



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 18 de Junio de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

FEDERICO HAHASSIAH ROJAS CHARRY, con C.C. No. 7.713.946,

KATHERINE SUAREZ COLLAZOS, con C.C. No. 1.083.870.202,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado CARACTERIZACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA DE LAS FUENTES EN LA COMUNA SIETE DE LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA, presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental;

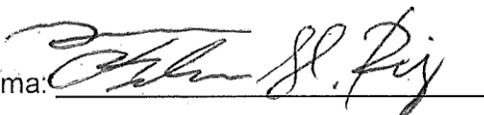
Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

FEDERICO HAHASSIAH ROJAS CHARRY:

KATHERINE SUAREZ COLLAZOS:

Firma: 

Firma: 

Vigilada Mineducación



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: CARACTERIZACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA DE LAS FUENTES EN LA COMUNA SIETE DE LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
ROJAS CHARRY	FEDERICO HAHASSIAH
SUAREZ COLLAZOS	KATHERINE

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CERQUERA PEÑA	NÉSTOR ENRIQUE

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
No aplica	No aplica

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2019 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 62

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos Ilustraciones en general Grabados
Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones
Tablas o Cuadros

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: No aplica



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

MATERIAL ANEXO:

- Anexo 1. Certificado Calibración Sonómetro
- Anexo 2. . Instrumento de medición niveles de percepción sonora.
- Anexo 3. Datos Tabulados para el Alfa de Cronbach.
- Anexo 4. Fase de Campo

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*): No Aplica

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Ruido	Noise	6. Contaminación	Pollution
2. Sonómetro	Sound level meter		
3. Comuna Siete	Commune Seven		
4. Neiva	Neiva		
5. Resolución 0627 2006	Resolution 0627 2006		

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La ciudad de Neiva, municipio con constante crecimiento poblacional y expansión urbana, viene generando problemas a nivel de movilidad y con esto incrementando las emisiones de ruido, creando riesgo para la salud de los habitantes de la ciudad. Por este motivo se hace necesario realizar un estudio de caracterización mediante medición de los niveles de presión sonora de las fuentes de la Comuna Siete.

Fueron evaluados los niveles de contaminación sonora producto de las actividades comerciales y de tránsito vehicular en la zona de estudio. Se establecieron 16 puntos para la toma de datos, en donde se realizó mediciones con un sonómetro tipo II, mediante la metodología establecida por la Resolución 0627 del 7 de abril del 2006. Se especifican horarios diurnos, nocturnos en días hábiles para la medición y así poder llegar a un análisis, la cual permitió verificar su cumplimiento respecto a los niveles de presión sonora en la Comuna Siete.

Las áreas de mayor ruido ambiental, fueron aquellos donde se hallaban el tránsito de vehículos, motocicletas y regiones limítrofes de movilidad de transeúntes como avenidas y colegios. Como resultado de la investigación se elaboraron 4 mapas de ruido ambiental (2 para días hábiles diurno – nocturno y 2 de uso del suelo). Los cuales sirven como base para



formular recomendaciones a la Comunidad en general y a las Secretarías Ambientales y Planeación del Municipio de Neiva para la toma de decisiones.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The city of Neiva, a municipality with sustained population growth and urban expansion, has been generating problems in mobility and so increasing noise emission, creating a risk to the inhabitants' health in the city. For this reason, it is necessary to carry out a characterization study through the sound pressure measurement levels of the sources in the Commune Seven.

The levels of noise pollution resulting from commercial activities and vehicular traffic in the study area were evaluated. 16 points were established for data collection, where measurements were carried out with a type II sound level meter, using the methodology established by resolution 0627 of April 7, 2006. Daytime, nighttime schedules, working days are specified for the measurement and thus being able to reach an analysis, which allowed verifying its compliance with the sound pressure levels in the Commune Seven.

The areas of greatest environmental noise were those where it was found the transit of vehicles and motorcycles and the bordering regions of passers-by mobility such as avenues and schools. As a result of the research, 4 maps of environmental noise were elaborated (2 for daytime - nighttime working days and 2 for land use), which serve as a basis to formulate recommendations to the Community in general and to the environmental and planning secretaries of the Municipality of Neiva for decision making.

APROBACION DE LA TESIS

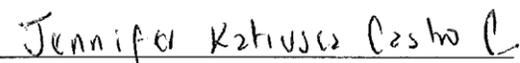
Nombre Presidente Jurado: Dr. ALFREDO OLAYA AMAYA

Firma: 

Nombre Jurado: Dr. ALFREDO OLAYA AMAYA

Firma: 

Nombre Jurado: MSc. JENNIFER KATIUSCA CASTRO CAMACHO

Firma: 



CARACTERIZACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA DE LAS FUENTES EN
LA COMUNA SIETE DE LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA.

KATHERINE SUAREZ COLLAZOS
FEDERICO HAHASSIAH ROJAS CHARRY

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
NEIVA
2019



CARACTERIZACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA DE LAS FUENTES EN
LA COMUNA SIETE DE LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA.

KATHERINE SUAREZ COLLAZOS
FEDERICO HAHASSIAH ROJAS CHARRY

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental

Director
NÉSTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA MSc.
Ingeniero Agrícola

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
NEIVA
2019

APROBADO

Dr. ALFREDO OLAYA AMAYA
Presidente del Jurado

MSc. JENNIFER KATIUSCA CASTRO CAMACHO
Jurado

MSc. NÉSTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA
Director

Neiva, junio de 2019

Dedicatoria

Quiero dedicar este logro a:

Dios y mi familia que ha sido el apoyo siempre en mis retos profesionales y personales.

Katherine Suarez Collazos

A la Memoria de mi abuela Elvira Charry Lozada, Una mujer que con su ejemplo me enseñó el temor a Dios e imprimió en mí su carácter.

Te amo Abuelita.

Federico Hahassiah Rojas Charry

Agradecimientos

A Dios por darnos la sabiduría y entendimiento y a nuestras familias por el apoyo incondicional.

Al Msc. NÉSTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA, director del Proyecto, por la orientación y apoyo permanente durante este proceso.

A la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) por el préstamo del sonómetro.

A la Policía Nacional que nos apoyó con la seguridad en el momento de realizar la fase de campo.

Y a todas aquellas personas que, de una u otra manera, mediante su ayuda y colaboración hicieron posible que este proyecto se pudiera realizar.

Resumen

El ruido se ha convertido en una amenaza a la salud física y mental para los habitantes de los centros urbanos, el crecimiento poblacional, el tráfico vehicular, las continuas obras civiles, las terminales aéreas y terrestres, los centros académicos, las industrias, el comercio y los lugares de esparcimiento, entre otras fuentes, han convertido la contaminación del aire por ruido como un problema de salud pública que afecta sobre todo a las grandes ciudades.

Colombia no es ajena a la problemática mundial de la contaminación por ruido. El crecimiento acelerado de las capitales del país, sumado a la falta de urbanismo y la planificación de estas, ha acrecentado el problema. Es el caso de la ciudad de Neiva, municipio que presenta un constante crecimiento en su población y expansión urbana, generando problemas al nivel de movilidad y con esto incrementando las emisiones de ruido, creando riesgo para la salud de los habitantes de la ciudad; para lo cual, se hace necesario realizar un estudio de caracterización mediante medición de los niveles de presión sonora de las fuentes de la Comuna Siete.

Se evaluaron los niveles de contaminación sonora producto de las actividades en la zona de estudio. A partir de datos recolectados en los distintos puntos de muestreo que se determinaron bajo metodología y aplicación de instrumentos que permitieron evaluar el nivel de percepción de la comunidad que habita en la zona de estudio. Se realizó un análisis estadístico de la información para determinar el grado de afectación y comparación con los niveles establecidos en la Resolución 0627 de 2006, lo cual permitió verificar su cumplimiento respecto a los niveles de presión sonora en la Comuna Siete. Y con ellos generar una línea de información base para futuros trabajos de investigación que se realicen en la zona y a partir de estos buscar alternativas y estrategias de solución ambiental para mejorar la salud de sus habitantes.

Tabla de contenido

Introducción.....	9
1.1 Antecedentes	11
1.2. Problema	12
1.3 Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
CAPITULO 2.....	15
Marco Teórico	15
2.1 El Ruido.....	15
2.1.1. Fuentes Y Efectos.....	18
2.2 Marco Legal	19
Capítulo 3.....	22
Materiales y Métodos	22
3.1 Área de estudio	22
3.1.1 Puntos de Muestreo.....	23
3.2 Materiales.....	27
3.3 Establecimiento de los horarios y tiempos de medición:.....	27
3. 4. Metodología.....	27
3.4.1 Determinación de los niveles de presión sonora.....	27
3.4.1.1 Muestreo Diurno.....	28
3.4.1.2 Muestreo Nocturno.....	29
3.5. Instrumento percepción de ruido.....	31
3.5.1 Elaboración del instrumento	31
3.5.2 Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación de instrumento.....	32
3.6 Determinación de los Niveles De Presión Sonora	34
Capítulo 4.....	36
Resultados y análisis.....	36
4.2. Comparación con la Resolución 0627 del 2006.....	36
4.3. Comparación con los Datos del 2016 CORHUILA.	39
4.3.1. Jornada diurna	39
4.4. Instrumento de percepción del ruido por la comunidad	42
4.4.1 Validez y consistencia del instrumento.....	42
4.2. Análisis Instrumento.....	42

4.3. Mapas de ruido y uso del suelo.	48
5. Conclusiones	53
6. Recomendaciones	55
7. Bibliografía	56

Listas de Tablas

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en db(A) ..	20
Tabla 2 Localización de los puntos de muestreo realizados en el 2016.	24
Tabla 3 Descripción de las zonas de la Comuna Siete y puntos de muestreo.	25
Tabla 4 Horarios establecidos por la Resolución 0627 para medición de ruido diurno y nocturno.	27
Tabla 5. Datos de monitoreo de ruido realizado durante el periodo diurno para la Comuna Siete.	29
Tabla 6. Datos de monitoreo de ruido realizado durante el periodo nocturno para la Comuna Siete.	30
Tabla 7. Valores de criterio de confiabilidad.	34
Tabla 8. Datos de mediciones LAeq diurno y nocturno Comuna Siete.	36
Tabla 9. Comparación con la Resolución 0627 del 2006 para Jornada diurna.	37
Tabla 10. Comparación de los datos obtenidos con la Resolución 0627 del 2006. Jornada nocturna.	38
Tabla 11. Comparación de los datos obtenidos LAeq 2016 - 2019 diurno.	40
Tabla 12. Comparación datos obtenidos de LAEQ 2016 - 2019 nocturno.	41
Tabla 13. Escala de valoración.	43

Lista de Figuras

Figura 1 Escala Relativa De Presión Sonora.....	17
<i>Figura 2</i> Localización geográfica del área de estudio Comuna Siete del Municipio de Neiva Huila.	23
Figura 3 Puntos de muestreo Comuna Siete Municipio de Neiva Huila.....	26
Figura 4 Evaluación de la percepción de los niveles de presión sonora.	43
<i>Figura 5</i> Evaluación del grado de afectación de los niveles de presión sonora.....	44
Figura 6 Fuentes de ruido y su afectación en actividades cotidianas.....	45
Figura 7 Afectación en actividades cotidianas según la jornada.....	46
Figura 8 Afectación Del Ruido en la Comuna Siete en Actividades Diarias.....	47
Figura 9 Mapa de ruido diurno Comuna Siete Municipio de Neiva.	49
Figura 10 Mapa de ruido nocturno Comuna Siete Municipio de Neiva.	50
Figura 11 Mapa uso del suelo y áreas de conflicto por ruido de la Comuna Siete Nocturno. Adaptado Camara de Comercio Neiva, 2019.....	51
Figura 12 Áreas de conflicto por ruido según POT Comuna Siete Municipio de Neiva Diurno. Adaptado Cámara de Comercio Neiva, 2019.....	52

Capítulo 1.

Introducción e información general

Introducción

El sonido se define como la propagación de las ondas acústicas en un medio que puede ser detectada por el oído humano, es importante que el medio por el que viajan las ondas sonoras posea masa y elasticidad, como el agua o el aire. Cuando el sonido es molesto o no deseado se convierte en ruido (Cyril M., 1995).

El ruido ambiental al que están expuestos los habitantes de las áreas urbanas está compuesto por sonidos de diversas fuentes, y cuya presencia es nociva o molesta para las personas, el ambiente o los animales. El ruido es considerado uno de los principales contaminantes de las ciudades y el tráfico vehicular como la principal fuente de contaminación ambiental por ruido (Velez Moreno & Espinosa Valencia, 2008).

La modernidad ha llevado a que más del 50% de la población mundial viva en las ciudades (Organización Mundial de la Salud - OMS, 2018), esta aglomeración de personas compartiendo el mismo espacio físico ha traído consigo problemas ambientales que afectan la calidad de vida de sus habitantes, entre ellas la contaminación por ruido.

La contaminación por ruido ocasiona alteración en el comportamiento de las personas como irritabilidad, nerviosismo, falta de concentración, problemas del sueño, también se ha demostrado que incide en el aumento de la presión arterial (Chang, Lin, Yang, Bao, & Chang, 2012; Otterström, 1995). Es necesario ser conscientes que el ruido no solo produce afectación en la audición sino que también produce diferentes consecuencias que afectan a los individuos en los diversos aspectos psicosociales (Martínez, Gallego, & Ruiz, 2003).

Colombia no es ajena a esta problemática mundial de la contaminación por ruido. El crecimiento acelerado de las ciudades capitales del país, entre estas Neiva, sumado a la falta de urbanismo y la planificación, hace que en Colombia el panorama de la contaminación por ruido no sea muy alentador. Estudios realizados en diferentes ciudades del país han demostrado que existe correlación positiva entre el crecimiento de la actividad económica y los niveles de ruido a los cuales están sometidos sus habitantes (Jaramillo, González, Betancur, & Correa, 2009).

Para poder cuantificar el ruido ambiental generado en un área específica es necesario medir los niveles de presión sonora, para ello se emplea el sonómetro como instrumento para calcular los decibeles producidos por las diferentes fuentes en una zona determinada.

Esta investigación midió los niveles de presión sonora de la Comuna Siete de la ciudad de Neiva empleando la metodología descrita en la Resolución 0627 del 2006 y a través del instrumento aplicado se conoció la percepción de la comunidad frente a la contaminación por ruido generado por diversas fuentes, además se generaron los mapas de ruido.

1.1 Antecedentes

Neiva es la ciudad capital del departamento del Huila, en este municipio la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) ha realizado estudios de ruido, en el 2011, y junto con la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín establecieron la línea base de ruido ambiental de la zona microcentro del municipio, donde se evaluaron los niveles de ruido utilizando técnicas de muestreo con procesamiento geo-estadística, produciendo el mapa acústico e incluyendo la formulación de lineamientos para el plan de descontaminación del Microcentro de Neiva (CAM,2011). En el 2016 la CAM realizó el mapa de ruido y formuló de nuevo el plan de descontaminación del ruido para el municipio de Neiva (CAM, 2016).

En el 2016, estudiantes del Programa de Ingeniería Ambiental de la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, realizaron un estudio sobre los niveles de ruido y la percepción de éste, en la Comuna Siete de la ciudad de Neiva elaborando el primer mapa de ruido sobre esta comuna (Ramírez Zarta , Garcia Ladino, & Mosquera Cleves, 2016). De ahí que se hace necesario actualizar la información mediante un estudio que permita comparar como ha sido la evolución del ruido en estos últimos años.

La investigación pretende lograr que esta sea una herramienta de apoyo para que las autoridades ambientales aprovechen los mapas de ruido de la comuna; y así realizar los respectivos controles; además, obtener un mayor conocimiento y adquisición de conciencia de los daños que este contaminante puede causar a corto y largo plazo, e innovar las políticas de control de ruido, renovando el marco legal y contemplando la regulación del ruido ambiental generado por las diferentes fuentes.

1.2. Problema

El ruido se ha convertido en una amenaza a la salud física y mental para los habitantes de los centros urbanos, el crecimiento poblacional, el tráfico vehicular, las continuas obras civiles, las terminales aéreas y terrestres, los centros académicos, las industrias, el comercio, los lugares de esparcimiento, entre otras fuentes, han convertido la contaminación por ruido como un problema de salud pública que afecta sobre todo a las grandes ciudades del mundo, y es de vital importancia que los gobiernos locales y nacionales creen políticas públicas que contribuyan a mitigar esta problemática.

El estudio titulado, Índice Mundial de Audición (The World Hearing Index), elaborado por la empresa alemana especializada en tecnologías de audición, Mimi Hearing Technologies GmbH, reveló cuáles son las ciudades a nivel mundial que más padecen problemas de ruido, encabezando la lista de este índice se encuentra la ciudad de Guangzhou, China, seguidas por Nueva Delhi, India y el Cairo, Egipto; por Latinoamérica están Ciudad de México, México y Buenos Aires, Argentina, en el puesto octavo y decimo respectivamente, además este estudio determinó que los habitantes de una gran ciudad tienen una pérdida de audición equivalente a entre 10 y 20 años más que su edad real (Consumer, 2017).

En las metrópolis se realizan periódicamente monitoreo a los niveles de ruido para poder tomar decisiones que ayuden a la planeación urbanística y la mitigación de este contaminante. Esto se realiza porque las ciudades están en constantes desarrollo y expansión. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que en el año 2050 dos tercios de la población mundial vivirá en las ciudades (Organizacion Mundial de la Salud - OMS, 2018), esta migración de la población rural a la urbana, hace imperioso que este tipo de estudio o monitoreo de los niveles de ruido se realicen de forma periódica.

Es por ello la necesidad de identificar estas fuentes de ruido, la percepción de la población frente a este contaminante, y así determinar las acciones adecuadas que busquen una mejora tanto para la población como para el medio ambiente.

La Comuna Siete de la ciudad de Neiva se encuentra en constante crecimiento urbanístico, esto ha generado que el uso del suelo en algunas zonas de la comuna haya pasado de residencial a comercial, para poder evaluar que tanto estos cambios están afectando a los habitantes y personal flotante que laboran en actividades comerciales y académicas, se considera necesario realizar un estudio que responda de manera satisfactoria la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los niveles actuales de presión sonora generados en la Comuna Siete de la ciudad de Neiva?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Caracterizar los niveles de presión sonora de las fuentes generadoras en la Comuna Siete de la ciudad de Neiva.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar los niveles de presión sonora en la comuna Siete de la ciudad de Neiva y compararlos frente a los límites permisibles contemplados en la legislación nacional.
2. Actualizar el mapa de ruido respecto al estudio realizado en el 2016 en la Comuna Siete por CORHUILA.
3. Evaluar la percepción actual de la comunidad frente a la contaminación del ruido ambiental y compararlos frente a resultados obtenidos en el 2016 por CORHUILA.

CAPITULO 2

Marco Teórico

2.1 El Ruido

El ruido está definido como un sonido no deseado o molesto, a su vez el sonido se define como la propagación de las ondas sonoras o acústicas en un medio que puede ser detectadas por el oído humano, es importante que el medio por el que viajan las ondas sonoras posea masa y elasticidad, como el agua o el aire, las ondas sonoras en el vacío no se propagan lo que quiere decir que no existe sonido bajo estas condiciones (Cyril M., 1995).

La siguiente información fue tomada de L. Davis & J. Masten:

Las ondas sonoras se producen de la vibración de objetos sólidos o también de la separación de fluidos a medida que pasan sobre, alrededor o a través de orificios de objetos sólidos, la vibración o separación provoca que el aire circundante este sometido en forma alterna a compresión y descompresión, estos cambios alternos en la presión es el sonido que detecta el oído humano.

La presión sonora del sonido más bajo que puede oír un individuo saludable es de 0.0002 Pa, mientras que la presión sonora que produce el despegue de un cohete espacial supera los 200 Pa, para evitar emplear una escala con intervalos tan grande de números, se utiliza la escala basada en el logaritmo de las proporciones de las cantidades medidas, estas mediciones se realizan sobre la escala denominada Niveles. La unidad de medida de la escala de los niveles es el bel. El bel (L') se define como:

$$L' = \log \frac{Q}{Q_0}(1)$$

Donde:

L' = Nivel, en bels

Q = Cantidad medida

Q_0 = Cantidad de referencia

\log = Logaritmo base 10.

Decibel (dB): es la decima parte del bel, y se calcula de la siguiente manera:

$$L = 10 \log \frac{Q}{Q_0} \quad (2)$$

La cantidad de referencia (Q_0) se ha establecido en 10^{-12} W.

Nivel de potencia del sonido: la potencia del sonido (W) se define como la energía que transmiten las ondas de presión sonora en la dirección de propagación, en un determinado tiempo, el nivel de potencia del sonido se expresa como:

$$L_W = 10 \log \frac{W}{10^{-12}} \quad (3)$$

Los niveles de sonido calculados con la ecuación 3 se reportan como decibeles ref: 10^{-12} .

Nivel de intensidad del sonido: La intensidad del sonido (I) es igual a la potencia promedio del sonido ponderado en el tiempo por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación de la onda sonora. El nivel de intensidad del sonido se expresa:

$$L_I = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \quad (4)$$

Nivel de presión Sonora: La presión sonora es la cantidad de energía sonora por unidad de superficie. El nivel de presión sonora se calcula (L_p) mediante la siguiente ecuación:

$$L_p = 20 \log \frac{(p_{rms})^2}{(p_{rms})_0^2} \quad (5)$$

Donde:

L_p = nivel de presión sonora

(p_{rms}) = presión sonora cuadrática media

$(p_{rms})_0$ = presión sonora cuadrática media de referencia, establecida en $20 \mu\text{Pa}$.

En la figura 1. muestra algunos niveles comunes de presión sonora.

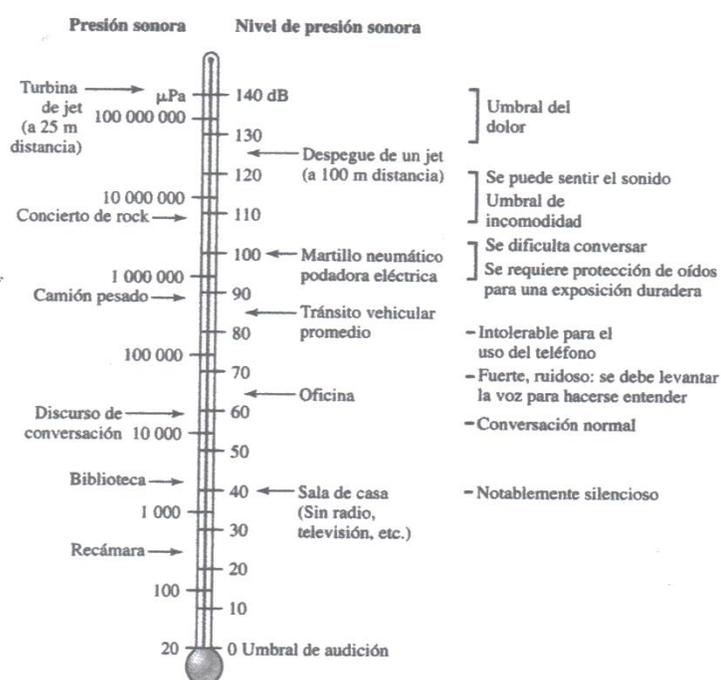


Figura 1 Escala Relativa De Presión Sonora
FUENTE: L. Davis & J. Masten, 2004

Según Cyril M, los tipos de ruido son:

Ruido aleatorio: Ruido cuya magnitud no puede predecirse con precisión en un determinado momento.

Ruido ambiental: Es el ruido envolvente asociado a un determinado lugar en un momento específico, compuesto generalmente por el sonido de muchas fuentes en

muchas direcciones, próximas y lejanas, no existe sonido en particular dominante.

Ruido blanco: Sonido donde la densidad de potencia espectral es básicamente independiente de la frecuencia.

Ruido de fondo: Es el ruido total que producen todas las fuentes distintas al sonido de interés.

Ruido de impacto: Ruido producido cuando colisionan dos objetos.

2.1.1. Fuentes Y Efectos

El ruido o el sonido se producen de diferentes fuentes que proceden de la naturaleza, la industria o la vida cotidiana. Dos fuentes importantes de ruido originadas en la vida cotidiana son el transporte (aéreo, carretera y tren) y las actividades relacionadas con la construcción (Corbitt, 2003). La principal fuente identificada de contaminación ambiental por ruido en las áreas urbanas es el tráfico vehicular (Velez Moreno & Espinosa Valencia).

La percepción del sonido varía de acuerdo con las características de la fuente y la distancia que exista entre el receptor y la fuente. El nivel de presión sonora, el volumen, la duración de la exposición, la distribución temporal de la ocurrencia y la frecuencia son rasgos del ruido que influyen en la respuesta del receptor, otros factores son la edad, la exposición total al ruido y la susceptibilidad individual (Corbitt, 2003).

La contaminación por ruido afecta a nivel mundial la calidad de vida de las habitantes de las áreas urbanas (Hunashal & Patil, 2012). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el ruido es la segunda causa de problemas a la salud en las ciudades, después de la mala calidad del aire (Juarez Hipolito, Moreno Ibarra, & Torrez Ruiz, 2018).

Históricamente el principal daño producido por el ruido, tiene que ver con la audición, es

el efecto más serio, pero hoy en día la molestia que produce el ruido se ha convertido en la mayor preocupación (Corbitt, 2003).

El Ministerio de Salud de Colombia en el boletín de prensa N° 50 del 2015 afirma. *“En el país, cerca de cinco millones de colombianos, es decir casi 11 por ciento de la población total, padecen problemas de audición y se estima que entre la población laboralmente activa de 25 a 50 años la prevalencia de la pérdida de audición por exposición a ruido es de un 14 por ciento”* (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015). Estos datos del Ministerio de Salud es una alerta de como el ruido esta afectando la salud auditiva de la población en Colombia.

2.2 Marco Legal

Colombia es un Estado social de derecho, la Constitución Política del 1991 consagra en su artículo 79 lo siguiente: *“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”* (Senado de Colombia, 2019).

En diciembre de 1993 el Congreso de la Republica promulga la Ley General Ambiental de Colombia, también conocida como Ley 99 de 1993, la cual crea el Ministerio del Medio Ambiente, entidad encargada de tratar los asuntos ambientales y territoriales de la Nación, en esta misma Ley se crea también el Sistema Nacional Ambiental –SINA (Senado de Colombia, 2019).

En 1995 se promulga el Decreto 948 emitido por el Ministerio de Medio Ambiente donde queda reglamentado la protección y control de la calidad del aire, en el artículo 14 fija la norma de emisión de ruido y ruido ambiental y en el artículo 15 se clasifica los sectores de restricción de ruido ambiental (Ministerio de Ambiente Nacional, 1995).

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en db(A)

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. Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	65	50
Sector C. Ruido Intermédio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	65	50
	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.	75	70
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	70	55
	Zonas con usos institucionales.	65	50
	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	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente Nacional (2006).

En el Decreto 948 de 1995 no se reglamentó los procedimientos para la medición de ruido

y ruido ambiental y para subsanar este vacío, en el Decreto, en abril del 2006, el gobierno nacional expide la Resolución 0627 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, donde se establece los estándares permisibles de niveles del ruido en relación con los usos del suelo y la hora del día, además deja claro los procedimientos para la medición de ruido y el ruido ambiental (Ministerio de Medio Ambiente Nacional, 2006).

Capítulo 3

Materiales y Métodos

3.1 Área de estudio

La ciudad de Neiva, es la capital del departamento del Huila, está ubicada entre la Cordillera Oriental y Cordillera Central, en un valle sobre la margen oriental del río Magdalena, cruzada por los ríos Las Ceibas y del Oro, Con una extensión total de 1557,06 Km², de los cuales 4.594 hectáreas es de extensión urbana y 150.706 hectáreas de extensión rural, con una población Censal Dane de 347.501 habitantes proyección 2018 (Alcaldía de Neiva, 2019).

Neiva, política y administrativamente está dividida en 10 comunas con 117 barrios y 377 sectores, en la zona urbana y en la zona rural con 8 corregimientos con 61 veredas y 21 sectores (Alcaldía de Neiva, 2019).

El área de estudio se concentra en la Comuna Siete de la ciudad de Neiva, denominada también Comuna La Floresta o Centro Oriental, está localizada en el centro oriente del área urbana sobre el eje de la Calle 8, está ubicada entre las cuencas del Río del Oro y la Quebrada La Toma. Limita al norte con la Comuna 5 y la Comuna 10; al oriente con el corregimiento de Río de las Ceibas; al sur con la Comuna 8 y la Comuna 6; y al occidente con la Comuna 4 (Lozada Diaz, 2011).

La clasificación socio económica de la Comuna Siete comprenden los estratos 1, 2, 3,4, 5 y 6, los cuales abarcan 20 barrios y un asentamiento (Lozada Diaz, 2011).

En la Comuna Siete de Neiva existen varios centros educativos, desde Instituciones de básica primaria, hasta instituciones de Educación Superior, lo que hace que el tráfico de rutas escolares sea numeroso.

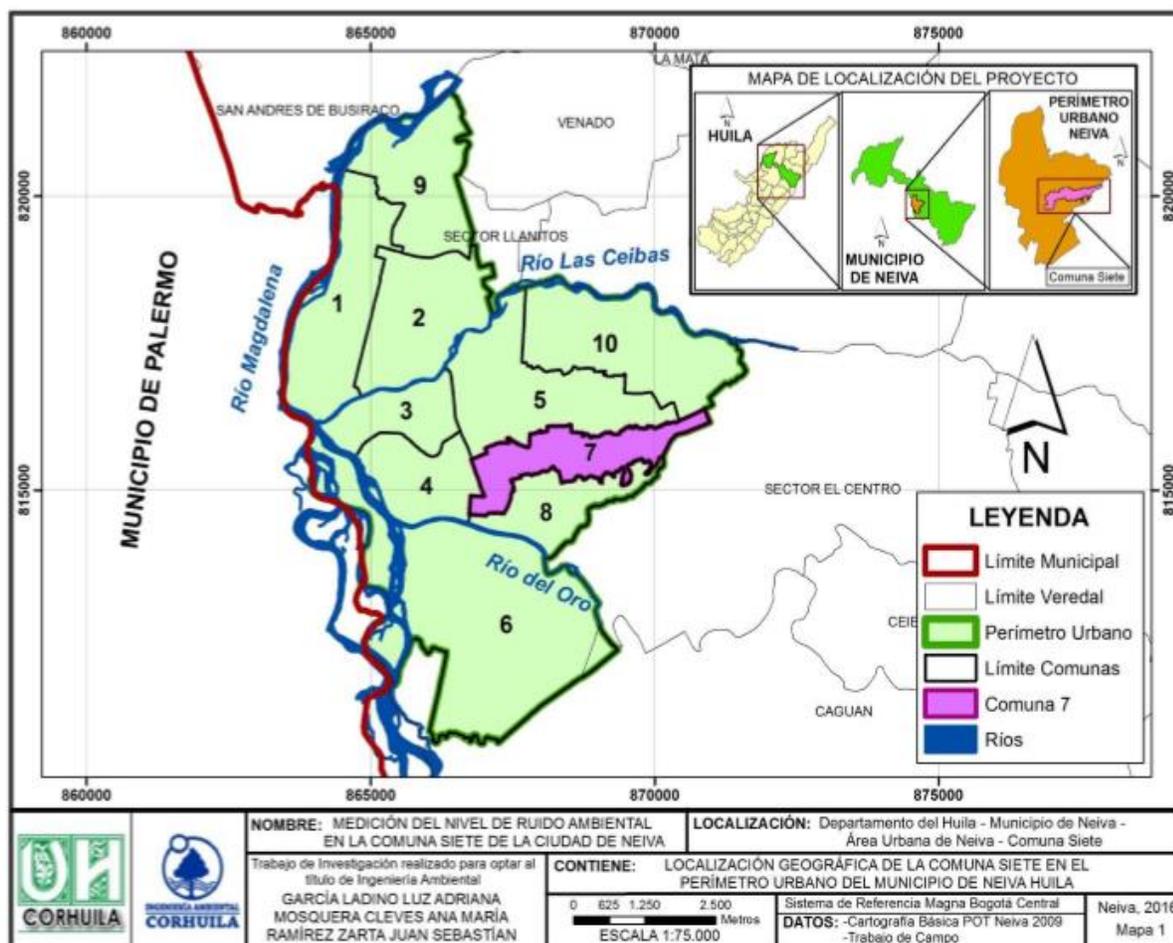


Figura 2 Localización geográfica del área de estudio Comuna Siete del Municipio de Neiva Huila.

Fuente: (Ramirez Zarta, Garcia Ladino, & Mosquera Cleves, 2016)

3.1.1 Puntos de Muestreo

Para comparar cómo ha sido el comportamiento de los niveles de presión sonora de la Comuna Siete en los últimos 3 años se realizó el monitoreo en los mismos 16 puntos de muestreo del estudio realizado por Ramirez Zarta, Garcia Ladino, & Mosquera Cleves en el 2016, estos puntos se encuentran relacionados en la tabla 2, exceptuando el punto 1 donde por obras en la vía fue necesario trasladarlo a la carrera 15 # 2 -10. El punto 11 que corresponde a la Calle 8 # 36-20 será denominado Colegio Normal, conservando las mismas coordenadas georreferenciadas del 2016.

Tabla 2 Localización de los puntos de muestreo realizados en el 2016.

PUNTO		COORDENADAS GPS	UBICACIÓN
1	N	2°55'22.70"	Calle 2 # 15 – 14
	O	75°16'45.04"	
2	N	2°55'32.59"	Carrera 16 # 3B – 75
	O	75°16'39.14"	
3	N	2°55'35.58"	Calle 4B # 19 – 06
	O	75°16'31.62"	
4	N	2°55'39.47"	Carrera 18 con calle 5
	O	75°16'35.27"	
5	N	2°55'47.36"	Carrera 18 # 6B – 25
	O	75°16'37.81"	
6	N	2°55'45.05"	Calle 5C con carrera 20
	O	75°16'31.24"	
7	N	2°55'55.45"	Calle 8 # 21 – 04
	O	75°16'31.19"	
8	N	2°55'47.67"	Carrera 29 # 6 – 27
	O	75°16'12.04"	
9	N	2°55'53.66"	Carrera 32 # 8 – 103
	O	75°15'55.79"	
10	N	2°55'49.67"	Calle 8 # 33-53
	O	75°15'51.72"	
11	N	2°55'46.15"	Calle 8 # 36-20
	O	75°15'42.44"	
12	N	2°55'53.86"	Calle 8B # 37 ^a -01
	O	75°16'39.52"	
13	N	2°55'53.89"	Calle 8 frente al CAI
	O	75°15'25.74"	
14	N	2°55'50.39"	Carrera 48 # 6-83
	O	75°14'57.18"	
15	N	2°56'0.77"	Calle 8 # 50-19 vía San Antonio
	O	75°14'50.82"	
16	N	2°56'4.23"	Calle 8 # 52 -149 vía San Antonio
	O	75°14'39.11"	

Fuente: Ramirez Zarta, Garcia Ladino, & Mosquera Cleves (2016).

Para un mejor conocimiento de cada punto de muestreo se realizó una descripción física, esta descripción se encuentra consignada en la tabla 3, en la figura 3 se puede apreciar la ubicación geográfica de cada punto.

Tabla 3 Descripción de las zonas de la Comuna Siete y puntos de muestreo.

Punto	Coordenadas GPS	Descripción Física
1	N: 02°55'23.71" W: 75°16'45.44"	Zona comercial y residencial, Punto ubicado a 30 metros del semáforo sobre una troncal de dos calzadas, cada calzada con dos carriles vehiculares, con alto flujo vehicular y tráfico pesado. Esta vía comunica la ciudad de norte a sur y de sur a norte.
2	N: 02°55'32.59" W: 75°16'39.14"	Zona Residencial, vía destapada con bajo flujo vehicular, Punto ubicado frente a un lote baldío, a 100 metros de un jardín infantil, y 50 metros de una cancha de futbol de arena.
3	N: 02°55'35.58" W: 75°16'31.62"	Zona residencial y comercial, vía de carril único con doble sentido que comunica los barrios sur orientales con el centro y oriente, flujo vehicular alto, tráfico de camiones y rutas de transporte público.
4	N: 02°55'39.47" W: 75°16'35.27"	Zona residencial, Carril único con doble sentido, vía que comunica los barrios del sur y sur orientales con los barrios del norte y oriente de la ciudad. Flujo vehicular alto.
5	N: 02°55'47.36" W: 75°16'37.81"	Zona residencial y comercial, vía con carril único con doble sentido, flujo vehicular alto, tráfico de camiones y rutas de transporte público, Punto ubicado frente a la Institución Educativa Calixto Leyva
6	N: 02°55'45.05" W: 75°16'31.24"	Zona residencial, Flujo vehicular moderado, punto ubicado frente a la secretaria de salud departamental, Vía de un solo carril con doble sentido. Trafico de rutas de transporte público.
7	N: 02°55'55.45" W: 75°16'31.19"	Punto ubicado sobre una vía principal de dos calzadas, cada calzada con dos carriles vehiculares, con alto flujo vehicular, tráfico pesado, de rutas escolares y de servicio público. Está vía atraviesa la ciudad de oriente a occidente.
8	N: 02°55'47.67" W: 75°16'12.04"	Zona residencial, flujo vehicular bajo. Punto ubicado cerca al conjunto residencial Altos de la Leyendas y a 25 metros de la cancha de futbol sintética de la Gaitana y a 100 metros del gimnasio de comfamiliar.
9	N: 02°55'53.66" W: 75°15'55.79"	Zona residencial, flujo vehicular moderado, a 100 metros de la entrada principal de la CORHUILA. Punto ubicado en una zona universitaria.
10	N: 02°55'49.67" W: 75°15'51.72"	Zona residencial y comercial, vía principal de dos calzadas, con alto flujo vehicular, tráfico pesado, de rutas escolares y de servicio público. Ubicado a 25 metros del semáforo.
11	N: 02°55'46.15" W: 75°15'42.44"	Zona residencial. Vía destapada flujo vehicular bajo. Al frente del punto lote baldío.
12	N: 02°55'53.86" W: 75°16'39.52"	Zona residencial, punto de medición al margen del conjunto residencial Torres de Curibano, flujo vehicular bajo.
13.	N: 02°55'53.89" W: 75°15'25.74"	Zona residencial y comercial, diagonal al CAI de Ipanema, Vía principal de doble calzada, con alto flujo vehicular, tráfico pesado, de rutas escolares y de servicio público. Punto ubicado a 30 metros de la zona de comidas llamado The Place – food container.
14	N: 02°55'50.39" W: 75°14'57.18"	Zona residencial. Punto ubicado al margen del condominio Santorini II, al frente de un lote baldío. Flujo vehicular bajo.
15	N: 02°56'0.77" W: 75°14'50.82"	Zona comercial, Punto ubicado al margen de la clínica Bello Horizonte y a 30 metros del centro comercial Santa Lucia plaza. Flujo vehicular alto. Vía principal de doble calzada, tráfico pesado, de rutas escolares y de servicio público.
16	N: 02°56'4.23" W: 75°14'39.11"	Zona residencial, al margen del condominio Altamirani, frente a un lote baldío, vía principal de doble calzada, flujo vehicular alto, tráfico pesado, de rutas escolares y de servicio público.

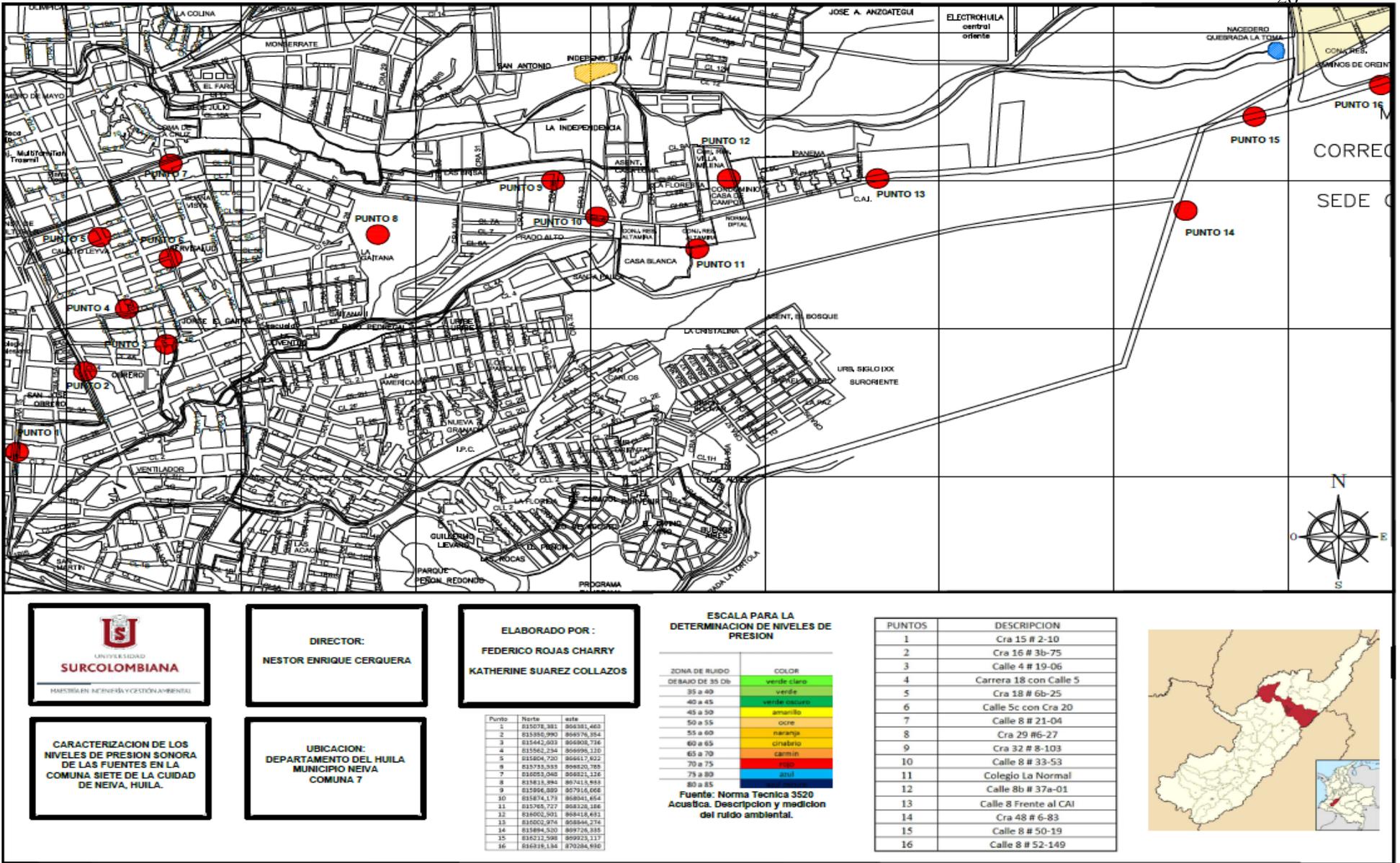


Figura 3 Puntos de muestreo Comuna Siete Municipio de Neiva Huila.

3.2 Materiales

Los materiales empleados para la medición de los niveles de presión sonora fueron:

- Sonómetro Tipo 2, marca Casella tipo CEL-63 X número de serie 2621039 con preamplificador tipo CEL-495 número 001546, fabricante Casella y tipo de micrófono CEL252 número 27471 fabricante Casella.

El sonómetro cumple con las características técnicas estipuladas en el capítulo 4 “De los equipos de medida y las mediciones” artículo 18 donde se especifica que debe ser tipo 1 o tipo 2, el Sonómetro posee certificado de calibración. Ver anexo 1.

El sonómetro fue facilitado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM.

- Georreferenciador: GPS - Garmin
- Decámetro

3.3 Establecimiento de los horarios y tiempos de medición:

Las mediciones de presión sonora se realizaron durante los días 1, 2 y 3 de abril del 2019, en la jornada diurna y nocturna en los horarios establecidos en la Resolución 0627 del 2006 según se muestra en la tabla 4.

Tabla 4 Horarios establecidos por la Resolución 0627 para medición de ruido diurno y nocturno.

Diurno	Nocturno
De las 7:01 a las 21:00 horas	De las 21:01 a las 7:00 horas

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente Nacional (2006).

El tiempo de medición en cada uno de los puntos fue de 15 minutos.

3.4 Metodología.

3.4.1 Determinación de los niveles de presión sonora

Ubicación georreferenciada del punto.

1. Ubicación del trípode en el punto georreferenciado.
2. Instalación del micrófono en las pinzas del trípode, previamente calibrado, elevación del trípode a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo.
3. Ya en la altura indicada, se procede a realizar las 5 mediciones de la presión sonora cada una en tiempos iguales de 3 minutos, en las direcciones norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba, para ello se baja el trípode y se rota la pinza.
4. Se procede a tomar los datos en la cartera de campo.

Durante todo el monitoreo nocturno hubo acompañamiento de la Policía Nacional. La velocidad del viento se consultó en la página del IDEAM.

3.4.1.1 Muestreo Diurno

La toma de los datos en la jornada diurna se realizó el miércoles 3 de abril del 2019 en el horario comprendido entre las 9:05 hasta las 14:30, cumpliendo con los establecido en la tabla 4. Empezando por el punto 1, siguiendo con el punto 2 y así consecutivo hasta el punto 16.

Ese día se caracterizó por ser soleado y seco, acorde a las condiciones ambientales descritas en la Resolución 0627 de 2006 para la medición de ruido ambiental.

En la tabla 5 se muestran el nombre de referencia de cada punto, las coordenadas geográficas y los datos obtenidos en campo.

Tabla 5. Datos de monitoreo de ruido realizado durante el periodo diurno para la Comuna Siete.

Fecha	Hora de Inicio	Punto	Nombre de referencia del punto	dBN	dBS	Dbe	dBO	dBV	Vel. Viento (m/s)	Coordenadas GPS
03/04/19	9:05	1	Cra 15 # 2-10	72,9	73,2	75,3	74,6	76,4	0,7	N: 02°55'23.71" W: 75°16'45.44"
03/04/19	9:31	2	Cra 16 #3B-75	56,6	60,9	59,3	56,1	56,4	0,7	N: 02°55'32.59" W: 75°16'39.14"
03/04/19	9:51	3	Cll 4 # 19-06	68,7	68,8	67,9	67,6	69,7	0,7	N: 02°55'35.58" W: 75°16'31.62"
03/04/19	10:09	4	Carrera 18 con calle 5	65,8	67,7	66,6	67,5	68,6	0,8	N: 02°55'39.47" W: 75°16'35.27"
03/04/19	10:28	5	Cra 18 # 6B-25	72,0	68,5	69,6	70,8	69,3	0,8	N: 02°55'47.36" W: 75°16'37.81"
03/04/19	10:48	6	Calle 5C con Cra 20	54,8	57,0	61,8	63,4	55,8	0,8	N: 02°55'45.05" W: 75°16'31.24"
03/04/19	11:13	7	Calle 8 # 21 – 04	72,0	72,4	72,4	72,8	71,5	1,3	N:02°55'55.45" W:75°16'31.19"
03/04/19	11:33	8	Cra 29 # 6-27	53,6	56,2	54,8	54,3	57,8	1,3	N:02°55'47.67" W: 75°16'12.04"
03/04/19	11:55	9	Cra 32 # 8-103	59,2	63,3	61,9	63,7	62,4	1,3	N:02°55'53.66" W:75°15'55.79"
03/04/19	12:17	10	Calle 8 #33-53	70,2	71,6	71,8	70,5	71,0	0,8	N:02°55'49.67" W:75°15'51.72"
03/04/19	12:42	11	Colegio Normal	52,4	54,7	53,1	5,2	50,3	0,8	N:02°55'46.15" W:75°15'42.44"
03/04/19	13:02	12	Calle 8B # 37A-01	56,5	52,3	54,2	55,9	53,7	1,8	N:02°55'53.86" W:75°16'39.52"
03/04/19	13:22	13	Calle 8 Frente al CAI	70,7	68,6	65,4	68,9	67,5	1,8	N:02°55'53.89" W:75°15'25.74"
03/04/19	13:44	14	Cra 48 # 6-83	50,0	54,4	49,0	55,5	48,5	1,8	N:02°55'50.39" W:75°14'57.18"
03/04/19	14:06	15	Calle 8 # 50-19	68,7	71,0	68,4	69,7	69,0	1	N:02°56'0.77" W:75°14'50.82"
03/04/19	14:25	16	Calle 8 # 52-149	64,8	65,7	68,1	64,7	63,0	1	N:02°56'4.23" W:75°14'39.11"

3.4.1.2 Muestreo Nocturno

La toma de los datos en la jornada Nocturna empezó a las 21:15 del lunes 1 de abril del 2019, según lo establecido en la tabla 4, por la seguridad de los equipos y las personas encargadas del monitoreo se empezó por el punto 13 frente al CAI para informar a la Policía Nacional que se

iniciaba el monitoreo nocturno y lograr así el acompañamiento de estos durante la jornada de muestreo, de allí se continuo con los puntos 14, 15, 16, 12, 11, 10, 9 y 8 respectivamente, el monitoreo se tuvo que cancelar porque a las 0:45 del día martes 02 de abril empezó a llover. En la tabla 6 se presentan los datos obtenidos.

Tabla 6. Datos de monitoreo de ruido realizado durante el periodo nocturno para la Comuna Siete.

Fecha	Hora de Inicio	Punto	Nombre de referencia del punto	dBN	dBS	dBE	dBO	dBV	Vel. Viento	Coordenadas GPS
03/04/19	0:02	1	Cra 15 # 2-10	70,4	70,8	71,7	70,3	75,0	0	N: 02°55'23.71" W: 75°16'45.44"
02/04/19	23:35	2	Cra 16 #3B-75	56,3	53,4	51,0	49,3	54,7	0	N: 02°55'32.59" W: 75°16'39.14"
02/04/19	23:16	3	Cll 4 # 19-06	66,5	68,2	65,7	68,2	68,2	0	N: 02°55'35.58" W: 75°16'31.62"
02/04/19	22:32	4	Carrera 18 con calle 5	64,7	67,3	66,6	65,3	65,4	0	N: 02°55'39.47" W: 75°16'35.27"
02/04/19	22:52	5	Cra 18 # 6B-25	60,9	63,1	64,6	61,2	62,1	0	N: 02°55'47.36" W: 75°16'37.81"
02/04/19	21:57	6	Calle 5C con Cra 20	54,1	43,1	42,0	44,3	52,6	0	N: 02°55'45.05" W: 75°16'31.24"
02/04/19	21:26	7	Calle 8 # 21 – 04	70,4	70,8	71,0	71,2	70,8	0	N:02°55'55.45" W:75°16'31.19"
02/04/19	0:19	8	Cra 29 # 6-27	45,4	44,9	44,8	44,6	43,8	0	N:02°55'47.67" W: 75°16'12.04"
01/04/19	23:58	9	Cra 32 # 8-103	46,5	50,0	38,3	41,0	48,7	0,6	N:02°55'53.66" W:75°15'55.79"
01/04/19	23:42	10	Calle 8 #33-53	63,9	60,0	63,4	61,1	60,1	0,6	N:02°55'49.67" W:75°15'51.72"
01/04/19	23:21	11	Colegio Normal	45,7	44,3	46,7	44,7	46,8	0,6	N:02°55'46.15" W:75°15'42.44"
01/04/19	23:02	12	Calle 8B # 37A-01	48,6	46,5	50,3	48,3	49,9	0,6	N:02°55'53.86" W:75°16'39.52"
01/04/19	21:19	13	Calle 8 Frente al CAI	67,9	67,1	66,3	67,9	66,4	0	N:02°55'53.89" W:75°15'25.74"
01/04/19	21:47	14	Cra 48 # 6-83	49,2	46,3	44,3	44,5	47,6	0	N:02°55'50.39" W:75°14'57.18"
01/04/19	22:12	15	Calle 8 # 50-19	64,3	66,2	62,0	64,0	64,8	0	N:02°56'0.77" W:75°14'50.82"
01/04/19	22:39	16	Calle 8 # 52-149	56,4	60,2	59,3	59,4	56,6	0	N:02°56'4.23" W:75°14'39.11"

Se reinició el monitoreo el martes 2 de abril de 2019 a las 21:20 en el punto 7, siguiendo con los puntos 6, 5, 4, 3, 2 y 1 respectivamente, terminando a las 0:20 del miércoles 3 de abril del 2019. Datos que se encuentran en la tabla 6.

3.5. Instrumento percepción de ruido

La aplicación del instrumento permitió evaluar la percepción de los niveles de ruido en los habitantes y personal flotante en la comuna Siete.

3.5.1 Elaboración del instrumento

Para la elaboración del instrumento se realizó una revisión bibliográfica de Álvarez et al. (2006), Meliá, et al. (1990), Ledesma et al. (2002) y Oviedo et al. (2005), citados por Castro (2015) y, a partir de redes de interacción se establecieron los sets de preguntas relacionadas con temáticas de información general de la población encuestada y el grado de afectación e inestabilidad en ellas con la presencia de ruido o contaminación sonora en el contexto del área objeto de estudio de acuerdo a lo planteado por (Romo Orozco, *et al*, 2011).

El instrumento se dividió en dos partes, la primera parte sin escala de Ponderación que determinó la identificación de la persona a la que se le aplicó el Instrumento y se logró un diagnostico general sobre la percepción del ruido al personal que se le aplicó la encuesta.

La segunda parte con escala de ponderación con un valor de 1 a 5 donde, 1 es nada y 5 es intolerable, donde se evaluó la percepción y el grado de afectación de los niveles de presión sonora y la afectación por fuentes de ruido sobre las actividades cotidianas. El Instrumento aplicado se encuentra en el anexo 2.

3.5.2 Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación de instrumento.

A través del reconocimiento de campo se determinó 16 puntos de muestreo, por cada punto de muestreo se aplicó el instrumento a dos sitios alrededor de cada punto seleccionado, con el fin de conocer la percepción de los habitantes, esto da como resultado 32, este dato se consideró como el tamaño de la población (N). Para establecer el tamaño de la muestra y hacer el ajuste de este dato se utilizó la metodología planteada por Hernández (2010), como se indica en la ecuación 6 y posteriormente en la ecuación 7, este dato fue el tamaño óptimo de la muestra en esta investigación:

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} \quad (6)$$

Donde:

n_0 = tamaño de la muestra sin ajustar

Z = Corresponde a 1.96 para un nivel de confianza del 95 %. Los valores

Más usados son para 90 %, 1.645; 95%, 1.96 y 99%, 2.575

p= Proporción de la población que posee las características de interés: 0.5

q= 1- p

e= Error estándar o error tolerable para la medición (3%= 0.03)

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}} \quad (7)$$

Donde:

n = tamaño óptimo de la muestra

n_0 = tamaño de la muestra sin ajustar

N = tamaño de la población

Para el caso de estudio se tiene:

$$N = 32$$

$$n_o = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,03^2}$$

$$n_o = 1067$$

$$n = \frac{1067}{1 + \frac{(1067 - 1)}{32}}$$

$$n = 31$$

Según la metodología empleada se deben aplicar 31 instrumentos.

La aplicación del instrumento se realizó en los días hábiles comprendidos entre el 4 de marzo al 15 de marzo del 2019, en el horario entre las 8:00 y las 17:00 horas, se eligió al azar 2 lugares alrededor de cada punto de muestreo, exceptuando el punto 16 donde solo se aplicó al vigilante del condominio Altamirani. Se seleccionaron viviendas y locales comerciales y personal mayor de edad.

Para la validación del instrumento se utilizó el análisis de consistencia interna calculado por el coeficiente de Alfa de Cronbach. Este método de medición de la confiabilidad de un instrumento, ha sido utilizado en investigaciones realizadas por Álvarez *et al.* (2006), Meliá, *et al.* (1990), Ledesma *et al.* (2002) y Oviedo *et al.* (2005), citados por Castro (2015), para darle fiabilidad al instrumento de medición empleado en la recolección de la información.

El cálculo del Coeficiente de Alfa de Cronbach (α) viene dado por la ecuación (8):

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \cdot \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{\sum s_t^2} \right] \quad (8)$$

Donde:

α = alfa de Cronbach

S_i^2 = la suma de varianzas de cada ítem.

S_t^2 = la varianza del total de filas (puntaje total de los encuestados)

k = el número de preguntas o ítems.

Los valores de confiabilidad del instrumento se contrastaron con lo expuesto por Christopher (2007), citado por Castro, Cerquera y Escobar (2015) y descrito a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Valores de criterio de confiabilidad.

CRITERIO	VALOR
No es confiable	-1 a 0
Baja confiabilidad	0.01 a 0.49
Moderada confiabilidad	0.5 a 0.75
Fuerte confiabilidad	0.76 a 0.89
Alta confiabilidad	0.9 a 1

Fuente: Castro, Cerquera y Escobar (2015)

3.6 Determinación de los Niveles De Presión Sonora

El procedimiento según lo establecido en la Resolución 0627 de 2006 para la toma de presión sonora en cada punto de muestreo fue el siguiente: Se utilizaron los datos correspondientes a las cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales para cada punto, las cuales se tomaron en una posición orientada del micrófono y consignadas en la tabla 5 y 6, así: norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba. El resultado del nivel de presión sonora continuo equivalente, considerado como “ruido ambiental” es obtenido mediante la expresión de la ecuación 9:

$$LAeq = 10 * \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) * \left(10^{\frac{LN}{10}} + 10^{\frac{LS}{10}} + 10^{\frac{LO}{10}} + 10^{\frac{LE}{10}} + 10^{\frac{LV}{10}} \right) \right) \quad (9)$$

Donde:

LAeq = Nivel equivalente resultante de la medición

LN = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido Norte

LS = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur

LO = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste

LE = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este

LV = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical

Para el caso en estudio se tiene:

Punto 1 Diurno:

$$LA_{eq} = 10 * \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) * \left(10^{\frac{72,9}{10}} + 10^{\frac{73,2}{10}} + 10^{\frac{75,3}{10}} + 10^{\frac{74,6}{10}} + 10^{\frac{76,4}{10}} \right) \right)$$

$$LA_{eq} = 74,7 \text{ dB}$$

A los puntos restantes se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente.

3.7 Elaboración mapas de ruido.

Para la elaboración de los mapas de ruido se utilizó el programa Golden Software Surfer 9, y AutoCAD 2010, licenciados por la Universidad Surcolombiana, Se impotaron desde Microsoft Excel la información de georreferenciación y los decibeles registrados en cada punto de medición de la Comuna Siete. Se generó el mapa conforme con las especificaciones contempladas en la Resolución 627 del 2006 y la Norma Tecnica Colombiana 3520. Acústica. descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. determinación de los niveles de ruido ambiental.

Capítulo 4

Resultados y análisis

4.1 Niveles de presión sonora diurno y nocturno

Los resultados para el LAeq para la jornada diurno y jornada nocturna, se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Datos de mediciones LAeq diurno y nocturno Comuna Siete.

Punto	LAeq en dB(A) Diurno	LAeq en dB(A) Nocturno
1	74,7	72,0
2	58,3	53,6
3	68,6	67,5
4	67,3	66,0
5	70,2	62,6
6	59,9	50,0
7	72,2	70,8
8	55,6	44,7
9	62,4	46,8
10	71,1	62,1
11	51,9	45,8
12	54,8	48,9
13	68,6	67,2
14	52,5	46,8
15	69,5	64,5
16	65,6	58,6

4.2. Comparación con la Resolución 0627 del 2006

Para realizar la comparación con lo establecido en la Resolución 627 del 2006, se tuvo en cuenta el uso del suelo establecido en Plan de Ordenamiento Territorial –POT, del 2009, que a la fecha está vigente (Ramirez Zarta, Garcia Ladino, & Mosquera Cleves, 2016).

4.2.1. Jornada Diurna

En la tabla 9 se muestra la comparación de los datos obtenidos con lo contemplado en la Resolución 0627 del 2006, y si cumple o no cumple con lo establecido el monitoreo diurno.

Tabla 9. Comparación con la Resolución 0627 del 2006 para Jornada diurna.

Punto	LAEQ Ambiental (dBA)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido en dBA. Resolución 627/2006	Cumple
1	74,7	80	SI
2	58,3	65	SI
3	68,6	65	NO
4	67,3	65	NO
5	70,2	65	NO
6	59,9	65	SI
7	72,2	80	SI
8	55,6	65	SI
9	62,4	65	SI
10	71,1	80	SI
11	51,9	65	SI
12	54,8	65	SI
13	68,6	80	SI
14	52,5	65	SI
15	69,5	80	SI
16	65,6	80	SI

Adaptado de Ministerio de Medio Ambiente Nacional (2006)

De acuerdo con los datos consignados en la tabla 10. Se observa que los puntos 3, 4 y 5 no cumplen con los niveles máximos permisibles de ruido, se observó que la principal fuente de contaminación auditiva en estos puntos es el alto tráfico vehicular, ya que estos puntos están entrelazados entre sí en la ruta que comunica los barrios del sur y sur orientales con los barrios del norte y oriente de la ciudad, lo que demuestra que la carrera 18 y la calle 4B es una ruta muy empleada por la comunidad, que se desplaza entre estas zonas de la ciudad y también una ruta para el comercio, al momento de realizar el muestreo se observó tráfico continuo de camiones.

4.2.2. Jornada Nocturna

En la tabla 11 se presentan los datos recolectados en los puntos de muestreo y comparados frente a la Resolución 0627 del 2006.

Tabla 10. Comparación de los datos obtenidos con la Resolución 0627 del 2006. Jornada nocturna.

Punto	LAEQ Ambiental	Estándares máximos permisible de niveles de ruido en dBA . Resolución 627/2006	Cumple
1	72,0	70	NO
2	53,6	50	NO
3	67,5	50	NO
4	66,0	50	NO
5	62,6	50	NO
6	50,0	50	SI
7	70,8	70	NO
8	44,7	50	SI
9	46,8	50	SI
10	62,1	70	SI
11	45,8	50	SI
12	48,9	50	SI
13	67,2	70	SI
14	46,8	50	SI
15	64,5	70	SI
16	58,6	70	SI

Adaptado de Ministerio de Medio Ambiente Nacional (2006)

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 11, Se observa que los puntos 1, 2, 3, 4 ,5 y 7 no cumplen con los niveles máximos permisibles de ruido según la Resolución 0627 del 2006.

El punto 1 está ubicado a 30 metros del semáforo de la calle 2 con carrera 15, en el momento de realizar la medición, la calle 2 se encontraba cerrada, esto hace que se incremente el flujo vehicular por la carrera 15, además esta vía comunica al sur con el norte de la ciudad y viceversa, esto hace que exista tráfico vehicular durante todo el día. El punto 1 es el punto que presentó mayor nivel de presión sonora tanto en la jornada diurna como nocturna, datos coherentes por el alto flujo vehicular que existe sobre esta vía.

El punto 2 se encuentra a 50 metros de la Calle 4B y aproximadamente a 150 metros de la Carrera 15, tramos de vía que presentan flujo vehicular moderado y alto durante la jornada

nocturna, esta cercanía a estas vías principales, afecta los niveles de ruido en este punto, además se observó que a pesar de ser una vía destapada existe flujo moderado de motocicletas en la noche.

Los puntos 3, 4 y 5 se encuentran sobre el tramo de la carrera 18 y la calle 4B, coinciden con los puntos que no cumplen con la normatividad en la jornada diurna, lo que indica que esta ruta presenta tráfico vehicular durante todo el día afectando los niveles de presión sonora en esta zona tanto en la jornada diurna como nocturna.

El punto 7 fue el único tramo de la calle 8 que no cumplió con la legislación, la hora en que se realizó la toma de datos fue a las 21:26, a esta hora aún se presenta por esta vía alto flujo vehicular, lo que incidió que los niveles de presión sonora medidos no cumplieran con la Resolución.

4.3. Comparación con los Datos del 2016 CORHUILA.

Para comparar como ha sido el cambio en los niveles de presión sonora en la Comuna Siete, se comparó con el estudio realizado en el 2016.

4.3.1. Jornada diurna

En la tabla 12 se presentan los datos obtenidos en el estudio desarrollado en el 2016 comparados frente al estudio llevado a cabo en el 2019 para el monitoreo diurno.

El punto 1 no se va a comparar porque las coordenadas georreferenciadas no son las mismas, por eso se excluyen, además ambos puntos están ubicados en distintas zonas de uso del suelo.

Comparando con los resultados obtenidos en el 2016, se observa que los cambios en los niveles de presión sonora en los puntos 3, 6,10, 11, 12, 13 y 15, como se presentan en la tabla 12, oscilan en valor absoluto entre el 5 y el 8%, los demás puntos están por debajo del 5%, frente a los obtenidos en el 2019, aunque están presentes estos porcentajes de variación en los niveles de presión sonora en la jornada diurna, no han producido ningún cambio significativo frente al

cumplimiento con los niveles de presión sonora máximos permitidos en la Resolución 0627 del 2006, cumpliendo estos puntos con el uso del suelo consignado en el POT, teniendo en cuenta también que los puntos que no cumplen con la normatividad en ambas investigaciones son los mismos. Esto refleja que no se ha implementado ninguna estrategia en los últimos tres años para bajar los niveles de ruido en esta zona de la Comuna Siete. Las recomendaciones fueron dadas en el estudio realizado en el 2016 por estudiantes de la Universidad Corhuila, estas no han sido implementadas y ejecutadas por la secretaria de planeación, salud y ambiente del Municipio de Neiva.

Tabla 11. Comparación de los datos obtenidos LAeq 2016 - 2019 diurno.

Punto	LAEQ Ambiental 2016	LAEQ Ambiental 2019	% Diferencia 2019 a 2016	Cumplimiento Resolución 0627 /2006 2016	Cumplimiento Resolución 0627 /2006 2019
1					
2	60,1	58,3	-3,1	SI	SI
3	74,0	68,6	-7,9	NO	NO
4	70,0	67,3	-4,0	NO	NO
5	72,2	70,2	-2,8	NO	NO
6	64,6	59,9	-7,8	SI	SI
7	75,7	72,2	-4,8	SI	SI
8	55,2	55,6	0,7	SI	SI
9	62,2	62,4	0,3	SI	SI
10	76,1	71,1	-7,0	SI	SI
11	53,8	51,9	-3,7	SI	SI
12	50,8	54,8	7,3	SI	SI
13	72,9	68,6	-6,3	SI	SI
14	54,1	52,5	-3,0	SI	SI
15	73,3	69,5	-5,5	SI	SI
16	67,8	65,6	-3,4	SI	SI

Adaptado de Ramirez Zarta, J. S., Garcia Ladino, L. A., & Mosquera Cleves, A. M. (2016).

4.3.2. Jornada nocturna

En la tabla 12 se muestran los datos obtenidos en los estudios realizados en el 2016 y 2019 en el monitoreo nocturno.

Tabla 12. Comparación datos obtenidos de LAEQ 2016 - 2019 nocturno.

Punto	LAEQ Ambiental 2016	LAEQ Ambiental 2019	% Diferencia 2019-2016	Cumplimiento Resolución 0627 /2006 2016	Cumplimiento Resolución 0627 /2006 2019
1					
2	49,6	53,6	7,5	SI	NO
3	70,0	67,5	-3,7	NO	NO
4	67,1	66,0	-1,7	NO	NO
5	65,4	62,6	-4,5	NO	NO
6	49,1	50,0	1,8	SI	SI
7	66,4	70,8	6,2	SI	NO
8	47,8	44,7	-6,9	SI	SI
9	49,2	46,8	-5,1	SI	SI
10	63,4	62,1	-2,1	SI	SI
11	45,7	45,8	0,2	SI	SI
12	43,8	48,9	10,4	SI	SI
13	60,5	67,2	10,0	SI	SI
14	45,4	46,8	3,0	SI	SI
15	61,0	64,5	5,4	SI	SI
16	46,4	58,6	20,8	SI	SI

Adaptado de: Ramirez Zarta, J. S., Garcia Ladino, L. A., & Mosquera Cleves, A. M. (2016).

Comparando los cambios en los niveles de presión sonora de la jornada nocturna del 2016 frente al 2019, Se observa en la tabla 12 que en los puntos 12,13 y 16 ocurre un incremento igual o superior al 10% por encima de lo registrado en el 2016, aunque este porcentaje es significativo, no afecta el cumplimiento de la normatividad en estos puntos.

Contrario a lo que ocurre con el aumento en los niveles de presión sonora superior al 6% en los puntos 2 y 7 que produjo que excedieran los límites máximos permitidos de dB(A) establecidos en la Resolución 627 de 2006; Puntos que en el 2016 cumplían con la legislación.

Los puntos 3, 4 y 5 presentan en valor absoluto una variación entre el 1% y 5% , puntos que en ambos estudios realizados no cumplen con la normalidad.

Los puntos 6, 8, 9, 10, 11, 14 y 15 presentan en valor absoluto una variación menor al 7%, frente a los obtenidos en el 2019, este porcentaje de variación en los niveles de presión sonora en estos puntos no han producido ningún cambio en el cumplimiento de los niveles de presión sonora máximos permitidos en la Resolución.

4.4. Instrumento de percepción del ruido por la comunidad

4.4.1 Validez y consistencia del instrumento

Para el caso en estudio los datos obtenidos después de tabular en Excel (Ver anexo 3) son:

$$S_i^2 = 59,90$$

$$S_t^2 = 939,27$$

$$k = 31$$

Tenemos que el Alfa de Cronbach es:

$$\alpha = \left[\frac{31}{31 - 1} \right] \cdot \left[1 - \frac{59,90}{939,27} \right]$$

$$\alpha = 0.95$$

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 7 el Instrumento presenta una alta confiabilidad.

4.2. Análisis Instrumento.

De acuerdo con el instrumento aplicado se realizó la evaluación de la percepción y el grado de afectación de los niveles de presión sonora teniendo en cuenta la siguiente escala de valoración presentada en la tabla 13.

Tabla 13. Escala de valoración.

	GRADO DE PERCEPCION	VALOR
N	Nada	1
P	Poco	2
A	Aceptable	3
M	Mucho	4
I	Intolerable	5

La siguiente figura 4 muestra las características del ruido percibido en la Comuna Siete.

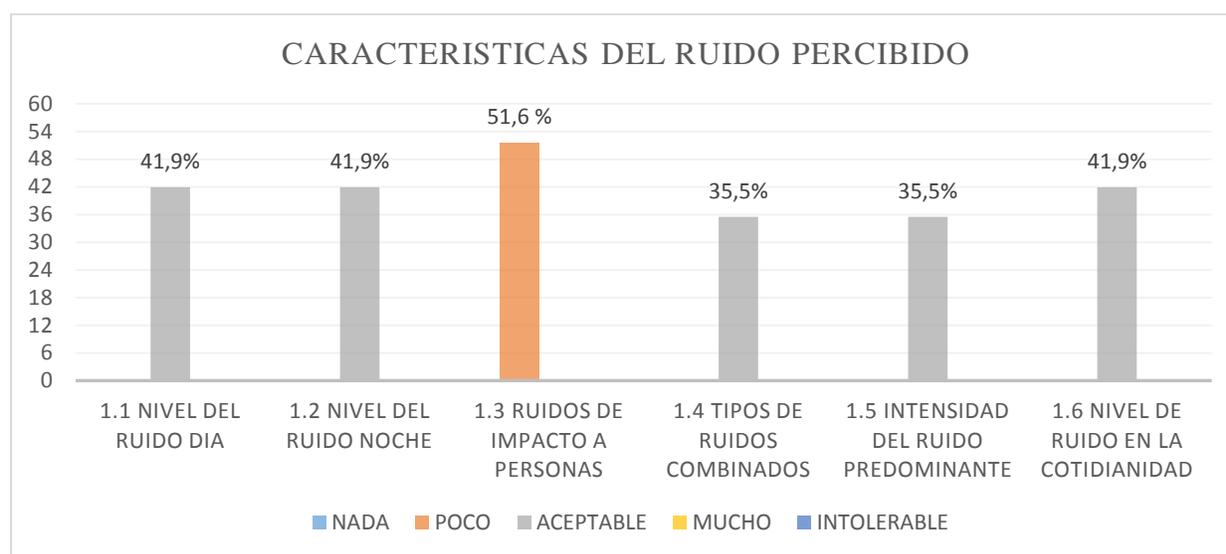


Figura 4 Evaluación de la percepción de los niveles de presión sonora.

De acuerdo con los datos obtenidos de las características del ruido percibido durante el día y la noche se encontró que el grado de percepción de las personas es aceptable con un 41,9% el cual es coherente con los datos obtenidos en el mapa de ruido diurno y nocturno, donde las zonas que presentan mayor ruido tanto de día como de noche corresponde a la misma zona de la comuna Siete, igualmente ocurre esto con las zonas donde los niveles de ruido son menores entre ambas jornadas por ello la percepción de las personas encuestadas es aceptable porque ellos no notan un cambio significativo de ruido entre diurno y nocturno.

Se considera que la Comuna Siete no existen variaciones de ruido que puedan perturbar y/o molestar de una manera que logre afectar a los residentes o personal flotante que realiza actividades en la zona. Se puede identificar también que las principales fuentes de ruido son las fuentes móviles y que estas se concentran sobre las troncales y vías principales. Esto se ratifica con el porcentaje obtenido en la pregunta ruidos de impacto a personas percibe que es poco con un 51.6%.

En la figura 4 se muestra la molestia apreciada por contacto con fuente emisora, la disminución de concentración mental y la interferencia en la comunicación verbal que contestaron los encuestados.

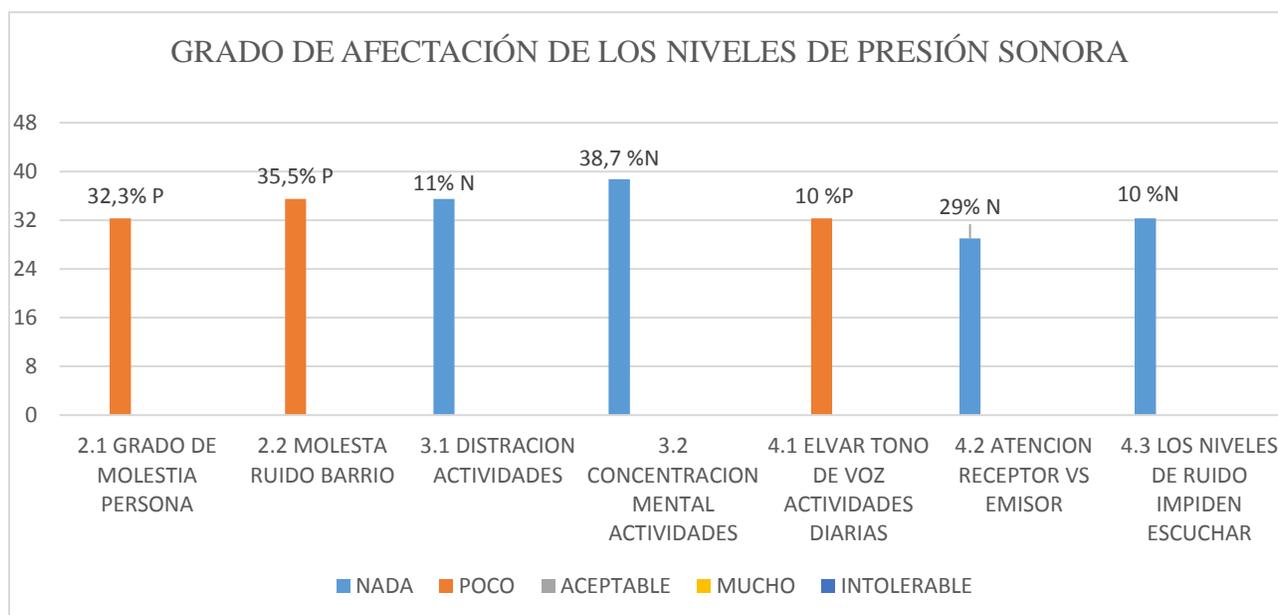


Figura 5 Evaluación del grado de afectación de los niveles de presión sonora.

Los resultados obtenidos que oscilan entre poco y nada nos muestran que la evaluación del grado de afectación de los niveles de presión sonora de los habitantes y personal flotante de la Comuna Siete no perciben ninguna afectación del ruido en sus actividades diarias esto es coherente con los resultados obtenidos con el monitoreo del ruido donde su gran mayoría cumple con los Estándar máximos permisible de niveles de ruido tanto en la jornada diurna como nocturna. Podemos

deducir que esta zona no tiene problemas serios de ruido y que cumple en su mayoría con lo estipulado en el plan de ordenamiento Territorial de la Comuna Siete (POT).

En la figura 5 se tabularon los datos obtenidos de fuentes de ruido y su afectación sobre actividades cotidianas.

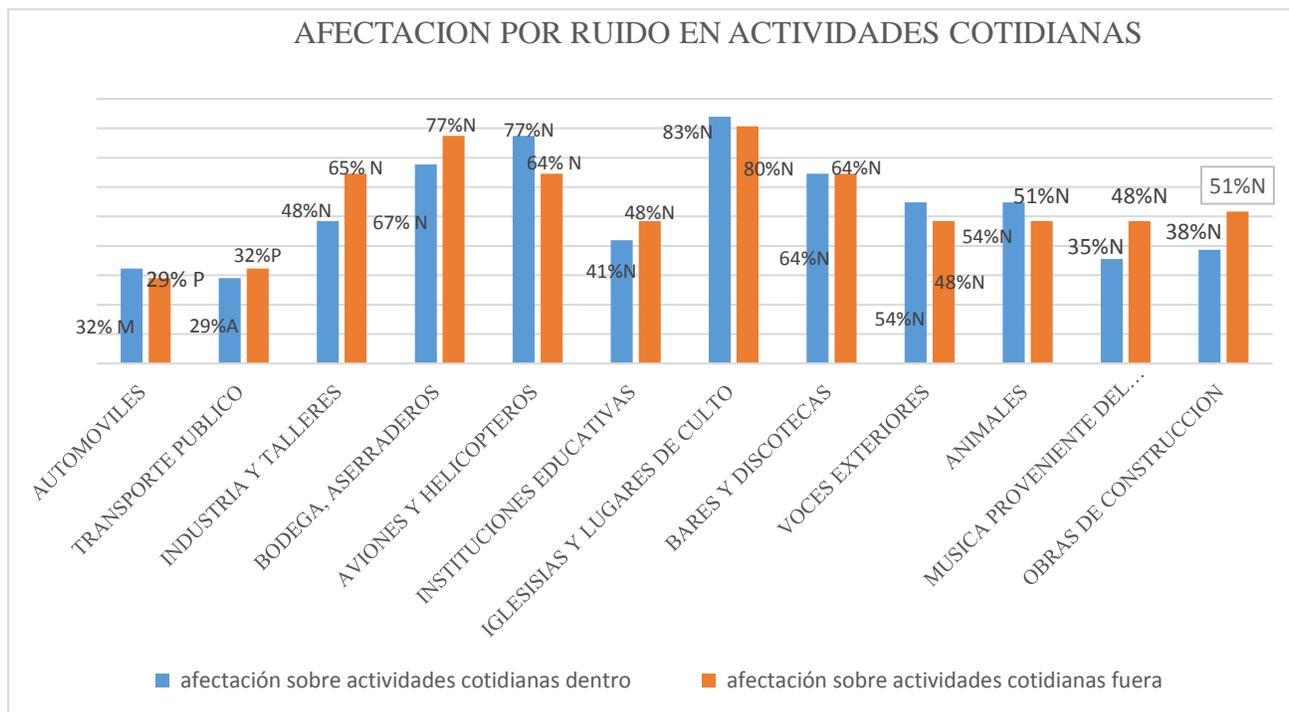


Figura 6 Fuentes de ruido y su afectación en actividades cotidianas.

De acuerdo a los resultados obtenidos nos muestra que no hay una variación entre la percepción del ruido de los habitantes y personal flotante para las actividades dentro o fuera de sus viviendas o lugares de trabajo.

Para el caso de los automóviles y transporte público podemos suponer que esta percepción es debido a que los individuos permanecen más tiempo en sus viviendas o lugares de trabajo lo que hace que perciban por mucho más tiempo el ruido que genera los automóviles y los carros de servicio público a diferencia que cuando sale la persona a la calle el oído se adecua a los niveles de ruido habituales de la zona además que el tiempo de permanencia es mucho menor afuera que dentro de sus casas.

En la figura 6 se presenta los valores del porcentaje obtenido de las frecuencias de afectación según jornada evaluada.

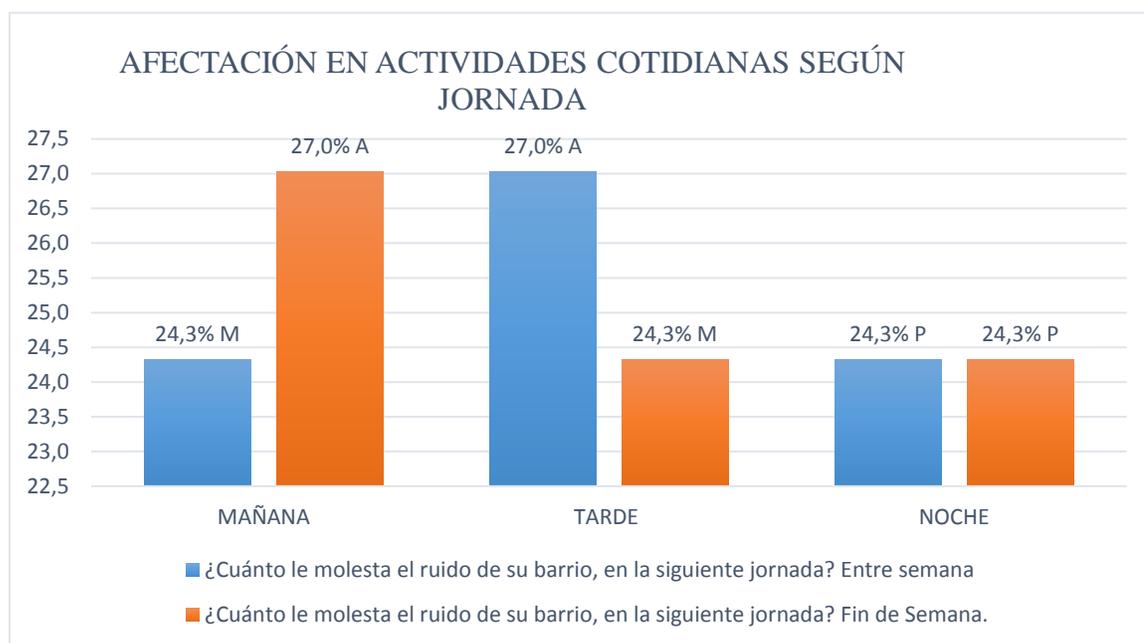


Figura 7 Afectación en actividades cotidianas según la jornada.

La percepción de las personas frente al ruido está directamente relacionado a las actividades escolares, de flujo vehicular y comerciales que se desarrollan durante el día hábil en la comuna, ya que en la mañana es mucho en la tarde aceptable y en la noche poco.

La principal fuente de ruido identificada en la zona de estudio es el tráfico vehicular esto hace que entre semana se perciba que es mucho mayor el ruido en horas de la mañana frente al fin de semana que es aceptable puesto que, durante los días hábiles, se moviliza por esta comuna rutas de taxis, colectivos, motos y vehículos particulares para llegar a sus lugares de trabajo y centros de estudio.

En cuanto a la percepción de las personas frente al ruido percibido durante el fin de semana se observa que el mayor movimiento es en la tarde que es mucho, en la mañana aceptable y en la noche poco.

Se puede observar en la figura 7, que la percepción que tienen los habitantes de la Comuna Siete sobre el ruido es que no les afecta en la realización de sus actividades durante todo el día, lo cual es congruente con datos obtenidos en el monitoreo y lo observado en los mapas de ruido diurno y nocturno.

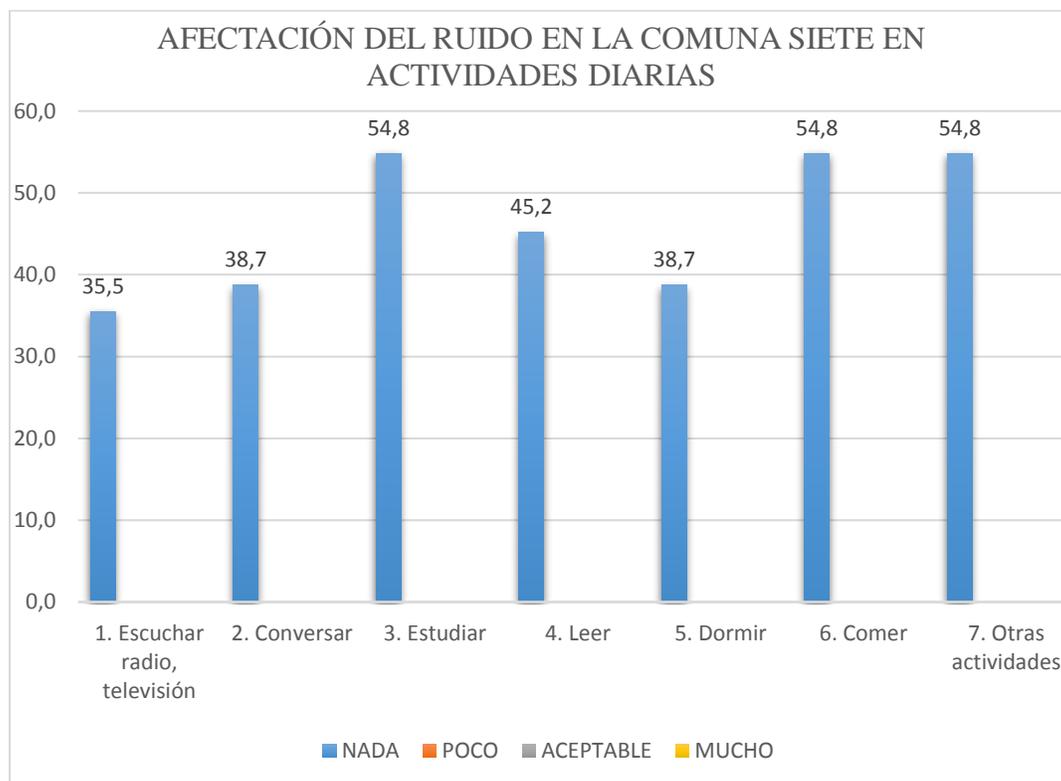


Figura 8 Afectación Del Ruido en la Comuna Siete en Actividades Diarias.

La percepción de la población de la Comuna Siete en el estudio realizado en el 2019 demuestra que la zona es tranquila, la cual no presenta un grado alto de perturbación por las actividades diarias, por el contrario, en el estudio realizado por Ramirez Zarta, J. S., Garcia Ladino, L. A., & Mosquera Cleves, A. M. (2016), se determinó que la Comuna Siete existía una afectación a la salud humana a causa del ruido ambiental, produciendo estrés con un valor del 40%.

Con la aplicación del instrumento se encontro que en horas de la mañana y la tarde son las de mayor flujo vehicular por la zona, generando molestia a los habiantes del sector convirtiendose

en un punto problemático provocando contaminación de ruido ambiental por el constante tránsito de automóviles, transporte público, carros de carga pesada y motocicletas por el sector. Esto concuerda con lo encontrado en el estudio realizado por Ramírez Zarta, J. S., García Ladino, L. A., & Mosquera Cleves, A. M. (2016).

4.3. Mapas de ruido y uso del suelo.

En la figura 9 se observa el mapa de ruido de la jornada diurna de la Comuna Siete, se aprecia que los puntos críticos se encuentran en:

El barrio Obrero por la zona comprendida por la carrera 15 y carrera 15A entre las calles 2 y calle 4; En el barrio Calixto entre las carreras 15 y 17 y las calles 6 y 8 y por las intersecciones de la avenida de la calle 8 con la carrera 22, carrera 34 y la carrera 50, en estas zonas se aprecian las curvas de nivel de presión sonora de color rojo, indicando zonas de alto impacto por ruido.

En la figura 10 se observa el mapa de ruido de la jornada nocturna de la Comuna Siete, los puntos críticos se encuentran en:

La intersección de la Avenida de la calle 8 con Carrera 22 y en el semáforo de la intersección de la calle 2 con carrera 15, zonas donde las curvas de nivel de presión sonora son de color rojo, por lo tanto presentan problemas de contaminación por ruido.

En las figuras 11 y 12 se muestran el uso del suelo de la Comuna Siete, las áreas sombreadas en blanco indican las zonas donde se encuentra el conflicto por ruido según lo establecido en la Resolución 0627 del 2006 y el POT, en la jornada nocturna y diurna respectivamente.

Existe mayor área de conflicto en la jornada nocturna que diurna, además en ambas jornadas coinciden las áreas de conflicto ubicadas en los puntos 3, 4 y 5.

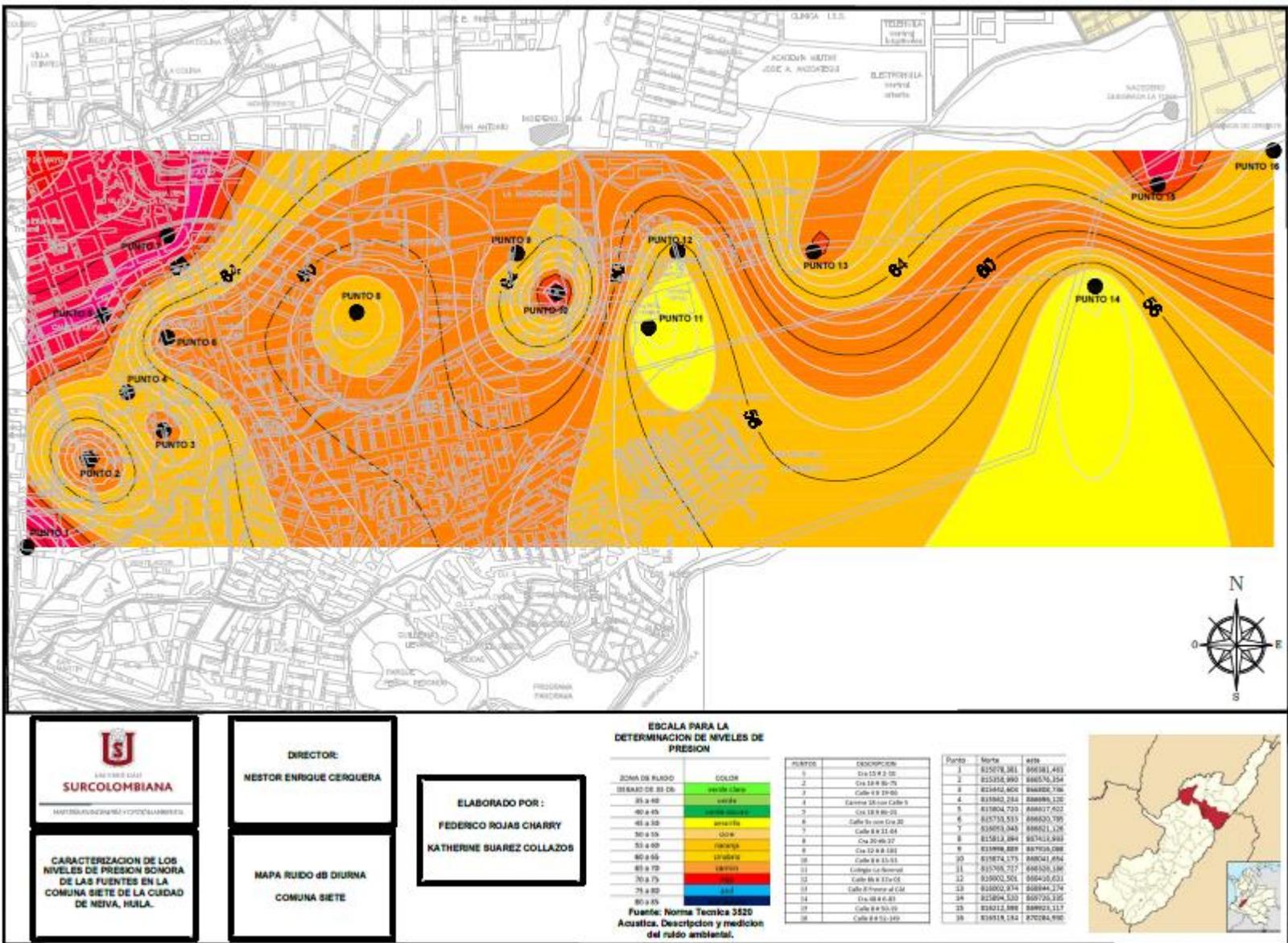


Figura 9 Mapa de ruido diurno Comuna Siete Municipio de Neiva.

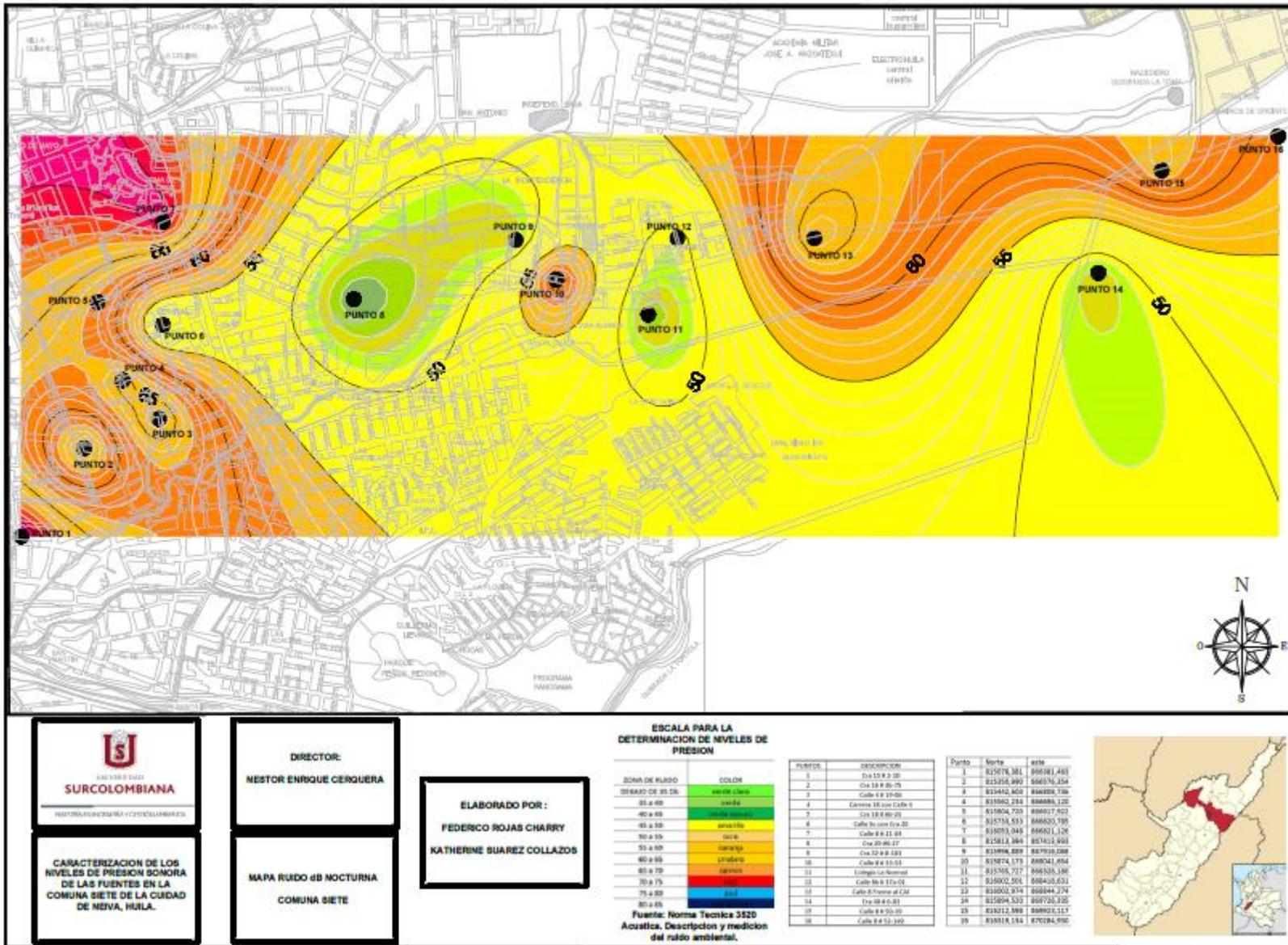


Figura 10 Mapa de ruido nocturno Comuna Siete Municipio de Neiva.

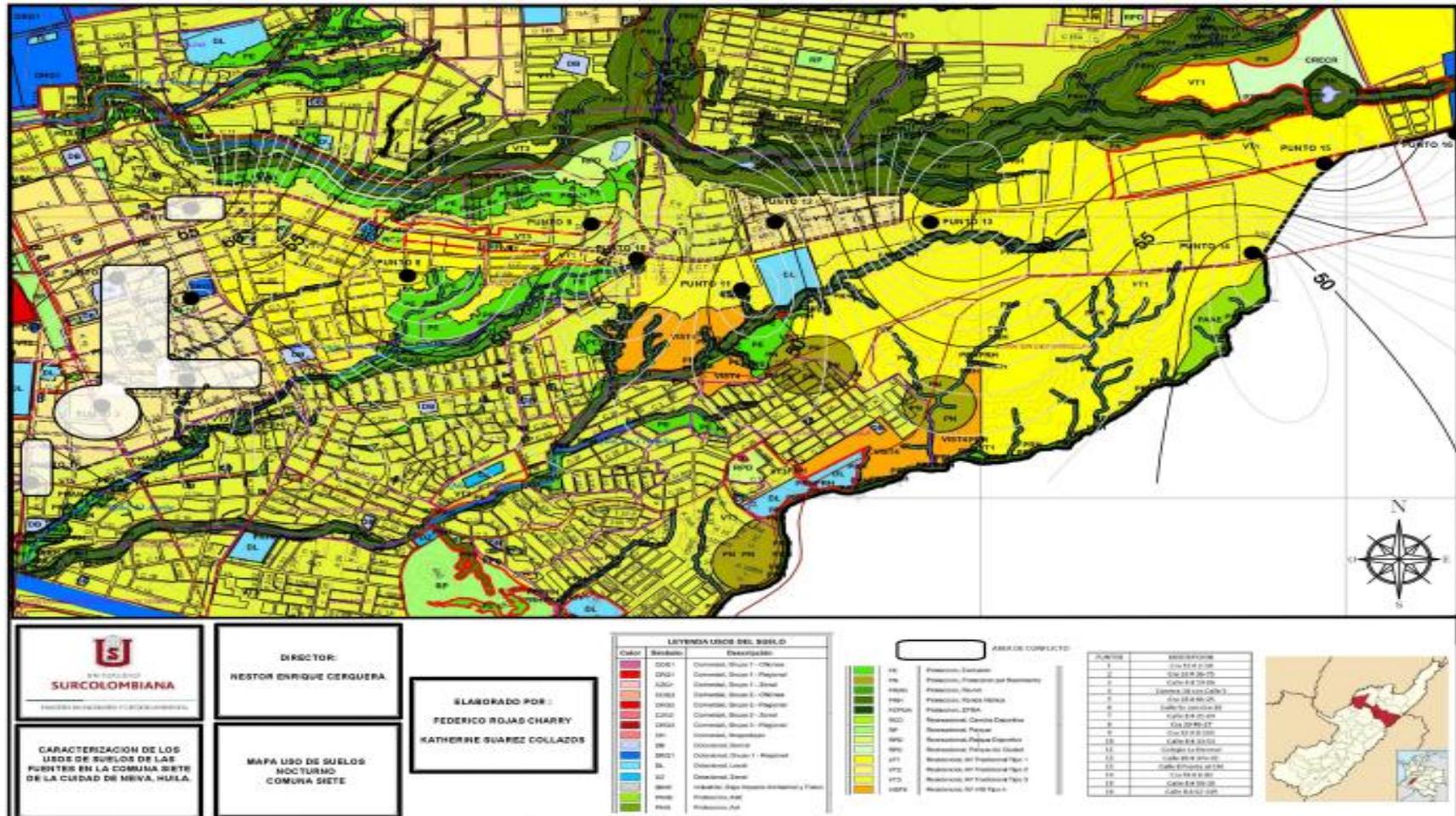


Figura 11 Mapa uso del suelo y áreas de conflicto por ruido de la Comuna Siete Nocturno. Adaptado Cámara de Comercio Neiva, 2019.

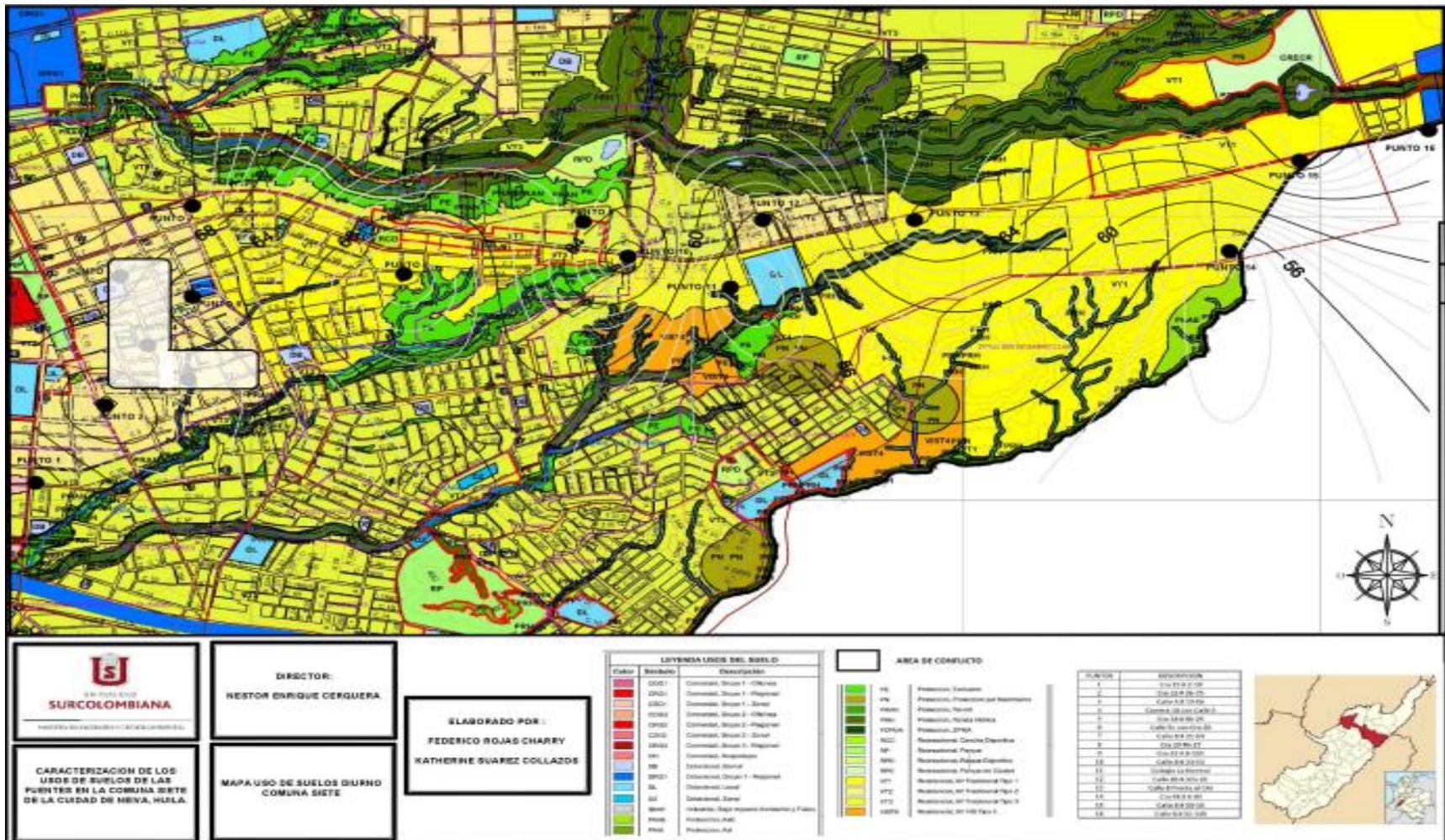


Figura 12 Áreas de conflicto por ruido según POT Comuna Siete Municipio de Neiva Diurno. Adaptado Cámara de Comercio Neiva, 2019.

5. Conclusiones

En general la Comuna Siete es una zona tranquila, exceptuando las márgenes de los principales corredores viales. En la mayoría de la comuna el uso del suelo cumple con lo ordenado en la Resolución 0627 del 2006. En esta investigación no se hallaron fuentes fijas que provocaran problemas de ruido en el área de estudio.

Se concluye que la principal fuente de contaminación por ruido sigue siendo las fuentes móviles, en especial las motocicletas. En la jornada nocturna se evidencio que, aunque existe restricción para la circulación de motocicletas en horario comprendido entre las 23:00 hasta las 5:00 de la mañana del día siguiente, estas continúan transitando aun en el horario de restricción, incumpliendo el Decreto 0033 del 26 de enero del 2018 de la Alcaldía de Neiva.

La principal fuente de contaminación por ruido encontrada en esta investigación que afecta la Comuna Siete, fue el tráfico vehicular, es de esperar que los principales corredores viales, como son la carrera 15, la calle 4B, la carrera 18 y la calle 8 sean los sitios donde se presentarán los niveles más altos de presión sonora.

No existen cambios significativos en los niveles de presión sonora en la jornada diurna, los puntos 3, 4 y 5 en ambos estudios no cumplen con la Resolución 0627 de 2006, se presume que no se ha aplicado ninguna medida de mitigación en los últimos tres años, para lograr que estos puntos cumplan con lo establecido en la legislación, a pesar que el uso del suelo en estos puntos es residencial. Los demás puntos cumplen con la normatividad.

En la jornada nocturna se percibe un aumento en los niveles de presión sonora, comparado con el estudio realizado en el 2016 por CORHUILA, esto puede ser originado por el incremento del tráfico vehicular por las principales corredoras viales de la comuna, durante la noche.

De acuerdo con la percepción de la comunidad residente y transitoria de la Comuna Siete no manifiestan sentirse afectados por los niveles de ruido que se presentan en horas diurnas y nocturnas; sin embargo, si existe niveles de afectación entre semana y fines de semana en horas de la mañana.

Se puede intuir que el estado de ánimo de las personas encuestadas influye en el nivel de respuesta dada, además pueden ser personal flotante que pasen cierto tiempo en el área de estudio.

6. Recomendaciones

Ampliar los puntos de muestreo incluyendo aquellos que se encuentren en los límites de la comuna.

Implementar programas de descontaminación de ruido en las zonas críticas de la Comuna Siete, detectadas en este trabajo de grado, programas que deberán implementar la Administración Municipal y las Autoridades Ambientales competentes.

Actualizar el Plan de Ordenamiento Territorial teniendo en cuenta que las márgenes de la carrera 15, calle 8, la carrera 18 y la calle 4B, el uso actual del suelo no es solo residencial, sino también comercial, lo que produce problemas de contaminación por ruido e incumplimiento de la normatividad.

Realizar monitoreo periódico de los niveles de presión sonora en la Comuna Siete sobre todo en aquellas zonas críticas detectadas o en los puntos donde no se cumplieron con lo establecido en la Resolución 0627 del 2006.

Se recomienda realizar nuevamente este estudio en los puntos monitoreados con el equipo que cumpla con los requisitos establecidos por la norma, para tener unos resultados comparativos de la percepción y niveles de ruido generados en la Comuna Siete.

7. Bibliografía

Álvarez et al. (2006), Meliá, et al. (1990), Ledesma et al. (2002) y Oviedo et al. (2005), citados por Castro J.K; Cerquera N.E y Escobar, F.H (2015)

Amo Zans, Diego. 2016. Contaminación acústica causada por el transporte transpirenaico en el País Vasco y Cataluña: una aproximación estadística –Proyecto TransP1. Universidad pública de navarra. Departamento de estadística e investigación operativa. Pamplona, España.

Alcaldía de Neiva. (29 de Abril de 2019). *www.alcaldianeiva.gov.co*. Obtenido de *www.alcaldianeiva.gov.co*: <http://www.alcaldianeiva.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Cámara de Comercio de Neiva. (20 de mayo de 2019). Cámara de Comercio de Neiva. Obtenido de <https://ccneiva.org>: <https://ccneiva.org/plan-de-ordenamiento-territorial-pot/>

Chang, T., Lin, H., Yang, W., Bao, B., & Chang, C. (2012). A modified Nordic prediction model of roadtraffic noise in a Taiwanese city with significant motorcycle traffic. *Science of total environment*, 15 (432), 375-381.

Corbitt, R. A. (2003). *Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental*. Madrid: McGraw-Hill. <http://www.alcaldianeiva.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>, A. d. (s.f.).

CAM. (2011). Niveles de ruido ambiental en la zona microcentro del municipio de Neiva - Huila, consultoría, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Facultad de minas centro nacional de geoestadística (cng), Medellín.

CAM. (2016). Mapas de ruido ambiental y plan de descontaminación por ruido del municipio de Neiva, consultoría CONINTEGRAL.

Castro J.K. (2018). Niveles de presión sonora y mapas de ruido. Guía práctica de laboratorio, Maestría en Ingeniería y Gestión ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia, p. 4

Castro J.K, Cerquera N.E y Escobar, F.H. (2015). Model of economic value for the desertification process of the “Tatacoa Dessert”. *Journal Of Engineering And Applied Sciences* ISSN: 1819-6608 ed: v.10 fasc.8, Pakistán, p. 6

Castro, Olaya y Cerquera (2019). Guía metodológica del seminario de actualización.

Consumer. (11 de mayo de 2017). *www.consumer.es*. Obtenido de *www.consumer.es*: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2017/05/11/225277.php

Cyril M., H. (1995). *Manual de medidas acusticas y control del ruido* (3 ed. ed.). Madrid: McGraw-Hill.

Encuesta para la valoración de la respuesta comunitaria frente al ruido ambiental (molestia) en la ciudad de granada. 2015. Agenda 21 Local de Granada y Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada. Recuperado de: [https://www.granada.org/inet/agenda21.nsf/82442a77da853d4bc1257bb900305ce2/685112808a3df322c1257bad003c662c/\\$FILE/Encuesta%20MOLESTIA%20Granada%202015.pdf](https://www.granada.org/inet/agenda21.nsf/82442a77da853d4bc1257bb900305ce2/685112808a3df322c1257bad003c662c/$FILE/Encuesta%20MOLESTIA%20Granada%202015.pdf)

Girado Gómez. Encuesta sobre el impacto de la contaminación por ruido en el municipio de Cocorná – Antioquia. Recuperado de https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/11690/5/32393054_Anexo%2001.pdf

Gonzales Salgado, Samuel Antonio. 2006. Elaboración de una encuesta sobre percepción de ruido ambiental para ser aplicadas en familias del programa de la comuna del chimbarongo. (Trabajo final de grado). Universidad austral de Chile, Facultad de ciencias de la ingeniera. Valdivia, Chile.

Hernández, D. (2010). Cómo calcular el tamaño de la muestra. Consultado el 20 de enero de 2019, disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Y0XLJnGbFQs>

Ministerio del Medio Ambiente. (5 de junio de 1995). Decreto 0948 de 1995. Obtenido de: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ruido. Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Condiciones_trabajo_PYMES/cuestion13.pdf

Jaramillo, A., González, A., Betancur, C., & Correa, M. (2009). Estudio comparativo entre las mediciones de ruido ambiental urbano a 1,5 m y 4 m de alturasobre el nivel del piso en la ciudad de medellín,antioquia - colombia. *Dyna, Año 76, Nro. 157, 71-79.*

Juarez Hipolito, J. H., Moreno Ibarra, M. A., & Torrez Ruiz, M. J. (2018). Seguimiento colaborativo del ruido ambiental utilizando dispositivos móviles y sistemas de información geográfica. *Revista Cartográfica 96, 65-92.*

Lozada Diaz, R. (2011). *ESTUDIO DE LOS PLANES ESTRATÉGICOS DE DESARROLLO*. Neiva -Huila: Alcaldia de Neiva.

L. Davis, M., & J. Masten, S. (2004). Ingeniería y ciencias ambientales. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.

Martimportugués, C., Gallego , J., & Ruiz , D. (2003). Efectos del ruido comunitario. *Revista de acustica, 31-39.*

María Gómez – Cano Alfaro. Ruido: Evaluación y acondicionamiento ergonómico. Ministerio de trabajo e inmigración. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo; C/ Torrelaguna, 73. 28027 Madrid. Recuperado de: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Aplicaciones/ficherosCuestionarios/naranja.pdf>

Muerza, Alex Fernández. 2017. Ruido y salud en Madrid. Instituto DKV de la vida saludable. Observatorio salud y medio ambiente. Madrid.

M. M. Morales Suárez-Varela, et al. 1992. Evaluación de los efectos del ruido ambiental sobre los residentes en el centro histórico de Valencia. Universidad de Valencia. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Unidad de Investigación de Salud Pública, Higiene y Sanidad Ambiental. *Revista Sanidad e higiene publica*, 1992:66; 239-244.

Ministerio de Ambiente Nacional. (5 de junio de 1995). [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf).
Obtenido de www.minambiente.gov.co:
http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf

Ministerio de Ambiente Nacional. (7 de abril de 2006). [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/norma_ruido/Resolucion_627_de_2006_-_Norma_nacional_de_emision_de_ruido.pdf).
Obtenido de www.minambiente.gov.co:
www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/norma_ruido/Resolucion_627_de_2006_-_Norma_nacional_de_emision_de_ruido.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). Ruido excesivo en entornos, una de las principales causas para pérdida auditiva. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2006). Resolución 0627 del 7 de abril del 2006 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”, Bogotá, Colombia, p. 30

Otterström, T. (1995). Pricing of environmental impacts of emissions from roads traffic-recent and present research in Finland. *The science of total environment*, 311-319.

Organización Mundial de la Salud - OMS. (21 de Marzo de 2018). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 2019, de Organización Mundial de la Salud: Organización Mundial de la Salud.

Ramírez Zarta, J. S., García Ladino, L. A., & Mosquera Cleves, A. M. (2016). *MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL EN LA COMUNA SIETE DE LA CIUDAD DE NEIVA*. Neiva: Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA.

Romo Orozco, José Manuel, Gómez Sánchez, Adoración. 2011. La percepción social del ruido como contaminante. CIGA-INE-SEMARNAT. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/670/cap10.pdf>

Senado de Colombia. (6 de Mayo de 2019). <http://www.secretariasenado.gov.co>. Obtenido de <http://www.secretariasenado.gov.co>:
http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html

Senado de Colombia. (06 de mayo de 2019). <http://www.secretariasenado.gov.co>.
Obtenido de <http://www.secretariasenado.gov.co>:
http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Velez Moreno, L. M., & Espinosa Valencia, G. J. (2008). Diversidad y Desigualdad en los territorios contemporaneos. Afectación de la contaminación por ruido en el desarrollo urbano (pág. 11). Medellin: Universidad Nacional De Colombia.

ANEXOS

Anexos 1. Certificado Calibración Sonómetro

e-mail: Htakahashi@intecconinc.com	www.intecconin.com
 <p>INTECCON COLOMBIA S.A.S Laboratorio de Calibraciones</p>	<p>INTECCON COLOMBIA S.A.S Calibration Laboratory</p> <p>Carrera 43a 19 17 MEDELLÍN COLOMBIA</p>
CALIBRATION CERTIFICATE	
Date of issue: 2015-05-29	Certificate No: 10045
	Page: 1/5
OBJECT OF CALIBRATION	Sound level meter type CEL-63X, number 2621039, manufacturer Casella with preamplifier type CEL-485, number 001546, manufacturer Casella and microphone type CEL 252, number 27471, manufacturer Casella.
CUSTOMER	Corporación Autónoma del Alto Magdalena Carrera 1 # 60-79 Neiva, Colombia
CALIBRATION METHOD	Method described in instruction IN-02 "Calibration of the sound level meter", issue number 8 date 04.10.2013, written on the basis of international standard EN IEC 61672-3:2006 Electroacoustics. Part 3: Periodic tests.
ENVIRONMENTAL CONDITIONS	Temperature: (22.0 + 22.5) °C Ambient pressure: (846.0 + 846.0) kPa Relative humidity: (42.1 + 42.9) %
DATE OF CALIBRATION	2015-05-29
TRACEABILITY	Calibration results were referred to primary standard of sound pressure maintained in the Central Office of Measures with the application of the working standard – sound calibrator type SV 30A, No 7921, manufactured by SVANTEK.
CALIBRATION RESULTS	The results are presented on pages 2 + 5 of this certificate including measurement uncertainty.
UNCERTAINTY OF MEASUREMENTS	Uncertainty of measurement has been evaluated in compliance with EA-4/02.2013. The expanded uncertainty assigned corresponds to a coverage probability of 95 % and the coverage factor $k = 2$.
CONFORMITY WITH REQUIREMENTS	On the basis of the calibration results, it has been found that sound level meter meets metrological requirements specified in the standard IEC 61672-1:2002 Electroacoustics – Sound level meters. Part 1: Specifications, for class 1.
<small>The certificate may be presented or copied as a whole document only.</small>	

 Inteccon Colombia SAS Laboratorio de Calibraciones	REPORT of calibration of the sound level meter (in accordance with the IEC 61672-3)		RHL-001	
			Page/Pages: 1/5	Versión 2015-01-30
Application No: 10045			Date: 2015-05-29	
Applicant data:				
Name:	Corporación Autónoma del Alto Magdalena			
Address:	Carrera 1 # 60-79 Neiva, Colombia			

Equipment for testing

Sound level meter: type CEL-63X, serial number 2621039, manufacturer Casella, class 2, channel 1.

Microphone preamplifier: type CEL-495, serial number 001546, manufacturer Casella

Microphone: type CEL 252, serial number 27471, manufacturer Casella

Standards list

Laboratory standard calibrator

Type SV30A, serial number 7921, manufacturer SVANTEK, class 1.

Sound pressure level $L_p = 114$ dB (from calibration certificate),

Free field correction $\delta L_{p,f} = -0.15$ dB, pressure correction $\delta L_{p,ps} = 0.0$ dB.

Customer calibrator

Type -, serial number -, manufacturer -, class 1.

Sound pressure level $L_{p0} = -$ dB (from calibration certificate),

Free field correction $\delta L_{p0,f} = -$ dB, pressure correction $\delta L_{p0,ps} = -$ dB.

Results:

Environmental conditions measured at the start of the testing:

Ambient pressure 846.0 hPa, Temperature 22.0 °C, Relative Humidity 42.1 %

1. Indication at the calibration check frequency

The indication of the meter before adjustment: dB. Calibrator factor: dB

The adjustment of the indication used the procedure given in the instruction manual.

Calibration factor determined during adjustment: dB

Frequency weighting: A; range: HIGH ; $f_{ref} = 1$ kHz.

		Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3	Expanded uncertainty [dB]	Tolerance limits including maximum expanded uncertainty [dB]
Calibrator supplied with the meter	Indication [dB]	-	-	-	X	X
	Deviation [dB]	-	-	-	0.15	-
Laboratory standard calibrator	Indication [dB]	114.0	114.0	114.0	X	X
	Deviation [dB]	0.15	0.15	0.15	0.15	0.1
Inconsistency of indication [dB]						-

In tolerance

 Inteccon colombia S.A.S. Laboratorio de Calibraciones	REPORT of calibration of the sound level meter (in accordance with the IEC 61672-3)	RHL-001	
		Page/Pages: 2/5	Versión 2015-01-30

2. Self-generated noise with microphone installed

Frequency weighting		A
The lower limit of the linear operating range [dB]		24.0
Indication [dB]	for reference microphone	16.0
	for testing microphone	19.2
The highest level of self-generated noise stated in the instruction manual [dB]		18.5

In tolerance

3. Self-generated noise with microphone replaced by the input signal device

Frequency weighting	A	C	Z
The lower limit of the linear operating range [dB]	19.0	22.0	28.0
Indication [dB]	18.6	21.7	27.9

Self-generated noise with microphone replaced by the input signal device shall not exceed the highest anticipated level of self-generated noise stated in the instruction manual.

In tolerance

4. Frequency weightings

a) Using electrostatic actuator

Range: HIGH ; the level of the input signal: 94.

Frequency weighting: C

Freq. [Hz]	Indication L(f) [dB]				Free field correction ΔL_s [dB]	The influence of a windscreen α_{wind} [dB]	The influence of a housing α_{hous} [dB]	The value of frequency characteristics of the meter with the microphone in the free field sound	The relative characteristics (re 1 kHz) $L(f) - L(1\text{kHz})$	Nominal frequency weightings [dB]	The deviation of an indication [dB]	Expanded uncertainty [dB]	Tolerance limits (including expanded uncertainty) [dB] Class 1
	1	2	3	medium									
125,0	94,0	94,0	94,0	-	-0,20	-	-	-	-	-0,2	-0,0	0,28	$\pm 1,5$
1000,0	94,0	94,0	94,0	-	0,00	-	-	-	-	0,0	0,0	0,28	$\pm 1,4$
4000,0	92,1	92,1	92,1	-	0,70	-	-	-	-	-0,8	-1,0	0,28	$\pm 1,6$
8000,0	87,5	87,5	87,5	-	2,80	-	-	-	-	-3,0	-3,3	0,36	-3,1; +2,5

In tolerance

b) Using electrical signal tests

Frequency [Hz]	Nominal frequency weightings [dB]			Indication [dB]			Relative value (re 1kHz) of the frequency weighting [dB]		
	A	C	Z	L_A	L_C	L_Z	$L_{wA} = L_A - L_{A,1k}$	$L_{wC} = L_C - L_{C,1k}$	$L_{wZ} = L_Z - L_{Z,1k}$
83,0	-26,2	-0,8	0,0	95,0	95,0	95,0	0,0	0,0	0,0
125,0	-16,1	-0,2	0,0	94,9	95,0	94,8	-0,1	0,0	-0,2
250,0	-8,6	0,0	0,0	94,9	95,0	94,9	-0,1	0,0	-0,1
500,0	-3,2	0,0	0,0	94,9	95,0	94,9	-0,1	0,0	-0,1
1000,0	0,0	0,0	0,0	94,9	95,1	94,9	-0,1	0,1	-0,1
2000,0	1,2	-0,2	0,0	95,1	95,3	95,1	0,1	0,3	0,1
4000,0	1,0	-0,8	0,0	95,7	95,8	95,7	0,7	0,8	0,7
8000,0	-1,1	-3,0	0,0	96,8	96,9	97,1	1,8	1,9	2,1
16000,0	-26,2	-0,8	0,0	96,9	96,0	96,4	0,9	1,0	3,4

CALIBRATION CERTIFICATE

Date of issue: 2015-05-29

Certificate No: 10045

Page: 2/5

CALIBRATION RESULTS

Calibration results are the following:

1. Indication at the calibration check frequency

The sound level meter was calibrated in compliance with the instruction manual. During this process, the indication of this SLM was adjusted to the sound pressure level of the sound level calibrator type SV 30A, No 7921, from SVANTEK. The sound pressure level was corrected by the free-field factor.

Deviation of the acoustic pressure measurement of the A-weighted sound level using the sound calibrator type SV 30A, No 7921, from SVANTEK, was made according to the standard reference conditions: for static pressure 101.325 kPa, for temperature 23 °C and for relative humidity 50 %, results:

(0.1 ± 0.15) dB

The deviation was determined as a difference between the measured sound level and the sound level corrected by the free-field factor appropriate to mentioned sound calibrator.

2. Self-generated noise with microphone installed

Frequency weighting	A
The highest level of self-generated noise stated in the instruction manual [dB]	24.0
Indication [dB]	19.2

3. Self-generated noise with microphone replaced by the electrical input signal device

Frequency weighting	A	C	Z
The highest expected level of self-generated noise stated in the instruction manual [dB]	19.0	22.0	28.0
Level of self-generated noise [dB]	18.8	21.7	27.9

Authorized by:
Henry Thaisaku Takahashi G.
Director de Laboratorio

	REPORT		RHL-001	
	of calibration of the sound level meter (in accordance with the IEC 61672-3)		Page/Pages: 3/5	Versión 2015-01-30

frequency [Hz]	The deviation of the typical microphone frequency response from a uniform frequency response δ_{mic} [dB]	Typical effects of reflections from the case of the sound level meter and diffraction of sound around the microphone δ_{case} [dB]	The influence of a windscreen δ_{wind} [dB]	Relative free field frequency response after taking into account the corrections f_{min} ; f_{max} δ_{rel} [dB]			Expanded uncertainty y [dB]	Tolerance limits (including expanded uncertainty) [dB] Class 1
				$L_{A,Z} = L_{ref} + \delta_{wind} + \delta_{case} + \delta_{wind}$	$L_{C,Z} = L_{ref} + \delta_{wind} + \delta_{case} + \delta_{wind}$	$L_{Z,Z} = L_{ref} + \delta_{wind} + \delta_{case} + \delta_{wind}$		
63,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,30	$\pm 1,5$
125,0	0,00	0,00	0,00	-0,1	0,0	-0,2	0,30	$\pm 1,5$
250,0	0,00	0,00	0,00	-0,1	0,0	-0,1	0,30	$\pm 1,4$
500,0	0,10	-0,10	0,00	-0,1	0,0	-0,1	0,30	$\pm 1,4$
1000,0	-0,10	0,10	0,00	-0,1	0,1	-0,1	0,30	$\pm 1,1$
2000,0	-0,20	0,20	0,40	0,5	0,7	0,5	0,30	$\pm 1,6$
4000,0	0,00	0,00	0,70	1,4	1,5	1,4	0,30	$\pm 1,6$
8000,0	-0,30	0,30	-0,30	1,5	1,6	1,8	0,40	-3,1; +2,5
16000,0	-0,90	0,90	1,90	2,8	2,9	5,3	0,60	-17,0; +3,5

A: In tolerance C: In tolerance Z: In tolerance

5. Frequency and time weightings at 1 kHz

Frequency weighting	A			C	Z
	Fast	Slow	-	Fast	Fast
Function	SPL	SPL	LEQ	SPL	SPL
indication [dB]	$L_{A,F}$	$L_{A,S}$	$L_{A,LEQ}$	L_C	L_Z
	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0
The deviation of an indication [dB]	0,0	$L_{A,S} - L_{A,F}$	$L_{A,LEQ} - L_{A,F}$	$L_C - L_{A,F}$	$L_Z - L_{A,F}$
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Expanded uncertainty [dB]	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Tolerance limits (including expanded uncertainty) [dB], Class 1	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$

Range: HIGH

In tolerance

6. Toneburst response

Toneburst duration [ms]	200			2			0,25	
	Fast	Slow	-	Fast	Slow	-	Fast	Slow
Type of results	MAX	MAX	LEQ	MAX	MAX	LEQ	MAX	LEQ
Indication for the steady sinusoidal signal L [dB]	134,0	134,0	134,0	134,0	134,0	134,0	134,0	134,0
Indication for the toneburst L [dB]	133,0	133,0	124,0	115,8	115,8	90,9	106,6	90,7
Sound exposure level (SEL) [dB]	133,0	133,0	131,8	115,8	115,8	98,7	106,6	98,4
Difference $L-L$ [dB]	-1,0	-1,0	-2,2	-18,2	-18,2	-35,3	-27,4	-35,6
Correct value of difference Δ [dB]	-1,0	-7,4	-7,0	-18,0	-27,0	-27,0	-27,0	-36,0
The deviation of an indication $(\Delta - (L-L))$ [dB]	0,0	6,4	4,8	-0,2	8,8	-8,3	-0,4	0,4
Expanded uncertainty [dB]	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Tolerance limits (including expanded uncertainty) [dB] Class 1	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	-1,8; +1,3	-3,3; +1,3	-1,8; +1,3	-3,3; +1,3	-3,3; +1,3

Out of tolerance

CALIBRATION CERTIFICATE

Date of issue: 2015-05-29

Certificate No:10045

Page: 3/5

4. Acoustical signal tests of a frequency weighting C

Frequency [Hz]	The deviation of frequency weighting [dB]	Extended uncertainty [dB]	Tolerance limits [dB]
125.0	-0.0	0.28	±1.5
1000.0	0.0	0.28	±1.1
4000.0	-1.0	0.28	±1.6
8000.0	-3.3	0.36	-3.1; +2.5

5. Electrical signal tests of frequency weightings

Frequency [Hz]	The deviation of frequency weighting [dB]			Extended uncertainty [dB]	Tolerance limits [dB]
	A	C	Z		
63.0	0.0	0.0	0.0	0.3	±1.5
125.0	-0.1	0.0	-0.2	0.3	±1.5
250.0	-0.1	0.0	-0.1	0.3	±1.4
500.0	-0.1	0.0	-0.1	0.3	±1.4
1000.0	-0.1	0.1	-0.1	0.3	±1.1
2000.0	0.5	0.7	0.5	0.3	±1.6
4000.0	1.4	1.5	1.4	0.3	±1.6
8000.0	1.5	1.6	1.8	0.4	-3.1; +2.5
16000.0	2.8	2.9	5.3	0.6	-17.0; +3.5

6. Frequency and time weightings at 1 kHz

Frequency weighting	Sound level				Time-averaged sound level
	A	A	C	Z	A
Time weighting	Fast	Slow	Fast	Fast	-
Indication [dB]	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0
The deviation of indication from the indication of A-weighted sound level with Fast time weighting [dB]	X	0.0	0.0	0.0	0.0
Extended uncertainty [dB]	X	0.14			
Tolerance limits [dB]	X	±0.3	±0.4	±0.4	±0.3

Authorized by:
Henry Thaisaku Takahashi G.
Director de Laboratorio

	REPORT of calibration of the sound level meter (In accordance with the IEC 61672-3)	RHL-001	
		Page/Pages: 4/5	Version 2015-01-30

7. Level linearity on the reference level range

Frequency weighting: A , range HIGH

Level linearity range at frequency 8 kHz stated in the instruction manual : from 40.0 dB, to 138.0 dB.

Anticipated signal level L_p [dB]	Indication L [dB]	Level linearity error $L - L_p$ [dB]	Expanded uncertainty [dB]	Tolerance limits (including expanded uncertainty) [dB] Class 1
138.0	138.0	0.0	0.14	±1.1
137.0	137.0	0.0		
136.0	136.0	0.0		
135.0	135.0	0.0		
134.0	134.0	0.0		
133.0	133.0	0.0		
132.0	132.0	0.0		
131.0	131.0	0.0		
130.0	130.0	0.0		
129.0	129.0	0.0		
124.0	124.0	0.0		
119.0	119.0	0.0		
114.0	114.0	0.0		
109.0	109.0	0.0		
104.0	104.0	0.0		
99.0	99.0	0.0		
94.0	94.0	0.0		
89.0	89.0	0.0		
84.0	83.9	-0.1		
79.0	78.9	-0.1		
74.0	73.9	-0.1		
69.0	68.9	-0.1		
64.0	63.9	-0.1		
59.0	58.9	-0.1		
54.0	53.9	-0.1		
49.0	48.9	-0.1		
48.0	47.9	-0.1		
47.0	46.9	-0.1		
46.0	45.9	-0.1		
45.0	44.9	-0.1		
44.0	43.9	-0.1		
43.0	42.9	-0.1		
42.0	41.9	-0.1		
41.0	40.9	-0.1		
40.0	39.9	-0.1		

In tolerance

 Inteccon Colombia SAS Laboratorio de Calibraciones	REPORT of calibration of the sound level meter (in accordance with the IEC 61672-3)		RHL-001	
	Page/Pages:	5/5	Version	2015-01-30

8. Peak C sound level

Numbers of cycles in test signal	Frequency [Hz]	Indication for the steady sinusoidal signal L_C [dB]	Peak indication L_{Cpeak} [dB]	Difference $L_{Cpeak} - L_C$ [dB]	Correct value of difference Δ [dB]	The deviation of an indication $(\Delta - (L_{Cpeak} - L_C))$ [dB]	Expanded uncertainty [dB]	Tolerance limits (including expanded uncertainty) [dB] Class 1
One	8000	132.0	134.8	2.8	3,4	-0.6	0,14	$\pm 2,4$
Positive half-cycle	500	132.0	134.2	2.2	2,4	-0.2	0,14	$\pm 1,4$
Negative half-cycle	500	132.0	134.2	2.2		-0.2	0,14	

In tolerance

9. Level linearity including the level range control

Range [dB]	HIGH	LOW	---	---
Reference input signal L_{ref} [dB]	108.1	108.1	-	-
Indication for L_{ref}	114.0	114.0	-	-
The deviation of an indication $(L_{ref} - L)$ [dB]	6.0	0.0	-	-
for input signal 5 dB less than the upper limit L_{5dB} [dB]	126.2	119.2	-	-
Indication for $L_{ref, 5dB}$	132.0	125.0	-	-
The deviation of an indication $(L_{ref, 5dB} - L_{5dB})$ [dB]	6.0	-0.0	-	-
Expanded uncertainty [dB]	0.14			
Tolerance limits (including expanded uncertainty) [dB]	± 1.1			

In tolerance

10. Overload indication

Frequency weighting: A

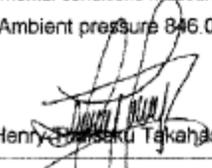
Indication for the steady sinusoidal signal L [dB]	Overload indication		Difference $(L_d - L_c)$ [dB]	Expanded uncertainty [dB]	Tolerance limits (including expanded uncertainty) [dB]
	for positive half-cycle L_d [dB]	for negative half-cycle L_c [dB]			
136.0	102.0	101.9	-0.1	0.14	1,8

In tolerance

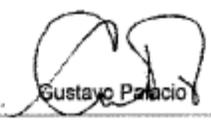
Environmental conditions measured at the end of the testing:

Ambient pressure 846.0 hPa,

Temperature 22.5 °C, Relative Humidity 42.9 %


Henry Takahashi

Calibration specialist


Gustavo Palacio

Checked by

Anexo 2. Instrumento de medición niveles de percepción sonora.


 UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE ALTA EDUCACIÓN

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN NIVELES DE PERCEPCIÓN SONORA

1. Identificación del entrevistado

1.1 Edad 52

1.2 Género Femenino () Masculino (X)

1.3 Último grado cursado: Sin escolaridad () Primaria () Secundaria (X)
Profesional () Postgrado ()

1.4 Jefe del hogar Si (X) No ()

1.5 El sitio de entrevista es: Sitio de vivienda () Sitio donde labora (X)

1.6 Tiempo de permanencia del entrevistado en el sitio 12 horas/día

2. Diagnóstico general

2.1 ¿Se considera afectado por el ruido que se genera en el sector? Si (X) No ()

2.2 ¿Qué día de la semana considera que se emite mayor ruido en este sector?
Viernes.

2.3 ¿En qué horario se presenta mayor ruido? Diurno (X) Nocturno ()

2.4 ¿Existe alguna fuente emisora de ruido en el sector? Si (X) No ()

2.5 Si su respuesta en 2.4 es "Si", Seleccione de las siguientes la principal fuente emisora de ruido

Bar o discoteca __ Otra en construcción (X) Fábricas __

Institución educativa (X) Alto tráfico vehicular __ Actividades comercio __

Otro __, ¿Cuál? _____

2.6 ¿Se le han presentado problemas de salud por causa del ruido? Si () No (X)

2.7 Si su respuesta en 2.6 es "Si", ¿Qué tipo de problema ha sufrido?

Dolor de cabeza __ Estrés __ Falta de concentración __ Pérdida auditiva __

Alteración en patrones del sueño __ Otro __, ¿Cuál? _____



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

FAACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS EXACTAS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN NIVELES DE PERCEPCIÓN SONORA

3. Evaluación de la percepción y el grado de afectación de los niveles de presión sonora

A continuación se presentan cada uno de los sets de preguntas, por favor responder sinceramente, teniendo en cuenta la escala de valoración que se muestra en el cuadro 1:

Cuadro 1. Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Nada
2	Poco
3	Aceptable
4	Mucho
5	Intolerable

1. Características del ruido percibido	
1.1 Nivel de variaciones del ruido a lo largo del día	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
1.2 Nivel de variaciones del ruido a lo largo de la noche	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
1.3 Grado de existencia de ruidos de impactos (golpes) que puedan sobresaltar a las personas	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
1.4 Existencia de varios tipos de ruidos combinados	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
1.5 Nivel de intensidad del ruido predominante	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
1.6 Constancia y continuidad del nivel de ruido en la cotidianidad	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>

2. Molestia apreciada por contacto con fuente emisora	
2.1 Grado de molestia de la persona entrevistada por contacto con la fuente emisora del ruido.	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
2.2 Cuando se encuentra en el interior de su casa, por ejemplo en el dormitorio, sala, otros ¿Cuánto le molesta el ruido de su barrio?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>

3. Disminución de concentración mental	
3.1 El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de las actividades diarias.	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3.2 El ruido le dificulta la concentración mental requerida en las actividades diarias.	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN NIVELES DE PERCEPCIÓN SONORA

4. Interferencia en la comunicación verbal

4.1 ¿Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de sus actividades diarias?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
4.2 ¿Es necesario forzar la atención del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte entendible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
4.3 ¿Los niveles de ruido impiden escuchar información acústica relevante o entender mensajes por megafonía?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>

4. Fuentes de ruido y su afectación sobre actividades cotidianas

1. Cuando está dentro de su casa o lugar de trabajo, por ejemplo en el dormitorio, sala, otros ¿Cuánto le molesta al ruido proveniente de las siguientes fuentes?

1. Automóviles - $v_{m, 10, 5}$	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
2. Transporte público	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3. Industria y talleres	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
4. Bodegas, aserraderos	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
5. Aviones y helicópteros	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
6. Instituciones educativas: Universidad, Colegios y Jardines infantiles	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
7. Iglesias y lugares de culto	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
8. Bares y discotecas	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
9. Voces exteriores	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
10. Animales	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
11. Música provenientes del exterior	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
12. Obras en construcción	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>

2. Cuando está fuera de su casa o lugar de trabajo, por ejemplo en el patio, jardín, otros ¿Cuánto le molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes?

1. Automóviles - $v_{m, 10, 5}$	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
2. Transporte público	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3. Industria y talleres	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
4. Bodegas, aserraderos	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
5. Aviones y helicópteros	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
8. Instituciones educativas: Universidad, Colegios y Jardines infantiles	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
7. Iglesias y lugares de culto	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
8. Bares y discotecas	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
9. Voces exteriores	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
10. Animales	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
11. Música provenientes del exterior	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
12. Obras en construcción	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
SURCOLOMBIANA

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN NIVELES DE PERCEPCIÓN SONORA

3. Cuando se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, durante la semana ¿Cuánto le molesta el ruido de su barrio, en la siguiente jornada?

1. Mañana	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
2. Tarde	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3. Noche	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>

4. Cuando se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, durante el fin de semana ¿Cuánto le molesta el ruido de su barrio, en la siguiente jornada?

1. Mañana	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
2. Tarde	1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3. Noche	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/>

5. Cuando se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo y considerando las siguientes actividades ¿Cuánto le molesta el ruido de su barrio para realizarlas?

1. Escuchar radio, televisión	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
2. Conversar	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3. Estudiar	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
4. Leer	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
5. Dormir	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
6. Comer	1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
7. Otras actividades	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>

Observaciones

Punto 9 - Celada Corchula.

NOTA: Esta información suministrada será utilizada sólo con fines académicos, sin ninguna otra intención.

Gracias por su colaboración

Anexo 4. Fase de Campo

Jornada Nocturna



Jornada Diurna

