado. URL disponible en: <http://www.arqhys.com/general/muestreo-aleatorio-estratificado.html>. Ultimo acceso: 8 de agosto de 2015.
- Associates in Acoustics, Inc., BP International Limited and the University of Wollongong. (2009). Manual del Estudiante. Ruido – Medición y sus efectos. Pág. 23, 24. URL disponible en: <http://www.ohlearning.com/Files/Student/JC22%20v1-0%2009Apr10%20W503%20Manual%20del%20estudiante%201.pdf>. Ultimo acceso: 8 de agosto de 2015.

Ayuntamiento de Madrid. Calidad del Aire. Redes de control de la contaminación acústica. URL disponible en: http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/cal aire/contAcustica/redes_control.html. Ultimo Acceso: 4 de julio de 2015.

Berglund, B.; Lindvall, T. & Schwela, D.H. (1999). Guías para el ruido urbano. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. Pág. 2 – 8.

Canavos, G. C. (1986). Probabilidad y estadística, aplicaciones y métodos. México D.F: Ed. Mc. Graw Hill, 651 p.

Cifuentes, G. (2013). Descripción de líneas de Investigación en ECAPMA. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. URL disponible en: <http://estudios.unad.edu.co/images/ecapma/archivosEscuela/L%C3%ADnea%20de-Investigaci%C3%B3n-en-la-Escuela-ECAPMA.pdf>. Ultimo Acceso: 23 de junio de 2014.

DANE (2014). Boletín de prensa fuerza laboral y educación. URL disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/especiales/educacion/Bol_edu_2013.pdf. Ultimo Acceso: 14 de julio de 2014.

Escorcía, O. (2010). Manual para la investigación. Guía para la formulación, desarrollo y divulgación de proyectos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

El País. (2015). Bajar un decibelio el ruido del tráfico evitaría 468 muertes al año en Madrid. URL disponible en: http://elpais.com/elpais/2015/01/15/ciencia/1421352172_339135.html. Ultimo Acceso: 14 de julio de 2015.

Escuela Colombiana de Ingeniería. (2007). Niveles de ruido protocolo laboratorio de condiciones de trabajo. URL disponible en: <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>. Ultimo Acceso: 14 de julio de 2015.

Fernández M. (2007), Seminario de proyecto de Grado. Universidad del Valle. URL disponible en: http://eisc.univalle.edu.co/materias/Seminario_de_Trabajo_de_Grado/material.html. Ultimo Acceso: 31 de mayo de 2015.

Futuro Sustentable. Sistema de monitoreo de aire y ruido en la Ciudad de Buenos Aires. URL disponible en: http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/apra/calidad_amb/red_monitoreo/texto.php?menu_id=32434#z. Ultimo Acceso: mayo 31 de 2015.

Gómez, M.; Jaramillo, A.; Sánchez, L. & Yepes, D. (2008). Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano - Caso Medellín. URL disponible en: http://www.corpoguajira.gov.co/web/attachments/149_Evaluacion_Informe_Final__RUIDO-RAS_2009.pdf. Ultimo Acceso: 14 de julio de 2015.

ICONTEC. Estilo de referencias bibliográficas normas ICONTEC. URL disponible en: <http://www.autoreseditores.com/blog/2011/08/28/estilos-de-referenciasbibliograficas-normas-icontec/>. Ultimo Acceso: 4 de diciembre de 2014.

Londoño, C. (2009). Revista ingenierías universidad de Medellín. Diseño de la Red de Vigilancia de Ruido para los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Pág. 23-38.

Medrano, H. & Antezana, J. (2013). Mapa de ruido de los distritos 10, 11 y 12 de la ciudad de Cochabamba. URL disponible en: http://www.sancarlos.edu.py/documentos/MANUAL_DE_ELABORACION_D_E_TESIS_2013.pdf. Ultimo Acceso: 2 de marzo de 2015.

Ministerio de la Protección Social. (2006). Guía Pedagógica para la gestión del cambio organizacional. URL disponible en: <http://mps1.minproteccionsocial.gov.co/evtmedica/linea%203.1/2.4matrices.html>. Ultimo Acceso: 14 de Junio de 2015.

Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía. (2005). Ruido y Salud. Pág. 7, 11, 12, 18, 19-37. URL disponible en: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824. Ultimo Acceso: 14 de mayo de 2015.

Periódico El Mundo. (2014). Asocian el ruido del tráfico a la mortalidad por diabetes. URL disponible en: <http://www.elmundo.es/salud/2014/08/20/d77697268e3e76238b4575.html>. Ultimo Acceso: 14 de junio de 2015.

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid – Universidad de Medellín. Gestión para la prevención y mitigación del ruido urbano. Pág. 3-1, 3-2, 3-6, 3-15. URL disponible en: <http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/IsdocRuido/Gestion%20para%20la%20prevencion%20y%20mitigacion%20del%20ruido%20urbano.pdf>. Ultimo Acceso: 16 de julio de 2015.

Pinzón, H. (2015). Determinación del tamaño de la muestra. Asignatura de Estadística II del programa curricular de las carreras de Administración de

Empresas e Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional. Sede Manizales. URL disponible en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4030006/lecciones/capitulo6/6_6_5_1.html. Ultimo Acceso: 13 de junio de 2015.

Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. (2011). Mapa de Ruido y arranque de una Red Piloto de Monitoreo de ruido. URL disponible en: <http://www.planverde.df.gob.mx/ecotips/73-miscelanea/590-la-secretaria-del-medio-ambiente-presenta-nuevo-mapa-de-ruido-y-arranque-de-una-red-piloto-de-monitoreo-del-ruido.pdf>. Ultimo Acceso: 14 de marzo de 2015.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. (2013). Reglamento general Estudiantil. Consejo Superior Universitario. URL disponible en: http://sgeneral.unad.edu.co/images/documentos/consejoSuperior/acuerdos/2013/COSU_ACUE_029_20131229.pdf. Ultimo Acceso: 18 de marzo de 2015.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD (2014). La investigación en la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. URL disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7551/1/manualparalainvestigaci%C3%B3n.pdf>. Ultimo Acceso: 20 de marzo de 2015.

Universidad de Azuay. Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador IERSE. (2012). Mapa de ruido del área urbana de la ciudad de Cuenca. Informe final. Pág. 62-73, 81-86, 97, 106-108. URL disponible en: http://cga.cuenca.gob.ec/Informacion_Ambiental/Mapa%20de%20Ruido.pdf. Ultimo Acceso: 10 de marzo de 2015.

Vásquez Medina, J.; Ortiz, F.; Franco, C. A. & Aranzazú, C. (2010). Matriz de Priorización para la Toma de Decisiones. URL disponible en: http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03_Matriz%20de%20priorizacion, Ultimo Acceso: 4 de julio de 2015.

Vélez, A. (2004). Ruido Industrial. URL disponible en: <http://www.indisa.com/indisaonline/anteriores/16.htm>. Ultimo Acceso: 13 de julio de 2015.

9. ANEXOS

Anexo 1 – Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental, expresados en Decibeles dB(A). Resolución 0627 de 2006.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, 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 usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	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
	Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55
Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.			
Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.			

Anexo 2. Formato de encuesta aplicada

ENCUESTA SOBRE RUIDO

Fecha:

Rol Desempeñado:

Barrio:

Comuna:

1. Usted considera que el ruido es?

- a) Onda sonora que se emite en una zona específica
- b) Sonido inarticulado, por lo general desagradable
- c) Mezcla de sonidos agradables al oído

2. Usted considera es la principal fuente generadora de ruido es?:

- a) Vendedores Ambulantes
- b) Tráfico Vehicular
- c) Industrias
- d) Establecimientos de comercio (Discotecas, bares, iglesias Talleres)
- e) Actividades Domésticas (Fiestas en viviendas)
- f) Otros Cuál? _____

3. Relacione la fuente generadora de ruido con la dependencia responsable de regular.

- | | |
|--|----------------------------|
| (1) Control de fuentes móviles | Secretaría de Gobierno () |
| (2) Control de vendedores ambulantes | Secretaría de Salud () |
| (3) Valoración del ruido interior de Viviendas | Secretaría de Tránsito () |
| (4) Ruido Doméstico (Fiestas en viviendas) | Inspección de Policía () |
| (5) Establecimientos de comercio | DAGMA () |

4. Usted considera que una red de ruido es?

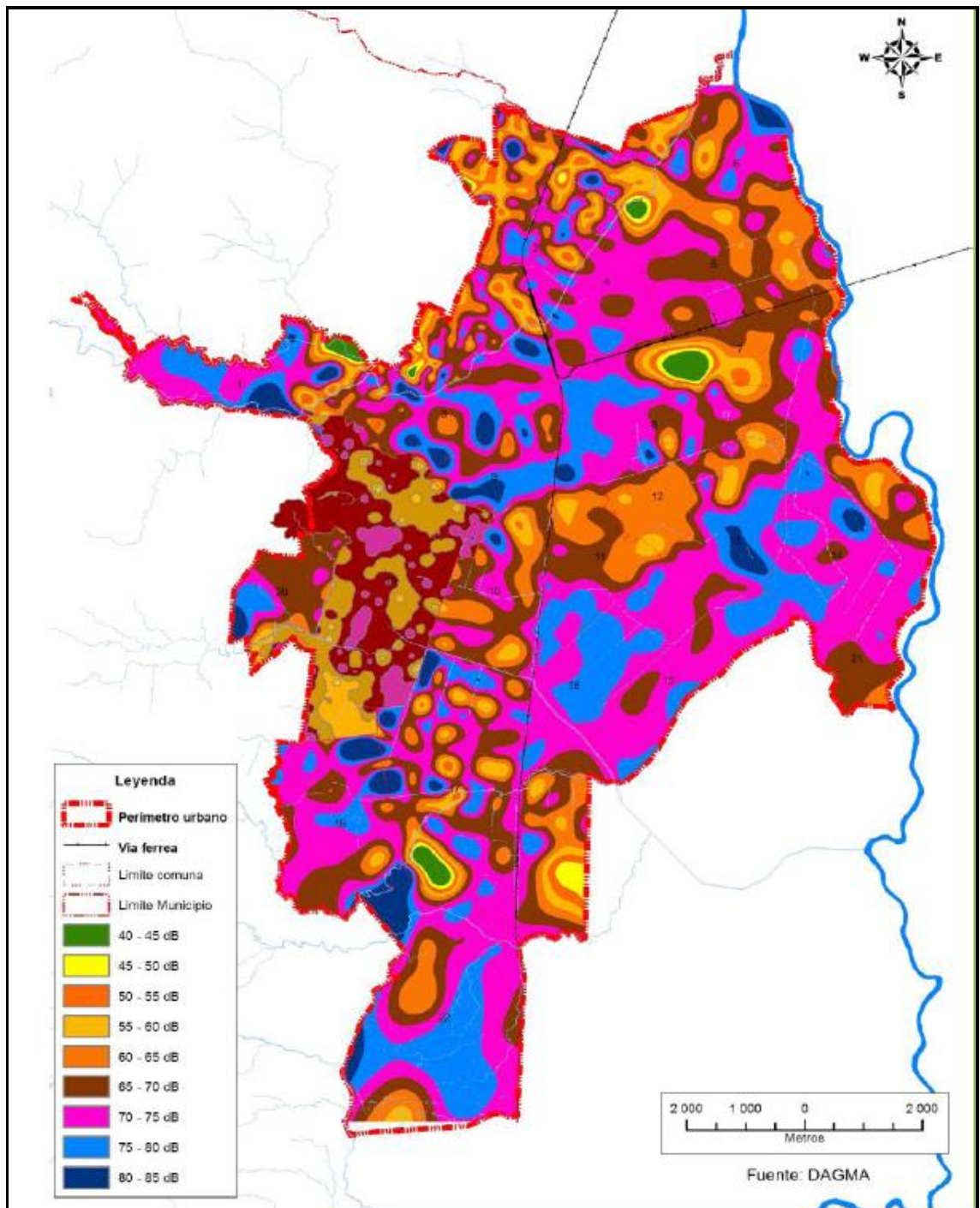
- a) Conjunto de estaciones que permiten la medición permanente de ruido ambiental
- b) Equipo que permite medir ruido de una fuente puntual
- c) Estaciones que permiten identificar las fuentes generadoras de ruido

5. Usted considera que la mejor alternativa para reducir la contaminación acústica en la ciudad es? (seleccione una o más opciones según lo considere necesario)

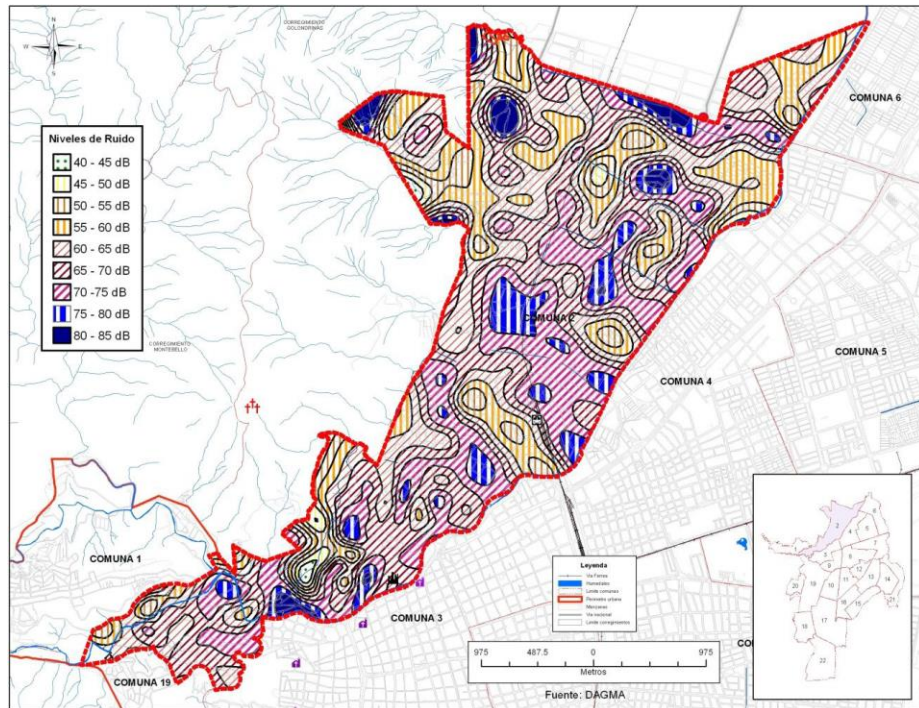
- a) Mayor control de las fuentes fijas (empresas, industrias) por parte de la AA
- b) Instalar una red de monitoreo de ruido
- c) Mayor restricción para emisión de ruido de Automotores
- d) Mejoramiento de las vías
- e) Otras Cuáles? _____

Nombre - Firma del Encuestado(a)

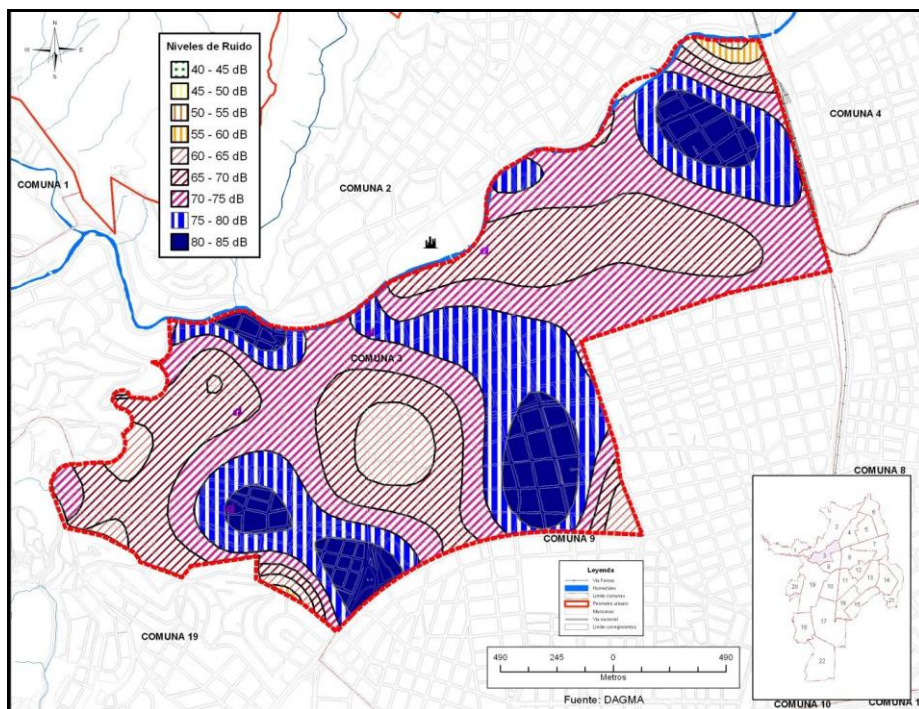
Anexo 3. Mapa de Ruido diurno de Santiago de Cali.



Anexo 4. Mapa de Ruido Comuna 2 y 3. DAGMA (2010 - 2011)

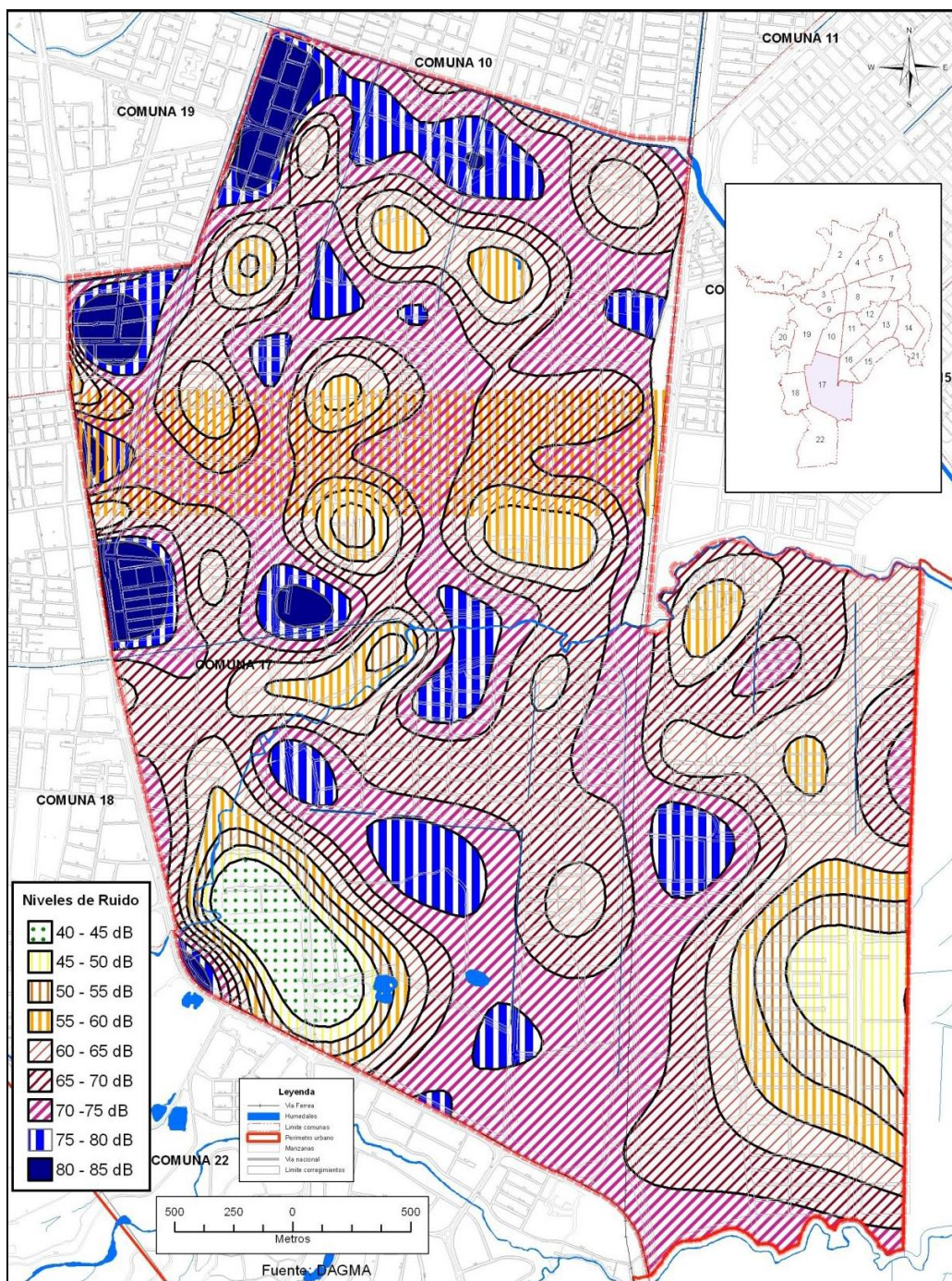


Mapa de Ruido Comuna 2.

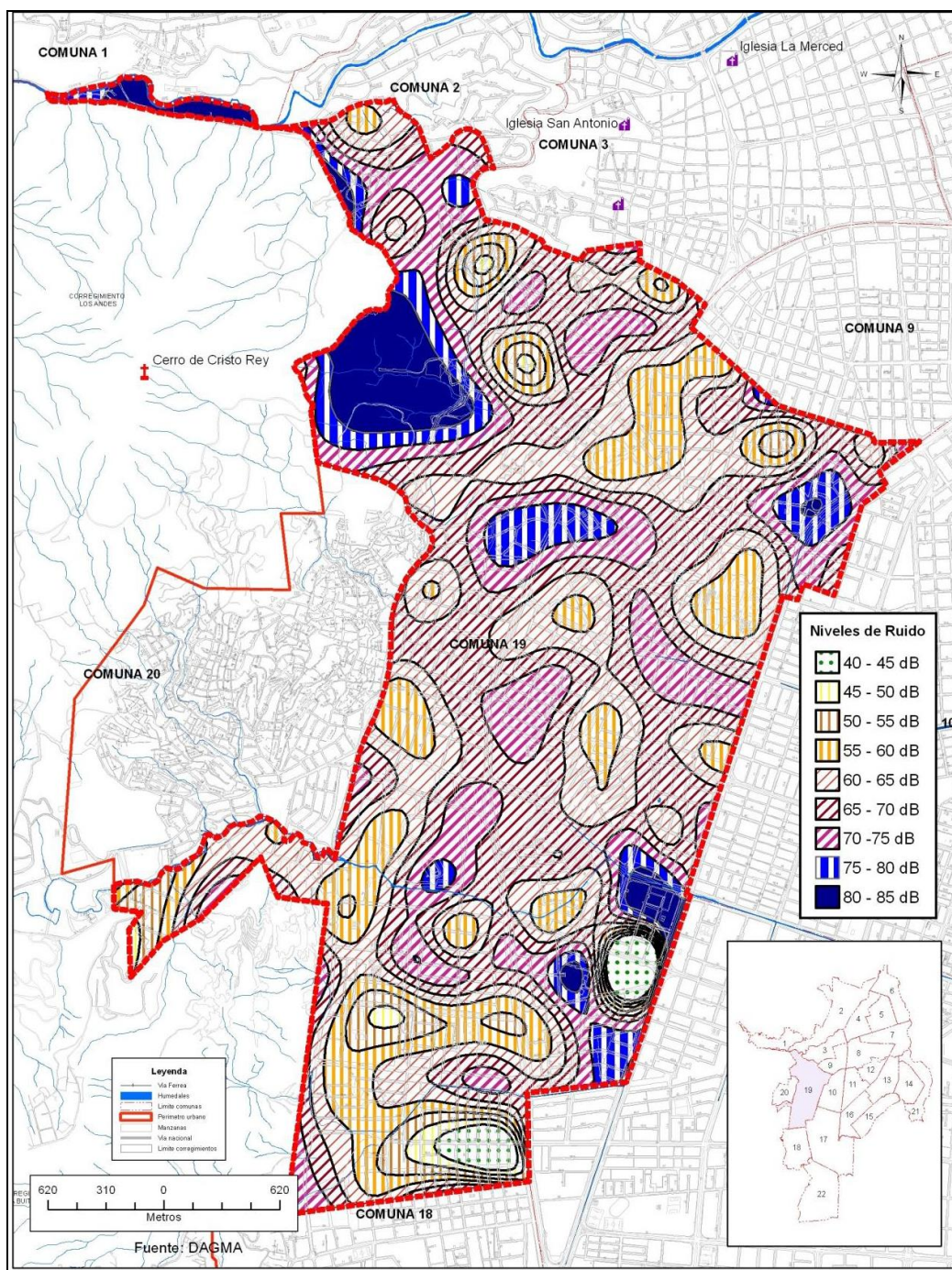


Mapa de Ruido Comuna 3.

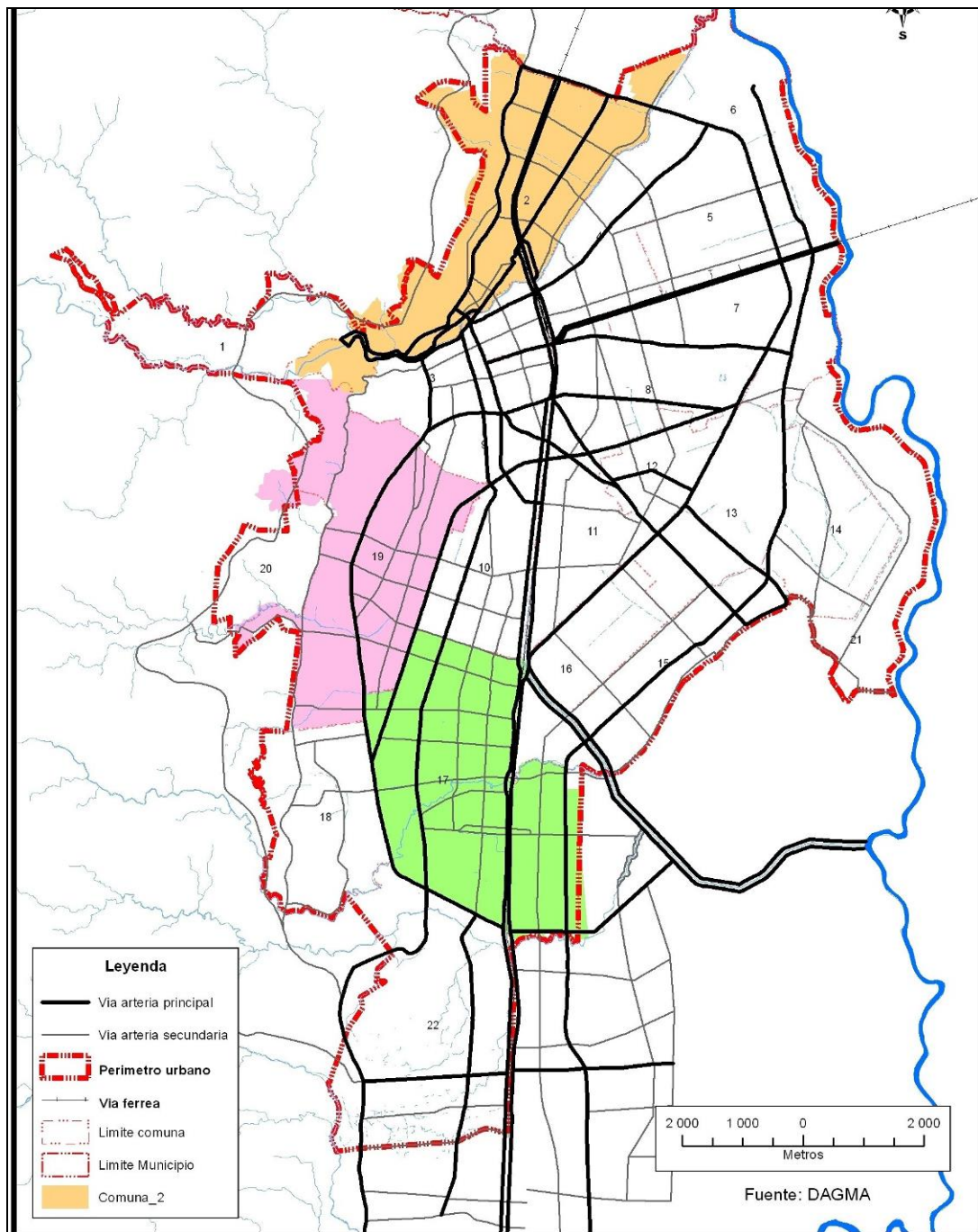
Anexo 5. Mapa de Ruido Comuna 17. DAGMA (2010 - 2011)



Anexo 6. Mapa de Ruido Comuna 19. DAGMA (2010 - 2011)



Anexo 7. Mapa de Vías principales y secundarias – Comunas 2, 3, 17,19.



Anexo 8. Presupuesto aproximado para la implementación de la Red Piloto de Monitoreo de Ruido Ambiental.

ÍTEM	UNIDAD DE COMPRA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PROMEDIO COTIZADO AÑO 2014	VALOR NETO
SUMINISTRO, CONFIGURACIÓN Y TRANSMISIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE PRESIÓN SONORA AL CENTRO DE CONTROL.						
1. ESTACIONES DE MONITOREO DE RUIDO						
1.1.	ESTACIÓN DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL	<p>A. Sonómetro de alta gama para el monitoreo en tiempo real de ruido permanente.</p> <p>B. Micrófono de intemperie: micrófono preamplificador expuesto al aire libre (para intemperie) tipo 1 estándar IEC 61672. Incluir un kit de intemperie de repuesto por equipo.</p> <p>C. Hardware de adquisición y transmisión de datos: interface con fuente de poder para CD y CA, para el sonómetro, conexión del micrófono de intemperie, mínimo cuatro (4) puertos USB, para modem celular, análogo, GPS, sensor de meteorología con conexión para internet o wireles.</p> <p>D. Armario de intemperie: caja de fibra de vidrio hermética para protección de los equipos con aislamiento térmico de protección ip66 para intemperie y soportes de anclaje.</p> <p>E. Soporte de instalación: torre hidráulica en acero inoxidable de 15 metros calibre 40s y diámetro 5".</p>	Estación de Monitoreo de Ruido Ambiental.	5	57.940.248	289.701.241
2. ACONDICIONAMIENTO LOCATIVO						
2.1.	ADECUACIONES FÍSICAS	Anclaje de la estructura que soporta la estación al sitio y/o lugar definido	GL	5	4.000.000	20.000.000
3. EQUIPOS DE METEOROLOGÍA						
3.1.	METEOROLOGÍA	Sensor combinado de meteorología (temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, precipitación).	SENSOR	5	21.776.377	108.881.885
TOTAL						\$ 418.583.125

ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN – ACTUALIZACIÓN DEL CENTRO DE CONTROL DEL SVCASC						
ITEM	UNIDAD DE COMPRA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR PROMEDIO	
1	COMPUTADOR	Procesador: Inter Core I7 o amd (de mínimo 2.5 ghz) de última generación.	COMPUTADOR	2	2.500.000	
2	PANTALLA VISUALIZACIÓN	Pantalla Smart tv full HD tecnología LED de 42",	SMART TV	1	2.000.000	
3	SERVIDOR DEL SVCASC	Repotenciación del servidor del SVCASC que incluya disco duro, mantenimiento del software y hardware y configuración y actualización del centro de control.	GL	1	18.000.000	
TOTAL						\$ 22.500.000
VALOR TOTAL PROMEDIO PARA LA IMPLEMENTACION DE LA RED PILOTO (5 ESTACIONES)						\$ 441.083.125