



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 17 de julio de 2019.

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Los suscritos:

EDWIN MAURICIO ROJAS ALARCON, con C.C. No. 7.706.737 de Neiva,

JOSE WILL ZAMORA ROJAS, con C.C. No. 4.882.678 Agrado.

Autores del trabajo de grado titulado **DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA GENERADOS EN LA COMUNA UNO “ZONA NOROCCIDENTAL” EN LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA.**

Presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de **de Magister en Ingeniería y Gestión Ambiental**

Autorizamos 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.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

- 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.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EDWIN MAURICIO ROJAS A.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

JOSE WILL ZAMORA ROJAS.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA GENERADOS EN LA COMUNA UNO “ZONA NOROCCIDENTAL” EN LA CIUDAD DE NEIVA, HUILA.**

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
ROJAS ALARCON	EDWIN MAURICIO
ZAMORA ROJAS	JOSE WILL

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
<b>CASTRO CAMACHO</b>	<b>JENNIFER KATIUSCA</b>

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: 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:** 120

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

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

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:** Carteras de campo e instrumento en excel, Artículo científico, Mapas y plano en formato original.

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Acústica.	Acoustics.	6. Presión sonora.	Sound pressure.
2. Decibel.	Decibel.	7. Sonido.	Sound.
3. Fuente.	Source	8. Sonómetro.	Sound level meter.
4. Espacio Público.	Public space.	9. Ruido Continuo.	Continuous noise.
5. Mapa de ruido.	Noise map	10. Ruido de impacto.	Impact noise.

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

La presente investigación tiene como finalidad dar a conocer el comportamiento del ruido en la comuna 1 de la ciudad de Neiva, por ello en el cuerpo del trabajo se logrará evidenciar las zonas de mayor generación del ruido; las cuales se encuentran influenciadas en gran parte al crecimiento socioeconómico de la zona y la región, ya que en los últimos años se están ejecutando construcciones por parte del Municipio que afectaron los flujos viales incrementando con esto los ruidos en gran parte



de la comuna, pues los vehículos tuvieron cambios de ruta convirtiéndose la zona del intercambiador vial de la USCO en un cuello de botella para la ciudad, de allí la importancia de llevar a cabo un control frente a este por las consecuencias que puede generar al sobrepasar límites permisibles y no tener un debido control.

Ahora bien, cada tipo de ruido presente en una ciudad requiere una caracterización que permita cuantificarlo, estudiarlo, contrastarlo con criterios establecidos por normas o por la legislación y eventualmente controlarlo. La medición es un paso dentro de la caracterización que requiere conocer la naturaleza del ruido, sus fuentes, su forma de propagación y trascendencia, los ambientes en los que se produce y sobre los que incide, los eventos capaces de interferir con ella y el instrumental requerido, sus configuraciones y sus limitaciones (Miyara, 2004).

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

This research is intended to show the behavior of the noise in the commune 1 in the town of Neiva, in the body of the work will be highlighting the areas of greater noise generation; which are influenced to a large extent to the socio-economic growth of the area and the region, since in recent years constructions by the municipality that affected the road flows are running with this increasing noises to a large extent commune, as vehicles were route changes becoming the area of the heat exchanger the USCO vial bottleneck for the city, from there the importance of carrying out front of this control by the consequences that can be exceeded permissible limits and do not have a proper control.



Well, each type of noise present in a city requires a characterization that allows quantifying it, studying it, comparing it with criteria laid down by regulations or legislation and eventually controlling it. The measure is a step in the characterization that requires knowing the nature of the noise, their sources, their way of propagation and transcendence, environments that occurs and that affects you, capable of interfering with her and the instrumental events required, their configurations and limitations (Miyara, 2004).

#### APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: MSc. NESTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA

Firma:

Nombre Jurado: MSc. NESTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA

Firma:

Nombre Jurado: PhD. ALFREDO OLAYA AMAYA

Firma:

**DETERMINACION DE LOS NIVELES DE PRESION SONORA GENERADOS EN  
LA COMUNA UNO “ZONA NOROCCIDENTAL” EN LA CIUDAD DE NEIVA,  
HUILA.**

**EDWIN MAURICIO ROJAS ALARCON  
JOSE WILL ZAMORA ROJAS**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MAESTRIA EN INGENIERIA Y GESTION AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
NEIVA, HUILA  
2019**

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA GENERADOS EN  
LA COMUNA UNO “ZONA NOROCCIDENTAL” EN LA CIUDAD DE NEIVA,  
HUILA.**

**EDWIN MAURICIO ROJAS ALARCON  
JOSE WILL ZAMORA ROJAS**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister  
en Ingeniería y Gestión Ambiental**

**Directora**

**JENNIFER KATIUSCA CASTRO CAMACHO  
Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MAESTRIA EN INGENIERIA Y GESTION AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
NEIVA, HUILA  
2019**



Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Ph.D, Alfredo Olaya Amaya

Jurado

---

MSc. Néstor Enrique Cerquera Peña

Jurado

---

MSc. Jennifer Katusca Castro Camacho

Directora

Neiva Huila, 25 de mayo de 2019

## **DEDICATORIA.**

Dedico esta investigación a Dios por darme la fortaleza necesaria

A mis padres por su amor, esfuerzo, dedicación y sacrificio en su debido momento

A mis hijos Oscar y Stefany quienes me impulsan a sacar lo mejor de mí para poder lograr  
este anhelado sueño.

**Edwin Mauricio Rojas Alarcón**

Dedico esta investigación a mi esposa Nancy Amparo y a mi hija Sandra

Quienes fueron las personas que me regalaron de su tiempo en familia para que yo

Cumpliera mi sueño.

**José Will Zamora Rojas**

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **Agradecemos a:**

La directora Jennifer Katuska Castro Camacho Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental por su colaboración y apoyo prestado para la culminación del presente trabajo de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	22
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	28
OBJETIVOS.....	31
Objetivo General.....	31
Objetivos Específicos.....	31
MARCO TEÓRICO.....	32
Acústica.....	32
Sonido.....	33
Propagación del sonido.....	33
El órgano del oído.....	34
Fisiología de la audición.....	35
<i>El oído externo</i> .....	35
<i>El oído medio</i> .....	36
<i>Oído interno</i> .....	36
Niveles de presión sonora.....	36
Contaminación acústica.....	37
Ruido.....	38
Características del Ruido.....	39
Tipos de ruido.....	40
Fuentes de Ruido.....	42
Efectos del ruido en las personas.....	46
Costo estimado a la sociedad de los efectos del ruido.....	49
Mapa de ruido.....	50
Medidas preventivas y de control.....	51
Normatividad vigente en Colombia.....	55
Resolución 0627 de 2006, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.....	55
Norma técnica colombiana NTC 3521, Acústica. Descripción y medición del ruido ambiental. Aplicación de los límites de ruido.....	57

Norma técnica colombiana NTC 4194, Acústica. Mediciones del nivel de presión sonora emitida por vehículos automotores en estado estacionario. ....	57
Resolución 8321 DE 1983, Ministerio De Salud. ....	57
Decreto ley 2811 de 1974, Presidencia De La República. ....	57
Resolución DAMA No. 185/99:.....	58
Resolución DAMA No. 832/00:.....	58
Decreto 1355 de 1970, Ministerio De Justicia. ....	58
Ley 99 de 1993, Congreso De Colombia.....	58
Decreto 948 de 1995, Ministerio Medio Ambiente. ....	59
Normatividad vigente a nivel internacional. ....	60
Organización Internacional de Normas (ISO) o la Organización Francesa de Normalización AFNOR. ....	60
Normativa europea: .....	60
Normativa española:.....	60
BOAM. Anexo III, Criterios de Valoración y protocolos de medida.....	60
MARCO CONTEXTUAL. ....	61
Generalidades de la ciudad y del área de estudio.....	61
Características socioeconómicas y culturales. ....	62
METODOLOGÍA. ....	67
Fase Preliminar. ....	67
Elaboración del instrumento.....	67
Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación del instrumento.....	67
Fase De Campo. ....	70
<i>Reconocimiento del sitio de muestreo</i> . ....	70
Aplicación del instrumento a la muestra seleccionada.....	70
Monitoreo En Los Puntos Seleccionados. ....	70
<i>Cartera de campo</i> .....	71
Horarios de medición. ....	75
Casos especiales. ....	76
Fase De Análisis De La Información Recolectada. ....	77
Validez y consistencia del instrumento. ....	77
Análisis estadístico. ....	79

Otros cálculos necesarios asociados a ruido .....	79
Emisión de ruido o aporte de ruido.....	79
Nivel de presión sonora continuo equivalente .....	80
Evaluación del impacto ambiental proveniente de la fuente emisora.....	81
RESULTADOS Y ANÁLISIS. ....	83
Ubicación de los puntos de medición .....	83
Comparación de los niveles de ruido ambiental obtenidos con la norma.....	84
Elaboración de mapas de ruido.....	88
Resultados de la encuesta. ....	90
Preguntas:.....	91
Evaluación de la percepción y el grado de afectación de los niveles de presión sonora. ....	91
CONCLUSIONES. ....	112
RECOMENDACIONES. ....	114
BIBLIOGRAFÍA. ....	115
ANEXOS. ....	118

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB (A).....	566
Tabla 2. Composición Urbana.....	64
Tabla 3. Informalidad Urbana (Lozada Días, 2011).....	666
Tabla 4. Cartera de campo.....	722
Tabla 5. Sitios de muestreo georreferenciados con su descripción física.....	733
Tabla 6. Resultados de medición real a diferentes radios del punto de muestreo No. XX	767
Tabla 7. Resultados de medición ideal calculada para diferentes radios del punto de muestreo No. XX.....	777
Tabla 8. Valores de criterio de confiabilidad.....	799
Tabla 9. Importancia del impacto.....	811
Tabla 10. Impacto ambiental generado en el punto de muestreo XX.....	822
Tabla 11. Ubicación de los puntos de medición establecidos. ....	844
Tabla 12. Niveles de ruido ambiental registrados los días entre semana horario diurno frente a los valores máximos permitidos.....	856
Tabla 13. Niveles de ruido ambiental registrados los días entre semana horario nocturno frente a los valores máximos permitidos. ....	877
Tabla 14. Sexo de las personas encuestadas.....	9090
Tabla 15. Edad de los Encuestados. ....	9090
Tabla 16. Nivel de variaciones de ruido a lo largo del día.....	911
Tabla 17. Nivel de variaciones de ruido a lo largo de la noche.....	911

Tabla 18. Grado de existencia de ruidos de impactos (golpes) que puedan sobre saltar a las personas. ....	911
Tabla 19. Existencia de varios tipos de ruidos combinados. ....	922
Tabla 20. Nivel de intensidad de ruido predominante. ....	922
Tabla 21. Constancia y continuidad del nivel de ruido en la cotidianidad. ....	922
Tabla 22. Grado de molestia de la persona entrevistada por contacto con la fuente emisora del ruido. ....	944
Tabla 23. Cuando se encuentra en el interior de su casa por ejemplo el dormitorio sala, otros ¿Cuánto le molesta el ruido en su barrio?.....	944
Tabla 24. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de las actividades diarias. ....	955
Tabla 25. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en las actividades diarias. ....	955
Tabla 26. ¿Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de sus actividades diarias?.....	977
Tabla 27. ¿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?.....	977
Tabla 28. ¿Los niveles de ruido impiden escuchar información acústica relevante o entender mensajes por megafonía?.....	977
Tabla 29. Automóviles. ....	999
Tabla 30. Transporte público. ....	999



Tabla 31. Industrias y talleres.....	999
Tabla 32. Bodegas aserraderos.....	999
Tabla 33. Aviones y helicópteros.....	100100
Tabla 34. Instituciones educativas: Universidades, colegios y jardines infantiles.....	100100
Tabla 35. Iglesias y lugares de cultos.....	100100
Tabla 36. Bares y discotecas.....	100100
Tabla 37. Voces exteriores.....	1011
Tabla 38. Animales.....	1011
Tabla 39. Música proveniente del exterior.....	1011
Tabla 40. Obras en construcción.....	1011
Tabla 41. Automóviles.....	1022
Tabla 42. Transporte público.....	1033
Tabla 43. Industrias y talleres.....	1033
Tabla 44. Bodegas aserraderos.....	1033
Tabla 45. Aviones y helicópteros.....	1033
Tabla 46. Instituciones educativas: Universidades, colegios y jardines infantiles.....	1044
Tabla 47. Iglesias y lugares de cultos.....	1044
Tabla 48. Bares y discotecas.....	1044
Tabla 49. Voces exteriores.....	1044
Tabla 50. Animales.....	1055
Tabla 51. Música proveniente del exterior.....	1055

Tabla 52. Obras en construcción. ....	1055
Tabla 53. Mañana. ....	1066
Tabla 54. Tarde. ....	1066
Tabla 55. Noche. ....	1066
Tabla 56. Mañana. ....	1077
Tabla 57. Tarde. ....	1088
Tabla 58. Noche. ....	1088
Tabla 59. Escuchar radio, televisión. ....	1099
Tabla 60. Conversar. ....	1099
Tabla 61. Estudiar. ....	1099
Tabla 62. Leer. ....	11010
Tabla 63. Dormir. ....	11010
Tabla 64. Comer. ....	11010
Tabla 65. Otras actividades. ....	11010

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. El órgano del oído .....	355
Figura 2. Comunas área urbana del municipio de Neiva.....	699
Figura 3. Ejemplo de puntos de muestreo, para comuna.....	711
Figura 4. Localización de los puntos de medición. Fuente: Google Earth. ....	833
Figura 5. Mapa de ruido ambiental horario diurno.....	888
Figura 6. Mapa de ruido ambiental horario nocturno. ....	899
Figura 7. Características del ruido percibido.....	933
Figura 8. Molestia asociada por contacto de fuente emisora.....	944
Figura 9. Disminución de concentración mental. ....	966
Figura 10. Interferencia en la comunicación verbal. ....	988
Figura 11. ¿Cuánto molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes? Dentro de casa o lugar de trabajo. ....	1022
Figura 12. ¿Cuánto molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes? Fuera de casa o lugar de trabajo. ....	1055
Figura 13. Cuando se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, durante la semana, ¿cuánto le molesta el ruido? .....	1077
Figura 14. Cuánto le molesta el ruido de su barrio, en la siguiente jornada? Durante fin de semana. ....	1088
Figura 15. Cuánto le molesta el ruido de su barrio, para realizar las siguientes actividades. ....	1111
Figura 16. Imágenes de muestreo en horario diurno. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.8</b>

Figura 17. Imágenes de muestreo en horario nocturno. .... 1199

## GLOSARIO.

**Acústica:** Rama de la ciencia que trata de las perturbaciones elásticas sonoras. Originalmente aplicada sólo a los sonidos audibles.

**DB(A):** Representa el nivel de presión sonora del ruido registrado con un sonómetro, en integración y con filtro de ponderación.

**Decibel (dB):** Es la unidad de medida del nivel de presión DE sonido que expresa la relación entre dicha presión y un sonido de referencia en escala logarítmica. Igualmente, es la unidad de medida empleada en acústica, desarrollada por los laboratorios Bell Systems.

**Emisión de ruido:** Es la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.

**Espacio público:** Conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados, destinados por su naturaleza, por su uso o afectación, a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden, por tanto, los estándares de los intereses individuales de los habitantes.

**Fuente:** Elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio.

**Mapas de ruido.** Se entiende por mapa de ruido, la representación de los datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indica la superación de un valor límite, el número de personas afectadas en una zona dada y el número de viviendas, centros educativos y hospitales expuestos a determinados valores de ese indicador en dicha zona.

**Medio ambiente:** Es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas.

**Nivel de presión sonora (Lp) (dB):** Es la cantidad expresada en decibeles y calculada según la siguiente ecuación:

$$Lp = 20 \log (P/pref)$$

Donde:

P = valor cuadrático medio de la presión sonora.

P0 = presión sonora de referencia, en el aire. ( $2 \times 10^{-5}$  Pascales).

**Ruido continuo:** Es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece más o menos constante, con fluctuaciones hasta de un segundo y que no presenta cambios repentinos durante su emisión.

**Ruido de impacto:** Es aquel cuyo niveles de presión sonora involucran valores máximos a intervalo mayores de uno por segundo; cuando los intervalos son menores de un segundo, se considera como continuo.

**Sonido.** Sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de compresión (longitudinales) propagadas en el aire. Por extensión se aplica el calificativo del sonido, a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produzca sensación audible o no.

**Sonómetro:** Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones.

## **RESUMEN.**

La presente investigación tiene como finalidad dar a conocer el comportamiento del ruido en la comuna 1 de la ciudad de Neiva, por ello en el cuerpo del trabajo se logrará evidenciar las zonas de mayor generación del ruido; las cuales se encuentran influenciadas en gran parte al crecimiento socioeconómico de la zona y la región, ya que en los últimos años se están ejecutando construcciones por parte del Municipio que afectaron los flujos viales incrementando con esto los ruidos en gran parte de la comuna, pues los vehículos tuvieron cambios de ruta convirtiéndose la zona del intercambiador vial de la USCO en un cuello de botella para la ciudad, de allí la importancia de llevar a cabo un control frente a este por las consecuencias que puede generar al sobrepasar límites permisibles y no tener un debido control.

Ahora bien, cada tipo de ruido presente en una ciudad requiere una caracterización que permita cuantificarlo, estudiarlo, contrastarlo con criterios establecidos por normas o por la legislación y eventualmente controlarlo. La medición es un paso dentro de la caracterización que requiere conocer la naturaleza del ruido, sus fuentes, su forma de propagación y trascendencia, los ambientes en los que se produce y sobre los que incide, los eventos capaces de interferir con ella y el instrumental requerido, sus configuraciones y sus limitaciones (Miyara, 2004).

Con este estudio se busca elaborar un instrumento basado en encuestas, eligiendo puntos de muestreo, utilizando cuadrillas para el plano de la comuna 1 y teniendo en cuenta los tramos considerados de alto riesgo de ruido, los cuales se incrementaron con las obras en construcción, analizando dentro de ellos puntos geográficos, descripciones físicas de áreas



aferentes y horarios, donde se evalúe el grado de afectación con la presencia de ruido o contaminación sonora en la población neivana de la comuna uno, a su vez del impacto ambiental proveniente de la fuente emisora; el propósito principal de esta tesis está en elaborar el mapa de ruido, realizar los respectivos análisis y así contribuir con generar información actualizada de la comuna N. 1 la cual podría ayudar al Municipio de Neiva en la restructuración del Plan de ordenamiento territorial que se encuentra actualmente desactualizado.

Existe información donde se expresa que la mayor influencia de ruido en la Comuna 1, es producida en cercanías a las tres vías principales las cuales son la carrera primera, la carrera segunda, la carrera 6w y las áreas de colegios que se encuentran dentro de ella. (Determinación De Los Niveles De Ruido Y Sus Efectos En Ocho Barrios De La Comuna Uno De La Ciudad De Neiva, Guerrero-Osorio-Polonia, 2016).

**Palabras claves:** Presión Sonora, Ruido, Presión

## **ABSTRACT.**

This research is intended to show the behavior of the noise in the commune 1 in the town of Neiva, in the body of the work will be highlighting the areas of greater noise generation; which are influenced to a large extent to the socio-economic growth of the area and the region, since in recent years constructions by the municipality that affected the road flows are running with this increasing noises to a large extent commune, as vehicles were route changes becoming the area of the heat exchanger the USCO vial bottleneck for the city, from there the importance of carrying out front of this control by the consequences that can be exceeded permissible limits and do not have a proper control.

Well, each type of noise present in a city requires a characterization that allows quantifying it, studying it, comparing it with criteria laid down by regulations or legislation and eventually controlling it. The measure is a step in the characterization that requires knowing the nature of the noise, their sources, their way of propagation and transcendence, environments that occurs and that affects you, capable of interfering with her and the instrumental events required, their configurations and limitations (Miyara, 2004).

This study seeks to develop an instrument based on surveys, choosing sampling points, using gangs to the level of the commune 1 and taking into account sections considered at high risk of noise, which increased with the works in construction, analyzing within these geographical points, physical descriptions of afferent areas and timetables, which evaluates the degree of involvement with the presence of noise or noise pollution in the neivana village of the

commune one, at the same time of the impact environmental from the emitting source; the main purpose of this thesis is to develop the noise map, the respective analysis and thus contribute to generate updated information of N. commune 1 which could help the municipality of Neiva in the restructuring of Management Plan land that is currently out of date.

There is information where it is expressed that the greater influence of noise in the commune 1, is produced in vicinity to the three major routes which are the first race, the second career, career 6w and areas of schools that are located within it. (Determination of the levels of noise and its effects in eight neighborhoods in the district one of the city of Neiva, Guerrero-Osorio - Poland, 2016).

**Key words:** pressure, noise, pressure

## INTRODUCCIÓN.

El ruido acústico se define como todo sonido no deseado por el receptor sensible, derivado de las actividades normales diarias de la sociedad. En este concepto están incluidas las características físicas del ruido y las psicofisiológicas del receptor. (Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial, Res. 0627 de 2006). Con relación al ruido residual, conocido como ruido ambiental, se le considera a este como el ruido total en ausencia de los ruidos específicos, que son aquellos, procedentes de cualquier fuente sometida a investigación.

En los países subdesarrollados, la acelerada revolución en la industria ha sido evidente, generando desarrollo tecnológico con el fin de mejorar la calidad de vida de la población.

A partir de este desarrollo tecnológico se han producido un sin número de problemas ambientales entre ellos el ruido. Éste está asociado al tráfico urbano y sigue aumentando y extendiéndose en tiempo y espacio. La contaminación auditiva comienza a ser un tema relevante teniendo en cuenta sus efectos en la salud pública.

Ahora bien, el término contaminación acústica hace referencia al ruido, entendido como el sonido excesivo y molesto que percibe el oído, capaz de producir efectos nocivos tanto fisiológicos como psicológicos. Si el ruido excede los límites previstos por organismos especializados, se corre el riesgo de una disminución importante en la capacidad auditiva, así como la posibilidad de trastornos o pérdida de equilibrio (Santos De La Cruz, 2007).

De acuerdo con esto, el ruido no modifica de manera sustancial el medio ambiente, pero incide significativamente en el órgano de percepción fisiológico, el oído; el efecto producido en el órgano de la audición del ser humano por las vibraciones del aire afecta las actividades

de comunicación, aprendizaje, concentración, descanso y en general el desarrollo social del individuo.

En Colombia, especialmente en Neiva- Huila, el ruido que se genera y se percibe en la comuna uno zona noroccidental de esta ciudad demanda de una medición y caracterización que permita su cuantificación, el análisis cualitativo y su comparación con los criterios establecidos por la legislación vigente, de tal manera, que este orientado finalmente a la definición de las acciones y/o mecanismos para su control o atenuación.

Debido a la información anterior y a varios estudios encontrados, la siguiente investigación tiene como fin determinar los niveles de presión sonora generados en la comuna uno “Zona Noroccidental” en la ciudad de Neiva, Huila, analizar su comportamiento, compararlo con las normas establecidas a nivel nacional y proponer medidas de control y soluciones a esta problemática.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El ruido está caracterizado como un problema contaminante, las personas generalmente no se percatan de sus alcances por ser una especie de problemática invisible ante el ojo público. Sin embargo, el ruido afecta progresiva y sigilosamente, y muchas veces se desatiende el llamado a la acción de cambio (Casas, Betancur, & Montaña, 2015).

A nivel mundial la contaminación por ruido es evidente, todos los países sufren de ésta en todas sus dimensiones, una de las más frecuentes pero a su vez la de mayor desconocimiento del ser humano es el ruido, éste es identificado como un fenómeno natural de propagación del sonido y se caracteriza por la sensación desagradable generada en los seres humanos. De acuerdo con lo anterior, se entiende que los niveles globales de exposición sonora alcanzan con cierta frecuencia valores bastante elevados, hasta un punto tal que, a largo plazo, no se pueda descartar en absoluto la aparición de efectos negativos de índole muy diversa sobre la salud de muchas personas (García, 2004).

Partiendo de esto, se encuentran estudios en Chile que explican: “Nuestros resultados ponen una nota de alerta mostrando que el nivel de ruido en la ciudad de Santiago, para la gran mayoría de los parámetros, es superior a las normas establecidas (Lisbeth, Rodrigo, Jimena, & Fernanda, 2007) , asimismo, se aprecia en los resultados de una investigación en el Perú, de acuerdo con las respuestas, el efecto del ruido en un 21,15% de los encuestados no afectaba, en el 32,69% más o menos y si afectaba al 46,15% restante. Las fuentes de ruido que resultan más molestas para las personas entrevistadas son, por orden decreciente, los vehículos (62,69%), lugares públicos (23,46%) y los vecinos (3,85%), en cuanto a otros no respondieron (Santos De La Cruz, 2007).

A nivel nacional se aprecia que dados los elevados niveles de presión sonora detectados en los estudios, a lo largo de los diferentes microambientes evaluados así como en diferentes corredores viales de la ciudad, es posible afirmar que Bogotá enfrenta un serio problema de contaminación auditiva que merece no solo mayor atención sino mejor documentación. Dicho problema es padecido de forma generalizada en la ciudad incluyendo zonas residenciales y comerciales así como lugares aledaños a hospitales y parques (Pacheco, Franco, & Behrentz, 2009).

Esta realidad afecta no solo la salud y la calidad de vida de la población sino que también atenta contra el patrimonio e incluso contra la competitividad de cada ciudad y del país en general. Así las cosas, las autoridades ambientales de orden local y nacional deben asumir su responsabilidad en estos temas y dar solución integral al problema de contaminación por ruido. Para esto, se requiere tanto de una normatividad integral y bien construida, como de mecanismos que otorguen a las autoridades competentes una capacidad de acción inmediata y efectiva sobre los infractores (Pacheco, Franco, & Behrentz, 2009).

La primera reglamentación en Colombia sobre el ruido data del año 1983. Se trata de la Resolución 8321 del Ministerio de Salud, en la cual se establecen normas sobre la protección y conservación de la salud auditiva, buscando el bienestar de la población debido a la producción y emisión de ruido.

En abril de 2006 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, expide la Resolución 627, por medio de la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido para todo el territorio colombiano, y se fijan los niveles máximos permisibles de emisión de ruido. Sin embargo, al analizar esta resolución se encuentran varias falencias,

especialmente en la metodología utilizada para hacer las mediciones de ruido. El protocolo que a continuación se presenta plasma las propuestas para la implementación de los lineamientos dados por la resolución 627 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, e introduce, a su vez, un conjunto de mejoras en lo relativo a las mediciones de emisión de ruido.

En la ciudad de Medellín los niveles de ruido ambiental exceden el umbral máximo permisible, lo que implica que las autoridades ambientales adopten mecanismos de control que propendan a la mitigación de los niveles de ruido con el fin de brindar espacios acústicamente sanos a la población (Murillo, Ortega, Carrillo, Pardo, & Rendón, 2012). Otro de los estudios en esta misma ciudad explica que las principales fuentes de ruido reportadas en la encuesta fueron, en primer lugar, el tráfico de vehículos y, como segunda fuente significativa, el pregoneo de ventas ambulantes (Ortega & Cardona, 2005).

A nivel del departamento del Huila, en la última década, se han desarrollado trabajos relacionados con mediciones de ruido ambiental sobre todo en algunos sectores urbanos de ciudades con densidades de población superiores a cien mil habitantes; lo cual, resulta concordante con las medidas de obligatoriedad impuestas a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales para la realización de mapas de ruido y de su actualización cada cuatro años, de conformidad con lo establecido en el Artículo 22 de la Resolución 0627 del 07 de abril de 2006.

En ese orden, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, al considerar que dentro de su jurisdicción existen dos municipios con esas características, en el año 2011 elaboró el mapa de ruido de la ciudad de Neiva, y en el año 2012 se formula el plan de



descontaminación por ruido para el municipio de Neiva; y así mismo, se elaboró el mapa de ruido ambiental del municipio de Pitalito, socializado en el mismo municipio el día 16 de mayo de 2013, con resultados obtenidos del 86% por encima de los 60 dB, respecto al total, con predominio en horario diurno. (CAM, Informe de Gestión 2013).

Ahora bien, el ruido que se genera y se percibe especialmente en la comuna uno zona noroccidental de la ciudad Neiva demanda de una medición y caracterización que permita su cuantificación, el análisis cualitativo y su comparación con los criterios establecidos por la legislación vigente, de tal manera, que este orientado finalmente a la definición de las acciones y/o mecanismos para su control o atenuación.

Para el caso específico de la comuna 1 de la ciudad de Neiva, se encuentra muy poca información, en 2011 el Mapa de zonas de riesgo para la ciudad de Neiva que realizo la CAM, fue efectuada para el microcentro de la ciudad después en su actualización del 2015, se tienen en cuenta algunos puntos en tramos viales de la comuna que no sirven o no cuentan como información, por este motivo encontramos un vacío que deja la necesidad de investigar sobre **¿cuáles son los niveles de presión sonora generados en la comuna uno “Zona Noroccidental” en la ciudad de Neiva, Huila.”?**

## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

Existen dos estudios acerca del ruido en la ciudad de Neiva, el primero de ellos arrojó los siguientes resultados, con la aplicación de la Geoestadística se afirmó que, a nivel global, en el Municipio de Neiva el Nivel de Ruido Promedio en el Día es de 71 dB(A) y en la Noche de 65 dB(A). Asimismo, para las franjas horarias evaluadas, se pudo aseverar que donde existen Niveles de Ruido Altos, se presenta una correlación positiva con respecto al flujo vehicular. En menor proporción aportan otras fuentes de ruido tales como el flujo aéreo debido a la cercanía entre el aeropuerto y la zona evaluada; el ruido generado por tabernas y bares concretamente en la franja horaria nocturna; la publicidad a través de megáfonos por parte de los venteros ambulantes y en algunos locales comerciales.

Los mayores Niveles de Ruido en el Día, se encuentran en las Zonas Comerciales, en las cuales estos no deben exceder 70 dB(A); en este sentido es importante aclarar que en los alrededores del SENA y el cementerio, ubicados en Zona de Uso Dotacional, donde el ruido no debe exceder los 65 dB(A), los niveles encontrados son superiores a 80 dB(A). En las Zonas Residenciales en las cuales los Niveles de Ruido no deben exceder 65 dB(A) en el día, los Niveles encontrados todos exceden dicho valor, predominando los mayores a 70 dB(A). En las zonas evaluadas se detecta un uso del suelo bastante misceláneo, predominando en las Zonas Comerciales, mucho uso Dotacional.

Un caso para destacar es el elevado Nivel de Ruido en las zonas donde están ubicadas entidades del sector salud, consideradas en Uso del Suelo Dotacional, donde se pueden tolerar hasta 65 dB(A), pero en realidad este tipo de entidades deben estar ubicados en Zonas de Tranquilidad y Silencio con un Nivel Máximo Tolerable de 55 dB(A) en el Día y 50 dB(A) en la Noche (U. Nacional de Colombia, 2011).

El segundo estudio buscaba actualizar los mapas de ruido ambiental del municipio de Neiva, para sus áreas críticas prioritarias y reformular el plan de descontaminación por ruido en el municipio de Neiva, de conformidad con lo establecido en la resolución no. 627 de 2006.

Durante el estudio se evidencio la falta de cultura ciudadana en materia de ruido. Se evidenciaron hogares en zonas residenciales con equipos de sonido con alto volumen, el uso innecesario de la bocina del carro o de la moto, el parqueo de vehículos en zonas prohibidas. Se evidencia sectores con usos de suelo que se encuentran inmersos o vecinos de sectores con usos de suelos más restrictivos, el más común es evidenciar uso comercial dentro de zonas residenciales. El horario nocturno resulto ser el más crítico debido a que el 95% de los puntos de medición, presento incumplimiento de los estándares máximos de ruido ambiental establecidos en la resolución 627 de 2006. Se evidencia una reducción de los niveles de ruido ambiental en el 73% de los puntos de medición en el horario nocturno y del 62% en el horario diurno (CAM, 2017).

Efectivamente la gestión de lucha contra el ruido fortalece cada día más la conciencia de los sectores industriales y de la población con respecto a este fenómeno, que puede convertirse en un gran problema en sociedades en vía de desarrollo como nosotros. De ahí la importancia de estudios que orienten la buena planificación y ordenamiento de las actividades humanas.

Partiendo de esto, en observancia a los requerimientos sobre vigencias de los mapas de ruido, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, suscribió el contrato de consultoría No 239 de 2016, cuyo objeto fue el de “Seleccionar la mejor Oferta para Contratar la Actualización de los Mapas de Ruido Ambiental del municipio de Neiva, para sus Áreas

Criticas Prioritarias y la Reformulación del Plan de Descontaminación por Ruido en el municipio de Neiva.

De acuerdo con estudios de ruido realizados en la comuna tres y cinco, la estimación de los niveles de presión sonora por comunas en la ciudad de Neiva solo representa el veinte por ciento de la cobertura total; razón por la cual, se hace necesario establecer las mediciones en las ocho comunas restantes.

La medición es un proceso dentro de la caracterización orientada a conocer la naturaleza del ruido, sus fuentes de generación, su forma de propagación y trascendencia, los ambientes en los que se produce y sobre los cuales incide, los eventos capaces de interferir con la misma medición, los equipos o instrumentos requeridos, sus configuraciones, así como la importancia de identificar sus limitaciones.

Los resultados que se obtengan del estudio se convertirán, sin duda alguna, en apoyo a las entidades y/o autoridades encargadas del seguimiento y control ambiental, y servirán además como instrumento de planificación o de toma de decisiones de gobernantes frente a los crecientes niveles del ruido en la ciudad de Neiva.

Este fenómeno de contaminación debe impulsar a las entidades encargadas de la gestión ambiental a desarrollar actividades de vigilancia y control, que determinen el impacto que se está generando hacia la población, con el propósito de establecer las medidas de regulación e intervención requeridas para mitigar y controlar sus efectos sobre la comunidad expuesta (Franco, 2005).

## **OBJETIVOS.**

### **Objetivo General**

- Determinar los niveles de presión sonora generados en la comuna uno “Zona Noroccidental” en la ciudad de Neiva, Huila.

### **Objetivos Específicos.**

- Analizar el comportamiento de los niveles de presión sonora por medio de mapas de ruido
- Comparar los resultados de las mediciones con las normas establecidas a nivel nacional e internacional.
- Proponer medidas de control o posibles soluciones de las fuentes de emisión que presenten mayor nivel de contaminación sonora en la comuna 1 de la ciudad de Neiva.
- Evaluar la percepción por parte de los habitantes de la zona de estudio debido a la posible contaminación sonora.

## MARCO TEÓRICO.

### **Acústica.**

La acústica es la parte de la física que estudia la producción, transmisión y efectos de las ondas que se propagan en medios materiales, sólidos, líquidos o gaseosos, como ondas de presión longitudinales, es decir, el campo de presión se manifiesta en la misma dirección de propagación de la onda, a diferencia de las ondas electromagnéticas, cuyos campos eléctrico y magnético son transversales (perpendiculares) a la dirección de propagación. Las ondas acústicas son ondas mecánicas, no electromagnéticas, cuya frecuencia puede extenderse hasta el rango de gigahertz (Constantino Pérez Vega, 2010).

La acústica trabaja de la mano con el diseño de los transductores electroacústicos como los micrófonos, fonocaptadores y otros dispositivos que convierten la energía de las ondas de presión en señales eléctricas, así como aquellos dispositivos que convierten la energía eléctrica en ondas sonoras como los altavoces y los auriculares. Una rama importante de aplicación de la acústica es la designada como acústica arquitectónica, que estudia las características acústicas de los recintos. El diseño acústico de un recinto debe tener en cuenta tanto las peculiaridades fisiológicas del oído, como las psicológicas del oyente.

Ahora bien, el sonido producido en una habitación normal se ve modificado por la reverberación debida a las paredes, techos, muebles y otros objetos y materiales. En particular, los estudios en que se realizan programas de radio o televisión, los auditorios, aulas, templos, teatros y salas de conciertos, entre otros, deben reunir las características acústicas adecuadas para conseguir una percepción natural del sonido (Constantino Pérez Vega, 2010).

**Sonido.**

El sonido es una pequeña alteración de la presión atmosférica producida por la oscilación de partículas, a través de las cuales se transmite longitudinalmente la onda sonora. Este fenómeno puede producir una sensación auditiva. Cuando hablamos del sonido; usualmente pensamos en ese estímulo que ocurre en nuestros oídos.

Sin embargo, cuando un árbol cae en un bosque desierto sin un oyente cerca, ¿existe un sonido? Así mismo, cuando sentimos escuchar un sonido que en realidad ha sido generado dentro de nuestro aparato auditivo y no en el mundo externo, ¿existe un sonido? En ambos casos la respuesta correcta sería: si, existe un sonido.

La definición más completa del término sonido debe considerar tanto el fenómeno físico como el fenómeno psicoacústico. Para diferenciar ambos, diríamos que en el primer caso existió únicamente un evento sonoro y en el segundo caso únicamente un evento auditivo. Generalmente existen ambos: la onda mecánica que se propaga por un medio elástico y denso a través de sus partículas y la sensación auditiva que ésta produce (Jaramillo Jaramillo, 2007).

**Propagación del sonido.**

La onda sonora requiere de un medio para propagarse, sea cual fuere. De las características de ese medio, tales como temperatura, humedad, densidad y elasticidad, depende la velocidad de propagación. El estudio que aquí nos concierne es, primordialmente, la acústica arquitectónica, es decir, la acústica de los recintos y en ellos el medio de propagación siempre será el aire. El sonido viaja por el aire aproximadamente a 340 m/s. La cercanía de las partículas de ese medio, que transportan la onda al chocar unas con otras facilita la propagación.

Por lo cual, en un medio de propagación más denso y menos elástico que el aire, por ejemplo, el acero, la velocidad de propagación será más alta (Jaramillo Jaramillo, 2007).

Un cuerpo en oscilación pone en movimiento a las moléculas de aire (del medio) que lo rodean. Éstas, a su vez, transmiten ese movimiento a las moléculas vecinas y así sucesivamente. Cada molécula de aire entra en oscilación en torno a su punto de reposo. Es decir, el desplazamiento que sufre cada molécula es pequeño. Pero el movimiento se propaga a través del medio.

Teniendo en cuenta lo anterior, entre la fuente sonora (el cuerpo en oscilación) y el receptor (el ser humano) se obtiene entonces una transmisión de energía pero no un traslado de materia. No son las moléculas de aire que rodean al cuerpo en oscilación las que hacen entrar en movimiento al tímpano, sino las que están junto al mismo, que fueron puestas en movimiento a medida que la onda se fue propagando en el medio.

El desplazamiento oscilatorio que sufren las distintas moléculas de aire genera zonas en las que hay una mayor concentración de moléculas, es decir, mayor densidad, zonas de condensación, y zonas en las que hay una menor concentración de moléculas (menor densidad), zonas de rarefacción (Daniel Maggiolo, 2003)

### **El órgano del oído.**

El oído humano es un órgano sensorial que realiza dos funciones sumamente importantes: actúa como transductor, convirtiendo la energía sonora en señales eléctricas que luego son transportadas al cerebro para su procesado, interpretación y almacenamiento y es el órgano



primario del equilibrio y desempeña un papel muy importante en la sensación subjetiva de movimiento y orientación espacial (Constantino Pérez Vega, 2010).

El sistema auditivo, constituye el brazo aferente de la comunicación humana, y su evolución está dirigida hacia la detección de los sonidos del habla, que son de particular interés para el hombre, incluso en un medio ambiente ruidoso. Esta función la realiza mediante la descomposición de sonidos complejos en sus componentes de frecuencia. Este tipo de análisis fue descrito por el matemático francés Jean Fourier; y desde hace más de 100 años el físico George Ohm reconoció este mecanismo como el principio básico que gobierna la función del oído (Fisiología Audición, 2010).

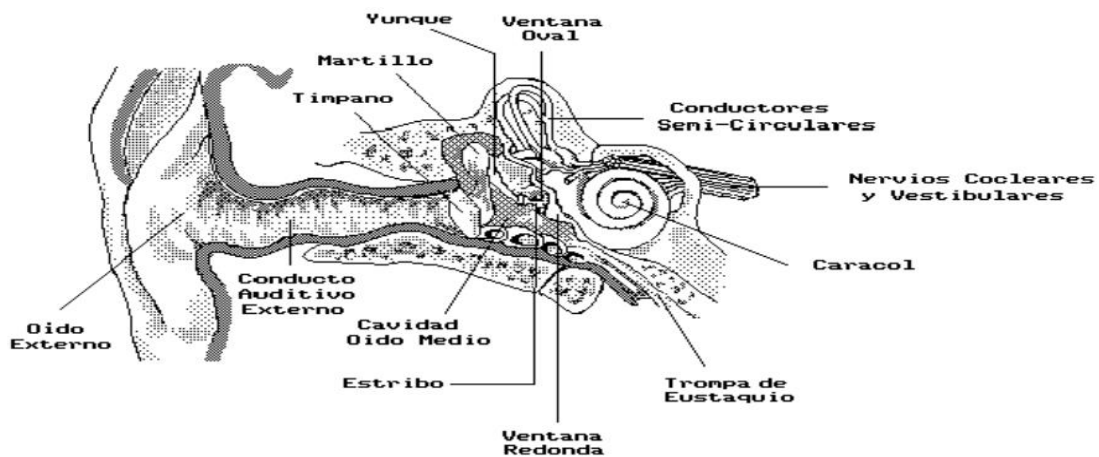


Figura 1. El órgano del oído

### **Fisiología de la audición.**

El oído consta de tres partes:

*El oído externo*

Está formado por la parte visible del oído, también llamada aurícula, y el canal auditivo. Las ondas de sonido, transmitidas por el aire, se colectan y guían a través del canal auditivo hacia el tímpano, una membrana flexible y circular que vibra cuando las ondas golpean en él.

### ***El oído medio***

Es un espacio lleno de aire que está separado del oído externo por el tímpano. En él encontramos tres huesos minúsculos, los conocidos como “huesecillos”, llamados martillo, yunque y estribo.

Estos huesos forman un puente desde el tímpano hasta el oído interno, y al vibrar, en respuesta a los movimientos del tímpano, amplifican y conducen el sonido al oído interno a través de la ventana oval.

### ***Oído interno***

El oído interno, o cóclea, tiene forma de concha de caracol y consta de muchas secciones membranosas llenas de líquido. Cuando los “huesecillos” conducen el sonido a la ventana oval, el líquido se mueve y estimula las células nerviosas del oído dentro de la cóclea. Estas células ciliadas, a su vez, envían impulsos eléctricos a través de los nervios auditivos hacia el cerebro, donde son interpretados como sonido (GAES Centros Auditivos, 2017).

### **Niveles de presión sonora.**

Es una perturbación de la presión en la atmósfera, cuya intensidad está influenciada no sólo por la fuerza de la fuente, sino también por el entorno y la distancia entre la fuente y el

receptor. El nivel de presión sonora es lo que nuestros oídos escuchan y lo que los instrumentos de medida son capaces de medir (INERCO Acústica, 2012).

El hecho de que la relación entre la presión sonora del sonido más intenso (cuando la sensación de sonido pasa a ser de dolor auditivo) y la del sonido más débil sea de alrededor de 1.000.000 ha llevado a adoptar una escala comprimida denominada escala logarítmica.

Llamando  $P_{ref}$  (presión de referencia a la presión de un tono apenas audible (es decir 20  $\mu$ Pa) y  $P$  a la presión sonora, podemos definir el nivel de presión sonora (NPS o SPL)  $L_P$  como

$$L_P = 20 \log (P/p_{ref})$$

donde  $\log$  significa el logaritmo decimal (en base 10). La unidad utilizada para expresar el nivel de presión sonora es el decibel, abreviado dB. El nivel de presión sonora de los sonidos audibles varía entre 0 dB y 120 dB. Los sonidos de más de 120 dB pueden causar daños auditivos inmediatos e irreversibles, además de ser bastante dolorosos para la mayoría de las personas (Melo & Torres, 2005).

### **Contaminación acústica.**

La contaminación acústica se define como la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente (Martínez Llorente & Peters, 2015).

De acuerdo con esto, el ruido es una de las fuentes de contaminación ambiental. El control de ruido, y en su caso, la reducción de ruido, es un problema tecnológico de cierta envergadura, por la complejidad temporal, frecuencial y espacial que presenta. El ruido produce molestias, distracciones, perturbaciones, e incluso si la exposición es muy

prolongada puede producir daños irreversibles para los trabajadores expuestos, en el órgano de la audición. El efecto más observable que existe del ruido sobre los trabajadores es la aparición de hipoacusia (Amable Álvarez, y otros, 2017).

### **Ruido.**

El ruido es la emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído de una persona y que puede provocar molestia o incluso dolor. El término *ruido* es un sonido inarticulado y confuso más o menos fuerte, es por tanto, un sonido no deseado. Acústicamente, el ruido se define como la emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído de una persona y que puede provocar una sensación de molestia o incluso dolor y que generalmente tiene mayor emisión en las ciudades por el movimiento continuo y la industria (Rejano de la Rosa, 2000).

El ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como el ruido emitido por todas las fuentes tales como el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas (Betancur Cruz & Contreras Herrera, 2008). El ruido es sonido no deseado, y en la actualidad se encuentra entre los contaminantes más invasivos (Molina Cárdenas & Villalba Clavijo, 2015).

Como es un sonido molesto y desagradable, que puede consistir de un tono simple, pero resulta que en la mayoría de los casos contiene distintos tonos con infinidad de frecuencias e intensidades. La perturbación generada por un sonido no solamente depende de su nivel, la frecuencia también afecta la perturbación; a mayores frecuencias las molestias son más

pronunciadas que a bajas frecuencias. Al mismo nivel sonoro, los tonos puros perturban más que un sonido complejo cargado de muchos tonos (Bruel & Kjaer, 1986).

La variedad de ruidos que una persona normal puede percibir es infinita. Las principales variables que definen físicamente a un ruido son: sus componentes espectrales, su dinámica temporal, sus amplitudes, sus fases relativas y su duración. La combinación de estas variables físicas en todos sus rangos de acción, hacen del sonido un fenómeno físico complejo (Universidad Austral de Chile, 2004).

### **Características del Ruido.**

El sonido, como toda onda, se encuentra caracterizado por sus cualidades que pueden ser resumidas en:

- **Tono o altura:** Es la cualidad definida por la frecuencia de la onda y, para entendernos define lo grave o agudo del sonido. Esta magnitud se mide en Hertzios.
- **Volumen:** Cualidad definida por la intensidad de la onda. Podríamos diferenciar por tanto entre sonidos débiles o fuertes. Esta magnitud se mide en Decibelios.
- **Duración:** Es el período de tiempo abarcado por un sonido. El tiempo que se extiende la emisión. Esta magnitud podríamos medirla en segundos.
- **Timbre:** Es la cualidad del sonido que permite diferenciar entre las diferentes fuentes. Para entender esto pongamos por caso de ejemplo una partitura musical. Las notas representadas son las mismas para un intérprete de piano que de violín, pero nuestro oído, al percibirlos, es capaz de distinguir los sonidos y determinar que instrumento es el que lo emite. Lo mismo

ocurre cuando hablamos por teléfono con una persona conocida, a pesar de no verle, podemos saber de quién se trata por el timbre de su voz (elruido.com, 2019).

### **Tipos de ruido.**

**Ruido continuo:** El ruido continuo se produce por maquinaria que opera del mismo modo sin interrupción, por ejemplo, ventiladores, bombas y equipos de proceso. Para determinar el nivel de ruido es suficiente medir durante unos pocos minutos con un equipo manual. Si se escuchan tonos o bajas frecuencias, puede medirse también el espectro de frecuencias para un posterior análisis y documentación.

**Ruido intermitente:** Cuando la maquinaria opera en ciclos, o cuando pasan vehículos aislados o aviones, el nivel de ruido aumenta y disminuye rápidamente. Para cada ciclo de una fuente de ruido de maquinaria, el nivel de ruido puede medirse simplemente como un ruido continuo. Pero también debe anotarse la duración del ciclo. El paso aislado de un vehículo o aeronave se llama suceso. Para medir el ruido de un suceso, se mide el Nivel de Exposición Sonora, que combina en un único descriptor tanto el nivel como la duración. El nivel de presión sonora máximo también puede utilizarse. Puede medirse un número similar de sucesos para establecer una media fiable.

**Ruido impulsivo:** El ruido de impactos o explosiones, por ejemplo de un martinete, troqueladora o pistola, es llamado ruido impulsivo. Es breve y abrupto, y su efecto sorprendente causa mayor molestia que la esperada a partir de una simple medida del nivel de presión sonora. Para cuantificar el impulso del ruido, se puede utilizar la diferencia entre un parámetro con respuesta rápida y uno de respuesta lenta (como se ve en la base del

gráfico). También deberá documentarse la tasa de repetición de los impulsos (número de impulsos por segundo, minuto, hora o día) (Betancur Cruz & Contreras Herrera, 2008).

Existen otras maneras de clasificar el ruido:

Por su carácter temporal:

- Ruido constante: No tiene variación en el tiempo y permanece
- Ruido intermitente: Tiene interrupciones en el tiempo
- Ruido fluctuante: El nivel sonoro cambia en el tiempo
- Ruido de impacto: Es un ruido del tipo impulsivo, su nivel se eleva instantáneamente
- Ruido periódico: Es cíclico y se repite en el tiempo

Por sus características espectrales:

- Tono puro: Es emitido a una sola frecuencia
- Ruido de banda estrecha: Es un ruido que se emite en un intervalo de frecuencias
- Ruido de banda ancha: Se emite en todo el espectro frecuencia
- Ruido blanco
- Ruido rosa

Por su naturaleza, fuente o ámbito del que proviene u otra característica peculiar:

- Ruido comunitario
- Ruido industrial

- Ruido aeronáutico
- Ruido residencial
- Ruido de tráfico vehicular

Por su contenido semántico, es decir por el significado asociado:

- Por su nivel sonoro
- Ruido Alto
- Ruido Medio
- Ruido Bajo

### **Fuentes de Ruido.**

#### *Tráfico U transportes*

Constituyen la principal fuente de contaminación acústica ambiental, incluyendo el ruido de carreteras y tráfico aéreo.

#### *A. Vehículos a motor*

Como regla general, los vehículos más grandes y pesados emiten más ruido que los vehículos más pequeños y ligeros. El ruido de los vehículos se genera principalmente en el motor y por la fricción entre el vehículo, el suelo y el aire. En general, el ruido de contacto con el suelo, excede al del motor a velocidades superiores a los 60 km/h.

La tasa de tráfico, la velocidad de los vehículos, la proporción de vehículos pesados y la naturaleza de la superficie de la carretera determinan el nivel de presión sonora originado por



el tráfico y son usados para predecirlo mediante el uso de modelos. Los factores que implican un cambio en la velocidad y la potencia (semáforos, cambios de rasante, intersecciones, condiciones meteorológicas) así como los niveles de fondo influyen también en la generación de ruido.

### ***B. Tráfico aéreo***

Los despegues producen ruido Intenso, los aterrizajes producen ruido en largos pasillos de vuelo a baja altitud. El ruido se produce por los mecanismos de aterrizaje y la regulación automática de potencia y también cuando se aplica propulsión inversa, todo por medidas de seguridad. En general, los aviones grandes y pesados producen más ruido que los más ligeros.

El nivel de presión sonora de los aviones puede predecirse por el número de aviones, tipos, rutas de vuelo, proporciones de despegues y aterrizajes y condiciones atmosféricas. Pueden surgir problemas severos de ruido en aeropuertos con muchos helicópteros o aviones pequeños usados para vuelos privados, entrenamiento de pilotos o actividades de ocio y también problemas en el interior debido a vibraciones.

El estampido sónico consiste en una onda de choque en el aire, generada por un avión cuando vuela ligeramente por encima de la velocidad local del sonido. Un avión en vuelo supersónico deja una onda sonora que puede ser escuchada por encima de 50 km a ambos lados de su estela en tierra, dependiendo de la altitud del vuelo y del tamaño de la n. A alta intensidad puede causar daños materiales y causa alarma en la población.

### ***Ruido industrial***

La industria crea serios problemas de ruido tanto en el exterior como el interior, de hecho, el cuerpo legislativo más extenso y antiguo en cuanto a ruido es el destinado a la protección de los trabajadores frente al ruido industrial. En ambientes industriales el ruido es producido por la maquinaria y generalmente aumenta con la potencia de las máquinas.

Este ruido puede contener predominantemente bajas o altas frecuencias, componentes tonales, ser impulsivo o tener patrones temporales desagradables y disruptivos. Los mecanismos rotantes y alternantes generan sonido que incluye diferentes componentes tonales y los sistemas de acondicionamiento y flujos tienden también a generar ruido con un amplio rango de frecuencias.

Los niveles altos de presión son causados por componentes o corrientes de gas que se mueve a alta velocidad (por ejemplo ventiladores, válvulas de alivio de presión) o por operaciones que incluyen impactos mecánicos (por ejemplo. estampación, remaches, frenadas). La población general puede verse afectada por el ruido producido por instalaciones fijas, tales como fábricas o lugares de construcción, bombas de calor y sistemas de ventilación en tejados.

### ***Construcción u servicios***

La construcción y los trabajos de excavación pueden causar emisiones considerables de ruido. Una variedad de sonidos proceden de grúas, hormigoneras, soldaduras, martilleo, perforadoras y otros procesos. Los servicios municipales como la limpieza de calles y recogida de basuras pueden también causar un ruido considerable, si se lleva a cabo a determinadas horas. Los sistemas de aire acondicionado y ventilación, bombas de calor,

sistemas de tuberías, ascensores, pueden comprometer el ambiente acústico interior y perturbar los vecinos.

### *Actividades domésticas u de ocio*

En áreas residenciales, el ruido puede originarse por aparatos mecánicos (bombas de calor, sistemas de ventilación y tráfico) así como por voces, música y otras clases de sonidos generados por los vecinos, aspiradoras y otros electrodomésticos, música, fiestas ruidosas, etc.

El comportamiento social no respetuoso es una fuente bien conocida de ruido en viviendas multifamiliares así como en zonas de ocio (eventos deportivos y de música). Debido a los componentes predominantemente de baja frecuencia, el ruido de sistemas de ventilación en edificios residenciales puede causar también considerables molestias Incluso a niveles bajos y moderados de presión sonora.

El uso de máquinas en las actividades de ocio se está incrementando (carreras de motos, vehículos todoterreno, fuerabordas, esquí acuático, vehículos para la nieve, etc.) y pueden contribuir significativamente a elevar el ruido en áreas previamente tranquilas. Las actividades de tiro no sólo tienen potencial considerable para molestar a los vecinos sino que también pueden dañar el oído de aquellos que toman parte. Incluso los partidos de tenis, las campanas de iglesias y otras actividades religiosas.

Algunos tipos de conciertos y discotecas pueden producir niveles de presión sonora extremadamente altos. Se producen otros problemas asociados por la afluencia de personas que llegan y se van, las aglomeraciones en los accesos a festivales y actividades de ocio, incremento en el tráfico y por tanto en el ruido que conlleva, etc.

El uso de auriculares sin limitador de volumen y determinados juguetes que producen sonidos intensos pueden originar disfunción auditiva grave (Junta de Andalucía, 2012).

## **Efectos del ruido en las personas.**

### ***Efectos auditivos del ruido***

El efecto más conocido y preocupante de la exposición al ruido es la pérdida de la capacidad auditiva. Este efecto depende fundamentalmente del nivel de presión acústica y del tiempo de exposición. Sin embargo se debe recordar que la hipoacusia producida por exposición al ruido, puede ser de dos tipos: de conducción y de percepción o neurológica.

La pérdida conductiva se puede deber a la rotura del tímpano o a una dislocación de los huesos del oído medio. Se origina por una onda sonora de elevada energía, como por ejemplo una explosión. La exposición prolongada al ruido puede producir una pérdida auditiva por lesión neural en las células del órgano de Corti, originándose un daño que se puede convertir en un proceso irreversible y permanente (Álvarez Bayona, 2010).

### ***Efectos psicofisiológicos***

Se pueden observar efectos fisiológicos tanto motores (contracciones musculares), vegetativos (variaciones en la frecuencia cardiaca, vasoconstricción periférica, aumento de la presión sanguínea, ralentización de los movimientos respiratorios, etc.) y electroencefalográficos.

Las respuestas podrán ser:

A corto plazo: respuestas psicofisiológicas inmediatas provocadas por cambios cualitativos o cuantitativos en el ruido. Como ejemplos está el "reflejo de orientación" y el "reflejo de sobresalto". El primero está relacionado con los procesos de atención e implica redirección de los órganos sensitivos hacia la fuente de ruido y una serie de respuestas fisiológicas, como disminución de la frecuencia cardiaca, del flujo y la presión sanguínea, y aumento de la secreción de las glándulas sudoríparas. El reflejo de sobresalto implica parpadeo, sacudida muscular y aumento de las frecuencias cardiaca y respiratoria.

Ambas respuestas son cortas y débiles y no suelen tener consecuencias importantes, pero sirven como indicadores de la capacidad del ruido para distraer la atención.

A largo plazo: el ruido produce modificaciones fisiológicas que pueden afectar a la salud. Estos efectos dependen también del tipo de actividad, de las exigencias de la tarea, de las condiciones de ejecución, de la duración del trabajo con exposición al ruido y de las características de cada individuo. Los efectos se pueden clasificar en:

Efectos cardiovasculares: Son los más estudiados. Se ha comprobado que durante la exposición a ruido se produce vasoconstricción periférica y se eleva la presión diastólica. También se sabe que entre trabajadores expuestos a ruido son más frecuentes los trastornos cardiovasculares, sobre todo, la hipertensión. No obstante, los trastornos cardiacos dependen además de factores como la reactividad vegetativa del trabajador del carácter previsible o no del ruido, de la actividad y de otros factores.

Efectos hormonales: El ruido afecta a la secreción de las "hormonas del estrés": catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) y hormonas corticosuprarrenal: es (cortisol), pero este efecto varía en función de la actividad, de la tarea y de factores físicos y psicosociales.

Se ha comprobado también un incremento significativo de la Hormona del Crecimiento (GH)i que es un importante marcador del estrés (Álvarez Bayona, 2010).

Efectos sobre el sueño: Las personas expuestas a ruido durante el día pueden sufrir alteraciones del sueño tanto sobre la calidad como cantidad del mismo. Se reduce tanto el número como la duración de los ciclos del sueño. El ruido también puede provocar el efecto contrario, Inducir sueño, especialmente en el caso de ruidos de baja frecuencia, monótonos y repetitivos.

### ***Efectos sobre el comportamiento social***

Efectos psicosociales. La mera presencia de ruido, por sí sola e independientemente de sus características, provoca un conjunto de sensaciones desagradables y molestias que pueden manifestarse en el comportamiento individual y social de los trabajadores expuestos. SI la exposición es crónica, los trabajadores se vuelven Irritables, manifiestan tendencias agresivas, son menos atentos con los compañeros y poco proclives a ayudarles. Las relaciones interpersonales se hacen más difíciles, tanto por la fatiga que se genera como por el tiempo de recuperación auditiva tras: el trabajo y las alteraciones de comportamiento que se pueden ocasionar; Los efectos que a este nivel se pueden producir son:

Dificultades de comunicación, como se verá más adelante.

Perturbaciones del reposo y descanso.

Perturbaciones del sueño nocturno.

Disminución de la capacidad de concentración.

Sensación de malestar: empieza a manifestarse a partir de 35 dB(A), estando el umbral en 65 dB(A), según la Organización Mundial de la Salud (Álvarez Bayona, 2010).

### *Efectos sobre la salud mental*

No se considera la contaminación acústica una causa de enfermedad mental pero se asume que acelera e intensifica el desarrollo de desórdenes mentales latentes. La contaminación acústica puede causar o contribuir a los siguientes efectos adversos: ansiedad, estrés, nerviosismo, náusea, dolor de cabeza, inestabilidad emocional, tendencia a la discusión, impotencia sexual, cambios de humor, incremento en conflictos sociales, neurosis, histeria y psicosis.

Los estudios de poblaciones sugieren asociaciones entre el ruido e indicadores de salud mental, tales como la tasa de bienestar, uso de drogas psicoactivas y pastillas para dormir y tasas de admisión en hospitales mentales. Los niños, los mayores y aquello con depresión subyacente pueden ser particularmente vulnerables a estos efectos porque pueden carecer de los mecanismos adecuados para hacerles frente (Junta de Andalucía, 2012).

### *Exposición al ruido durante el embarazo.*

Los resultados de estudios sugieren que la exposición a ruido excesivo durante el embarazo puede resultar en pérdida auditiva a alta frecuencia en los recién nacidos y puede estar asociada con retardo en el crecimiento intrauterino y prematuridad, a su vez puede resultar en daño coclear y perturbar el crecimiento y normal desarrollo de niños prematuros (Junta de Andalucía, 2012).

### **Costo estimado a la sociedad de los efectos del ruido.**

Uno de los problemas que ha surgido a partir del crecimiento de las actividades económicas y, por supuesto, de las ciudades modernas es el ruido. A medida que crecen las ciudades,

aumenta el ruido urbano. En la literatura económica se considera al ruido como un contaminante de bajo costo de generación, el cual presenta características particulares que dificultan el establecimiento de su valor económico. En ese sentido, a la luz de los diversos estudios analizados, se puede establecer que los impactos más relevantes del ruido son la incidencia negativa sobre el precio viviendas y las molestias percibidas por los individuos, mediante el sentido del oído (Correa Restrepo, Osorio Múnera, & Patiño Valencia, 2011). Así, desde el tema del efecto del ruido sobre el precio de las viviendas, los diferentes estudios permiten observar la relación inversa entre el incremento de los niveles de ruido y el precio de las viviendas, lo cual revela, finalmente, una afectación negativa del ruido en el precio de estas, así como DAP positivas de los individuos por reducciones en los niveles de ruido.

Finalmente, es importante notar que casi todos los ejercicios de valoración económica del ruido están limitados a los efectos causados por el tráfico terrestre y aéreo. Por lo tanto, es importante desarrollar estudios que permitan la estimación económica de la pérdida de bienestar asociada a diferentes contextos como la exposición a niveles de ruido generados en el trabajo, en los viajes, en la operación de industrias, en el funcionamiento de infraestructura de telecomunicaciones, y generación de electricidad, entre otras fuentes emisoras de ruido (Correa Restrepo, Osorio Múnera, & Patiño Valencia, 2011).

### **Mapa de ruido.**

Los mapas de ruido son uno de estos instrumentos en la medición, evaluación y definición de las acciones para la prevención y control del ruido. Se constituyen en una representación gráfica de los niveles de exposición de las fuentes de ruido como el tráfico vehicular, los aviones, las vías férreas, las industrias, la construcción, las fiestas y las actividades humanas



en general. Estos mapas son un método efectivo y relativamente económico de manejo, administración y manipulación de datos referidos al ruido y constituye una herramienta fundamental de gestión, planificación y control de ruido (CAR, 2007).

El mapa está constituido por un determinado número de capas y cada una de ellas contiene gran cantidad de información. Las principales capas que existen en un modelo geométrico son las que contienen: curvas de nivel, obstáculos (como pueden ser diques de tierra, caballones, pantallas, etc.), taludes, plataformas, fuentes de ruido, viaductos, edificios, etc. es decir, cualquier elemento que tenga efectos en la propagación y recepción del ruido. Cada una de estas capas contiene una tabla de atributos que almacena toda la información asociada a cada registro de esa capa. Por ello, la tabla de atributos está formada por una serie de filas y una serie de columnas. Cada fila representa un registro que lleva asociado una serie de campos que lo define (Hidalgo Otamendi, Hernández Martín, Morcillo López, & Hernández Eche garay, 2008).

### **Medidas preventivas y de control.**

#### ***Recomendaciones sector industrial***

- Métodos de trabajo diferentes que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido.
- La elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel de ruido posible.
- La información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido.

- La reducción técnica del ruido: Reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente, Etc.
- Reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo, mediante amortiguamiento o aislamiento.
- Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo.
- Selección apropiada de los materiales de construcción, del diseño del aislamiento y, en especial, del tipo de ventanas.
- Sustituyendo los equipos por otros que emitan menos ruido, encerrando la fuente de ruido mediante carcasas recubiertas de material absorbente. También se puede aislar la fuente, por ejemplo, reuniendo los equipos ruidosos en un local especial en el que no haya personas habitualmente.
- Ruido de las personas: insonorización de locales, tratamiento acústico de techos, paredes y suelos, apantallamiento de los espacios, etc (Álvarez Bayona, 2010).

### ***Recomendaciones para la ciudadanía***

- Usar de forma cauta los reproductores personales de música, sin llegar nunca al volumen máximo y procurar que la música no pueda ser escuchada por otras personas a pesar de usar los auriculares.
- Respetar las horas de descanso de los demás, evitando actividades ruidosas.
- Conducir de forma eficiente, sin acelerones ni frenazos bruscos.

- Ofrecer información y formación a la población sobre los efectos negativos del ruido sobre la salud y las formas de evitarlos.
- Formar a padres y educadores sobre los efectos del ruido en la salud de los niños y como hacer de ambientes específicamente Infantiles (guarderías, colegios, ludotecas) lugares con niveles bajos de ruido.
- Promover la educación para el civismo que evite comportamientos ruidosos y favorezca el respeto de las horas de descanso de los demás.
- Informar a los jóvenes de los efectos que tienen los niveles de ruido a los que están expuestos en determinadas situaciones (actividades de ocio, discotecas, etc.) (Junta de Andalucía, 2012).

#### ***Recomendaciones para organismos competentes***

- Asegurar el cumplimiento de la legislación, completar los mapas de ruido de grandes núcleos urbanos de la comunidad andaluza.
- Regular los niveles de ruido emitidos por determinados artículos de consumo y que pueden llegar a ser considerables (juguetes, petardos, aparatos domésticos, etc.).

#### ***Recomendaciones para el ámbito municipal***

- Abogar por la movilidad sostenible, favoreciendo ciudades más habitables y amables con el peatón, la reducción de la contaminación atmosférica y acústica.
- Promover el uso de medios de transporte colectivo.

- Llevar a cabo una adecuada gestión del tráfico, para evitar el tráfico denso en zonas de viviendas y desviando los vehículos pesados por el exterior de núcleos urbanos.
- Adecuado mantenimiento de las calzadas, para reducir el ruido por rozamiento.
- Asegurar el cumplimiento de la normativa en las cercanías de aeropuertos y rutas aéreas.

### ***Recomendaciones de investigación***

- Promover la realización de estudios sobre efectos en salud del ruido, para proporcionar evidencia que sirva de base para nueva legislación y establecimiento de programas de reducción del ruido, incidiendo en aquellos efectos para los que no hay evidencia suficiente o los resultados de anteriores estudios son contradictorios (Junta de Andalucía, 2012).

## **MARCO LEGAL.**

La normativa rige los asuntos esenciales que permiten determinar los valores mínimos de control y seguridad en cuanto a la emisión de ruido. La normatividad nace a partir de las necesidades de caracterizar la problemática en un asunto serio y de orden público, puesto que la emisión de ruido afecta a todos por igual, así como lo hace la emisión de gases tóxicos o los desechos peligrosos.

### **Normatividad vigente en Colombia**

#### **Resolución 0627 de 2006, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial**

Por la cual se establece la Norma Nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. En el capítulo I se establecen los horarios diurno y nocturno para la medición de ruido y ruido ambiental en el territorio nacional y las demás disposiciones generales como unidades y parámetros de medida como los ajustes que se deben tener en cuenta. En el capítulo 2 de la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se menciona el cálculo de emisión de ruido y establece los límites permisibles para la emisión de ruido. En el capítulo 3 de la misma resolución se relaciona el tema de ruido ambiental en cuanto a su cálculo y los límites máximos permisibles.

Los equipos utilizados para la medición de ruido y las especificaciones técnicas de dichos instrumentos se encuentran relacionados en el artículo 4 de la Resolución 0627 de 2006, donde se establece la reglamentación para la aplicabilidad de las mediciones y la realización de mapas de ruido tanto diurno como nocturno.

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB (A).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
<b>Sector A. Tranquilidad y Silencio</b>	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos	55	50
<b>Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
<b>Sector C. Ruido Intermedio Restringido</b>	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
<b>Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Residencial suburbana.		50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.	55	
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Resolución 0627 de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

**Norma técnica colombiana NTC 3521, Acústica. Descripción y medición del ruido ambiental. Aplicación de los límites de ruido.**

Por la cual se establece las directrices de cómo se deben especificar los límites de ruido, y describe los procedimientos que se deben usar para verificar el cumplimiento de tales límites.

**Norma técnica colombiana NTC 4194, Acústica. Mediciones del nivel de presión sonora emitida por vehículos automotores en estado estacionario.**

En la cual se especifica un procedimiento de ensayo, el ambiente y la instrumentación requeridos para medir los niveles de presión sonora exterior producidos por un vehículo automotor en condiciones estacionarias.

**Resolución 8321 DE 1983, Ministerio De Salud.**

En esta resolución se dictan normas sobre protección y conservación de la audición, de la salud y el bienestar de las personas a causa de las emisiones de ruido.

Establece los niveles sonoros máximos en cuatro zonas usuales la residencial, la comercial, la industrial y la zona de tranquilidad. Además se determinan los niveles de presión sonora máximos permisibles para vehículos según su peso.

**Decreto ley 2811 de 1974, Presidencia De La República**

Mediante el cual se crea el Código Nacional de Recursos Naturales y Protección al Medio Ambiente, en el título II y artículo 33 como su único artículo enuncia que se establecerán las condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y la tranquilidad de los habitantes, mediante control de ruidos originados en actividades industriales,

comerciales, domésticas, deportivas, de esparcimiento de vehículos de transporte, o de otras actividades análogas.

**Resolución DAMA No. 185/99:**

Establece condiciones generales para la obtención de permisos de perifoneo en el Distrito Capital.

**Resolución DAMA No. 832/00:**

Establece la clasificación empresarial por impacto sonoro UCR que permite valorar las industrias y establecimientos, respecto a su nivel de generación de ruido.

**Decreto 1355 de 1970, Ministerio De Justicia**

Código Nacional de Policía, Por el cual se dictan normas sobre Policía. Capítulo II. De las contravenciones que dan lugar a reprensión en audiencia pública. Artículo 202, inciso 3°. Al que de noche permita fiesta o reunión ruidosa que moleste a los vecinos, o de cualquier modo perturbe la tranquilidad del lugar con gritos, cantos u otros actos semejantes o con aparatos emisores de voces o de notas musicales.

**Ley 99 de 1993, Congreso De Colombia**

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Mediante el artículo 5 en sus numerales 10, 11 y 14 se establece que corresponde al ministerio de



ambiente determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general aplicables a todas las actividades que puedan producir de manera directa o indirecta daños ambientales y dictar regulaciones de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en el territorio nacional.

### **Decreto 948 de 1995, Ministerio Medio Ambiente**

Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9ª de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. En el artículo 14 enuncia que el ministerio del medio ambiente fijará mediante resolución los estándares máximos permisibles de misión de ruido y de ruido ambiental, para todo el territorio nacional. También clasifica los sectores de restricción de ruido ambiental en el artículo 15, teniendo la siguiente sectorización:

- Sectores A (Tranquilidad y silencio). Áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos.
- Sectores B (Tranquilidad y ruido moderado). Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, parques en zonas urbanas, escuelas, universidades y colegios.
- Sectores C (Ruido intermedio restringido). Zonas con usos permitidos industriales y comerciales, oficinas, uso institucional y otros usos relacionados.
- Sectores D (Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado).

Áreas rurales habitadas destinadas a la explotación agropecuaria, o zonas residenciales suburbanas y zonas de recreación y descanso.

## **Normatividad vigente a nivel internacional**

### **Organización Internacional de Normas (ISO) o la Organización Francesa de Normalización AFNOR**

En cuanto a la salud ocupacional, en Colombia no hay una normativa local (Gobierno de Navarra, 2008) que disponga las condiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la exposición al ruido. Para tal efecto, Colombia se ajusta a las normas internacionales como la ANSI Z24.22 de 1957, ANSI S3.19 de 1974, ANSI S12.6 de 1984 y ANSI S12.42 de 1995, que son las normas que regulan los estándares en cuanto al nivel y calidad de comportamiento de los protectores auditivos.

### **Normativa europea:**

Directiva 2002/49/CE del parlamento Europeo y del consejo, de 25 de Junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (DOCE, no. L189, de 18 de Julio de 2002)

### **Normativa española:**

Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido (BOE no 276 de 18.11.03)

### **BOAM. Anexo III, Criterios de Valoración y protocolos de medida**

De acuerdo con lo establecido en el Anexo IV del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, a efectos de la inspección de actividades e instalaciones la valoración de los índices acústicos se efectuará únicamente mediante mediciones.

## **MARCO CONTEXTUAL.**

### **Generalidades de la ciudad y del área de estudio.**

#### **Estructura de la sociedad**

Nombre Capital del Huila: NEIVA

Altitud (mts.): 442.9 msnm

Extensión 1.553 Km<sup>2</sup>

Temperatura Promedio (°C): 28°C y 30 °C

Distancia a la capital del departamento (km): 304 Km de Bogotá

Años de Fundación: 1.539 – 1.560 – 1.612 (24 de Mayo)

#### **Límites:**

Norte: Municipios de Aipe y Tello

Noroeste: Departamento del Tolima

Suroccidente Municipio de Palermo y Santa María

Sur: Municipio de Rivera

Oriente: Departamento del Caquetá y Meta

## **División política y administrativa**

Comunas: 10

Barrios: 316 en zona Urbana (incluyendo 44 asentamientos)

Corregimientos: Ocho (8)

Veredas: 78

Centro poblados: Guacirco, Fortalecillas, Caguán, Aipecito, Chapinero, San Luis, Vegalarga y Motilón,

## **Hidrografía**

Cuenca alta del río Magdalena: Río Las Ceibas, Río El Oro, Río Fortalecillas, Río Bache y Río Aipe.

## **Características socioeconómicas y culturales**

Por su composición demográfica Neiva es un municipio eminentemente urbano que reproduce el carácter multiétnico de la población colombiana, albergando en su territorio individuos pertenecientes grupos indígenas, mestizos y afrocolombiano. Esta condición responde al patrón migratorio relacionado con el desarrollo de las actividades económicas o como consecuencia del conflicto armado colombiano y el narcotráfico principalmente.

## **Comuna 1.**

### *Contexto de la comuna 1*

Denominada Comuna Noroccidental o Uno de la ciudad de Neiva. La Comuna 1 está localizada al noroccidente del área urbana sobre la margen derecha del Río Magdalena, entre las cuencas del Río Las Ceibas y la Quebrada Mampuesto. Limita al norte con la Comuna 9; al oriente con la Comuna 2; al sur con la Comuna 3; y al occidente con el Municipio de Palermo. La Comuna 1 hace parte de la UPZ Las Ceibas.

### *Límites*

Partiendo del puente Misael Pastrana Borrero de la Carrera 2 con el Río Las Ceibas se sigue aguas abajo hasta su desembocadura, se continúa por el Río Magdalena margen derecha aguas abajo hasta la proyección del eje de la calle 74 y de ahí se sigue en sentido oriental hasta encontrar la calle 75, continuando por ésta hasta la intersección con la línea férrea, se sigue por ésta vía en sentido sur hasta la intersección de la carrera 5 con calle 61, de ahí se sigue en sentido este hasta la carrera 2 con calle 58 y de ahí se continúa por toda la carrera 2 hasta el puente Misael Pastrana Borrero punto de partida.

### *Composición urbana*

La Comuna 1 se puede clasificar en los estratos socio económicos comprendidos en el 1, 2, 3; los cuales abarcan los 40 barrios que conforman y son reconocidos por el Departamento de Planeación Municipal y los cuales se relacionan:

Tabla 2. Composición Urbana

<b>No.</b>	<b>Barrios</b>
1	Rodrigo Lara Bonilla
2	Los Andaquies
3	Villa del Río
4	Los Dujos
5	Conjunto Residencial La Magdalena
6	El triangulo
7	Media Luna
8	San Nicolás
9	California
10	Camilo Torres
11	Los Elisios
12	Santa Inés
13	Cándido Leguizamo
14	Acrópolis
15	San Silvestre
16	Mansiones del Norte
17	Ciudadela Carlos Pizarro
18	Ciudadela Comfamiliar
19	Jose Marti
20	Las Mercedes

21	Villa Magdalena del Norte
22	Las Ferias
23	Villa María
24	Chicalá
25	Mira Río I, II y III Etapa
26	Portales de Varanta
27	Pigoanza
28	Conarvar
29	Balcones de la Riviera
30	Colmenar
31	Madrigal
32	La Inmaculada
33	Minuto de Dios III y IV Etapa
34	La Fortaleza
35	La Riviera Norte I y II Etapa
36	Portal de San Felipe
37	Conjunto Torres de la Camila
38	La Vorágine
39	Calamarí
40	Campos de Venecia

### Informalidad urbana

En la comuna 1 se encuentran 3 asentamientos, los cuales cuentan con una población de 862 habitantes distribuidos en 146 viviendas, las que a su vez se encuentran en un estrato socioeconómico 1.

Tabla 3. Informalidad Urbana (Lozada Días, 2011)

No.	Barrios	Viviendas	Habitantes	Área	Estrato
39	Falla Bernal	6	30	0,54	1
40	Sector Licorera	8	40	0,268	1
41	Esperanza y Libertad (Desplazados)	132	792	X	1



## **METODOLOGÍA.**

### **Fase Preliminar**

#### **Elaboración del instrumento**

Para la elaboración del instrumento se realizará una revisión bibliográfica y, a partir de redes de interacción se establecerán los sets de preguntas relacionadas con temáticas de información general de la población encuestada y grado de afectación e indeseabilidad en ellas con la presencia de ruido o contaminación sonora en el contexto del área objeto de estudio. Las fuentes que aporten información relevante para la elaboración del instrumento, se relacionarán en el documento final de trabajo de grado.

#### **Cálculo de tamaño de la muestra para aplicación del instrumento.**

A través del reconocimiento de campo se realizará un inventario del número de manzanas que conforman la zona objeto de estudio. Este dato se considerará como el tamaño de la población (N). Para establecer el tamaño de la muestra y hacer el ajuste de este dato se utilizará la metodología planteada por Hernández (2010), como se indica en la ecuación 1 y posteriormente en la ecuación 2, este dato será el tamaño óptimo de la muestra en esta investigación:

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} \quad (1)$$

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)

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}} \quad (2)$$

Donde:

$n$  = tamaño óptimo de la muestra

$n_0$  = tamaño de la muestra sin ajustar

$N$  = tamaño de la población

*Selección de sitio y puntos de muestreo*

El área objeto de estudio corresponde a las comunas de la zona urbana del municipio de Neiva como se indica en la figura 1, más dos casos específicos relacionados con el transporte en buses urbanos en rutas correspondientes a “Tramo Circunvalar – Ipanema” y “Tramo Norte – Terminal Sur” en esta misma zona urbana de la ciudad.

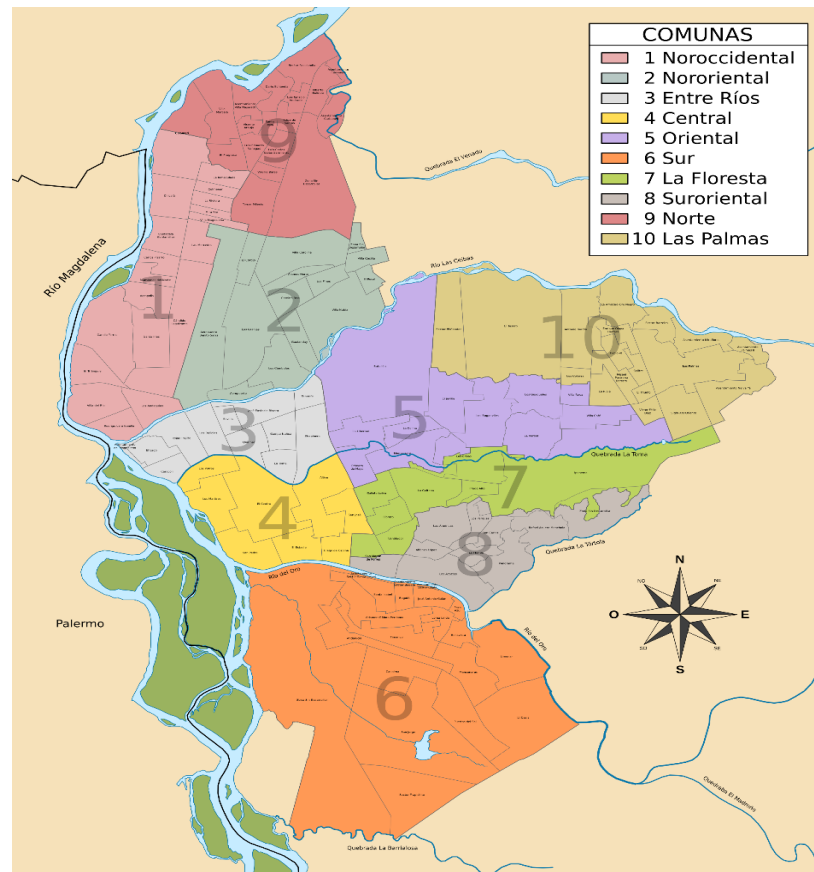


Figura 2. Comunas área urbana del municipio de Neiva

En el mapa de cada zona a estudiar se trazará una grilla de 500m X 500m en el mapa de vista en planta del predio en AutoCAD. Se ubicarán los puntos de muestreo con exactitud aproximada a las coordenadas del mapa, utilizando un equipo sistema de posicionamiento global (GPS). Estos serán los puntos en donde se ubicará el sonómetro para realizar las mediciones en decibeles.

## **Fase De Campo**

### ***Reconocimiento del sitio de muestreo***

Se hará por medio de toma de fotografías, recorridos alrededor de la zona a estudiar, con equipo GPS, para su delimitación, georeferenciación y trazado de mapa con AutoCAD. Se determinará el tamaño de la población según información registrada en las entidades gubernamentales de la ciudad o por inspección visual del número de manzanas o cuadras presentes en el área.

### **Aplicación del instrumento a la muestra seleccionada**

Dependiendo del tamaño óptimo de la muestra se aplicará el instrumento. El método de selección de las unidades experimentales será de manera completamente aleatorizada.

### **Monitoreo En Los Puntos Seleccionados**

#### **Puntos De Muestreo (Aplica Solo Para Medición Con Sonómetro, No Para Encuesta)**

##### *Comunas*

En la figura 2, se muestra un ejemplo de cómo se ubicarán los puntos de muestreo para medición de decibeles para cada comuna. En ella se puede apreciar la cuadrícula (grilla) y la ubicación de los puntos para la medición que se realizará en el centro de cada cuadro. En

campo, este punto se debe georreferenciar y es allí en donde se ubicará el sonómetro para realizar la medición. Esta medición de cada punto tendrá una duración de 15 minutos conforme a lo estipulado en la Resolución 627 del 2006.

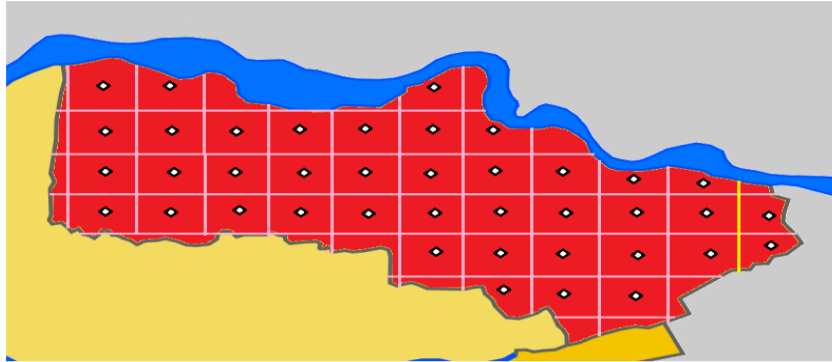


Figura 3. Ejemplo de puntos de muestreo, para comuna.

### ***Cartera de campo***

Se debe tomar registros fotográficos, georreferenciar y medir velocidad del viento. Los equipos a utilizar sonómetro en cada punto serán GPS, anemómetro. El equipo sonómetro se fijará teniendo en cuenta que las condiciones mínimas para realizar la medición indican que se mide a 1,5 metros de distancia de la actividad o fuente generadora de ruido y a 1,20 m del piso (Muriel y Cortés, 2008). No se pueden efectuar mediciones bajo puentes o estructuras similares. La información recolectada se consignará en la siguiente cartera de campo, resumida en el cuadro 1.



21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								

Además de esto, en el cuadro 2 se tabulará la información correspondiente a descripción física de cada punto tomando en cuenta la presencia de zonas o subsectores

Tabla 5. Sitios de muestreo georreferenciados con su descripción física

<b>Punto</b>	<b>Coordenadas GPS</b>	<b>Descripción física</b>
1		
2		
3		
4		

5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		



29		
30		
31		
32		
33		
34		

*Determinación de los Niveles de Presión Sonora:*

Se utilizará la ecuación 3:

$$NPS = 20 \log \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad (3)$$

Donde:

$$P \text{ (Pa)} = \text{Presión acústica} = P_0 * 10^{\left(\frac{L_p \text{ (dB)}}{20}\right)}$$

$$P_0 \text{ (Pa)} = 0.00002$$

$L_p \text{ (dB)}$  = Lectura en decibeles dada por el sonómetro.

### **Horarios de medición**

Para efectos de que se pueda realizar un análisis comparativo se realizarán mediciones en dos momentos:

- Horario diurno: Está comprendida entre las 7:01 de la mañana y las 9:00 de la noche. Es de vital importancia realizar las mediciones diurnas en horas “pico”, para poder establecer el aporte de una fuente.
- Horario nocturno: Está comprendida entre las 9:01 de la noche y las 7:00 de la mañana.

### **Casos especiales.**

Se considera como un “caso especial” a aquel punto de medición que es fuente de una emisión y que requiere un seguimiento más detallado que permita evaluar la atenuación sonora en un radio de 30 m. En caso de que en el trabajo de campo se detecten fuentes con esta descripción, se aplicará un modelo simple de atenuación del ruido. Ejemplos de estos puntos son: puntos con alto flujo vehicular (fuente móvil), obras en construcción, sitios de esparcimiento como bares (fuentes fijas). El procedimiento será realizar mediciones reales a diferentes radios de distancia de la fuente emisora: 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 m, que generarán el cuadro 3 que se muestra a continuación:

Tabla 6. Resultados de medición real a diferentes radios del punto de muestreo No. XX

<b>Radio (m)</b>	<b>dB</b>
1	
5	
10	
15	
20	

25	
30	

Para generar la medición ideal del punto de muestreo a diferentes radios, se utilizará la ecuación 4:

$$Nivel.sonoro_2 = - \left( 20 * \log \frac{r_2}{r_1} \right) + Nivel.sonoro_1 \quad (4)$$

Esta información se consignará en el cuadro 4 y permitirá realizar posteriormente la evaluación de atenuación de los niveles sonoros y su respectiva comparación real vs. Ideal, así como la evaluación ambiental exploratoria:

Tabla 7. Resultados de medición ideal calculada para diferentes radios del punto de muestreo No. XX

<b>Radio (m)</b>	<b>dB</b>
<b>1</b>	
<b>5</b>	
<b>10</b>	
<b>15</b>	
<b>20</b>	

### **Fase De Análisis De La Información Recolectada**

#### **Validez y consistencia del instrumento**

Las preguntas diseñadas para el instrumento serán sometidas a una “prueba piloto” para evaluar el grado de aceptación del público basado en las respuestas generadas. Si se requiere reestructuración del instrumento, se realizará una reforma teniendo en cuenta las opiniones de expertos en el tema a través de Sesiones Delphi, de acuerdo a la metodología usada por Castro & Ramírez (2009).

Para la validación del instrumento se utilizará 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 ( $\alpha$ ) viene dado por la ecuación (5):

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{\sum s_r^2} \right] \quad (5)$$

Donde:

$S_i^2$  = 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 contrastarán con lo expuesto por Christopher (2007) citado por Castro, Cerquera y Escobar (2015) y descrito a continuación en el cuadro 5:

Tabla 8. Valores de criterio de confiabilidad

<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
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)

### **Análisis estadístico**

Se recolectará la información de los instrumentos aplicados y de los puntos en los que realizó el monitoreo en decibeles se tabularán los datos en Microsoft Excel. Se aplicará análisis estadístico para cada variable, obteniendo promedio, desviación estándar, coeficientes de variación y correlación, valores mínimos y máximos y gráficas necesarias.

### **Otros cálculos necesarios asociados a ruido.**

#### **Emisión de ruido o aporte de ruido**

El valor promedio de los decibeles medidos en periodo “diurno” se considerará como el dato 10LAeq, 1h y el valor promedio de los decibeles medidos en periodo “nocturno” se considerará como el dato 10LAeq, 1h, residual. Estos dos datos permitirán calcular la emisión de ruido como se muestra en la ecuación 6:

$$Leq. \text{emision} = 10 * \log \left( \frac{10LAeq,1h}{10} - \frac{10LAeq,1h,residual}{10} \right) \quad (6)$$

### **Nivel de presión sonora continuo equivalente**

Se utilizarán 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 el cuadro 1, 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 7:

$$LAeq = 10 * \log \left( \left( \frac{1}{5} \right) * \left( 10^{\frac{LN}{10}} + 10^{\frac{LS}{10}} + 10^{\frac{LO}{10}} + 10^{\frac{LE}{10}} + 10^{\frac{LV}{10}} \right) \right) \quad (7)$$

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.

### **Evaluación del impacto ambiental proveniente de la fuente emisora**

Se realizará análisis exploratorio que consiste en utilizar una ponderación propuesta por Muriel y Cortés (2008) como se indica en el cuadro 6:

Tabla 9. Importancia del impacto

<b>Diferencia del nivel sonoro con la norma</b>	<b>Importancia</b>
Menor de -1	Bajo
Entre -0.9 y 0.9	Medio
Mayor de 1	Alto

Fuente: Muriel y Cortés (2008)

Teniendo en cuenta lo anterior se consignará la información basado en una comparación con la norma (Resolución 0627 del 2006) en cuanto a la diferencia en decibeles según las características de cada punto o caso especial, como se indica en el cuadro 7:

Tabla 10. Impacto ambiental generado en el punto de muestreo XX.

<b>Punto XX: Características del sector que permitan buscar valor en la norma</b>				
<b>Radio (m)</b>	<b>dB real</b>	<b>dB norma</b>	<b>dB real – dB norma</b>	<b>Evaluación impacto</b>
1				
5				
10				
15				
20				
25				
30				

Adaptado de Muriel y Cortés (2008)



## RESULTADOS Y ANÁLISIS.

### Ubicación de los puntos de medición

Establecida la retícula (Figura 4.) sobre el área de estudio la comuna 1 de la ciudad de Neiva; resultaron 17 puntos de medición equidistantes entre cuadrículas, con un área aproximada de 387.4135 Ha.



Figura 4. Localización de los puntos de medición. Fuente: Google Earth.

Definida la cuadrícula, se procede a verificar las coordenadas y obtener direcciones de los 17 puntos de medición en campo, con el fin de ajustar los datos (Ver tabla 4).

Tabla 11. Ubicación de los puntos de medición establecidos.

TABLA DE DATOS OBTENIDOS HORARIO NOCTURNO			
PUNTO	DESCRIPCION	COORDENADAS GEOGRAFICAS (Decim)	
		Latitud	Longitud
1-1	Antiguo Saludcoop (Esquina)	2,94132500	-75,29941944
1-2	Calle 28 con Carrera 1a (Esquina)	2,94474722	-75,29809167
1-3	CAI de Santa Inés	2,94956111	-75,29828889
1-4	Calle 48 con Carrera 1a	2,95460000	-75,29767222
1-5	Parque Calle 55 con Carrera 2a	2,95773333	-75,29376389
1-6	Estación Terpel Calle 64 con Carrera 1a (Esquina)	2,96334167	-75,29637222
1-7	Parque Madrigal frente a Hda. Santa María	2,96750278	-75,29284722
1-8	Terminal Barrio Inmaculada	2,96962500	-75,29386944
1-9	Calle 71 con Carrera 1W	2,96855556	-75,29578611
1-10	Barrio Chicalá cerca a Obra en Construcción	2,96602778	-75,29812778
1-11	Entrada casas Confamiliar - Torres de Ipacarai	2,95987778	-75,29845000
1-12	Polideportivo Carlos Pizarro	2,95734444	-75,29861667
1-13	Calle 48 con Carrera 4W (Esquina)	2,95536111	-75,30106111
1-14	Bahía Parque Carrera 6W con Calle 41	2,95026389	-75,30180556
1-15	Monumento a la Familia	2,94314722	-75,30307222
1-16	Parqueadero El Triángulo (Salida Puente Santander)	2,94700278	-75,30620833
1-17	Polideportivo Barrio los andaquies	2,94092222	-75,30456111

Fuente: Elaboración propia

### Comparación de los niveles de ruido ambiental obtenidos con la norma.

Se compararon los niveles de ruido ambiental corregidos por puntos de muestreo, con los estándares máximos permisibles por zonas, en el horario diurno, establecidos en la Resolución 0627 de 2006.

En la comuna 1 de la ciudad de Neiva se realizaron las mediciones los días entre semana; se determinó que:

- El 76.47% de los puntos de medición son de uso residencial, en el cual se registró un nivel de ruido ambiental promedio de 63.89 dB(A), siendo inferior en 1.11 dB(A) a lo permitido en la normatividad de 65 dB(A).
- El 17.46% de los puntos de medición son de uso dotacional (Clínicas, colegios, universidad), en el cual se registró un nivel promedio de ruido ambiental de 74.21 dB(A), observándose un incumplimiento en 9.21 dB(A) por encima de lo establecido en la normatividad de 65 dB(A).
- El 5.89% de los puntos de medición corresponden a un uso Comercial (un punto de medición), donde se registró un nivel de ruido ambiental promedio de 61.9 dB(A), siendo inferior en 8.1 dB(A) a lo permitido en la normatividad de 70 dB(A).
- En general, el 58.82% equivalente a 10 puntos de medición no cumplen con la normatividad y solo el 41.18% correspondiente a 7 puntos de medición están dentro de los valores permitidos en horario diurno.
- Parte de la generación de ruido en el horario diurno se encuentra asociada con el cierre parcial de la vía principal de ingreso a la comuna, la cual se encuentra en construcción, obligando a desviar el tráfico que ingresa del centro del país y el tráfico principal de la ciudad que va en dirección hacia el norte.
- Ante la proximidad del aeropuerto a la comuna, ha generado aumentos en percepción de ruido mayores en horas de la mañana y en la noche, debido a los horarios establecidos por las empresas prestadoras del servicio.
- En horas pico y debido al grande flujo vehicular que por esta época está ocurriendo genera incrementos en el ruido por pitos, bocinas y ruido de motores.

A continuación se presenta la Tabla 12.

Tabla 12. Niveles de ruido ambiental registrados los días entre semana horario diurno frente a los valores máximos permitidos

MEDICIONES ENTRE SEMANA DIRUNO						
PUNTO	FECHA	HORA	DIRECCION	DATO PROMEDIO	USOS DEL SUELO	VALORES PERMISIBLES SEGÚN RES. 0627/06
				dB		
1-1	26/03/2019	17:30	Antiguo Saludcoop (Esquina)	70,8	Dotacional	65
1-2	27/03/2019	10:46	Calle 28 con Carrera 1a (Esquina)	79,6	Dotacional	65
1-3	27/03/2019	11:10	CAI de Santa Inés	69,4	RESIDENCIAL	65
1-4	27/03/2019	11:30	Calle 48 con Carrera 1a	79,4	RESIDENCIAL	65
1-5	29/03/2019	11:05	Parque Calle 55 con Carrera 2a	56,7	RESIDENCIAL	65
1-6	29/03/2019	10:35	Estación Terpel Calle 64 con Carrera 1a (Esquina)	61,9	COMERCIAL	70
1-7	29/03/2019	10:05	Parque Madrigal frente a Hda. Santa María	68,4	RESIDENCIAL	65
1-8	29/03/2019	9:30	Terminal Barrio Inmaculada	62,2	RESIDENCIAL	65
1-9	29/03/2019	9:00	Calle 71 con Carrera 1W	50,3	RESIDENCIAL	65
1-10	29/03/2019	8:30	Barrio Chicalá cerca a Obra en Construcción	44,6	RESIDENCIAL	65
1-11	29/03/2019	8:00	Entrada casas Confamiliar - Torres de Ipacarai	56,6	RESIDENCIAL	65
1-12	27/03/2019	12:10	Polideportivo Carlos Pizarro	71,6	RESIDENCIAL	65
1-13	27/03/2019	11:50	Calle 48 con Carrera 4W (Esquina)	80,0	RESIDENCIAL	65
1-14	26/03/2019	19:10	Bahía Parque Carrera 6W con Calle 41	69,7	RESIDENCIAL	65
1-15	26/03/2019	18:45	Monumento a la Familia	72,2	Dotacional	65
1-16	26/03/2019	18:20	Parqueadero El Triángulo (Salida Puente)	66,2	RESIDENCIAL	65
1-17	26/03/2019	18:00	Polideportivo Barrio los andaquies	55,6	RESIDENCIAL	65

En la comuna 1 de la ciudad de Neiva se realizaron las mediciones los días entre semana en horario nocturno; se determinó que:

- El 76.47% de los puntos de medición son de uso residencial, en el cual se registró un nivel de ruido ambiental promedio de 60.35 dB(A), observándose un incumplimiento en 5.35 dB(A) por encima de lo establecido en la normatividad de 55 dB(A).
- El 17.46% de los puntos de medición son de uso dotacional (Clínicas, colegios, universidad), en el cual se registró un nivel promedio de ruido ambiental de 63.24 dB(A), observándose un incumplimiento en 8.24 dB(A) por encima de lo establecido en la normatividad de 55 dB(A).
- El 5.89% de los puntos de medición corresponden a un uso Comercial (un punto de medición), donde se registró un nivel de ruido ambiental promedio de 65.5 dB(A), observándose un incumplimiento en 10.5 dB(A) por encima de lo establecido en la normatividad de 55 dB(A).
- En general, el 82.35% equivalente a 14 puntos de medición no cumplen con la normatividad y solo el 17.65% correspondiente a 3 puntos de medición están dentro de los valores permitidos en horario nocturno.

- El no cumplimiento de esos 14 puntos en horario nocturno se debe en la gran mayoría a las condiciones actuales de la concentración de flujo vehicular debido al cierre temporal de la intersección vial en el punto de la antigua glorieta de la usco.
- Otras fuentes de ruido que se detectaron durante los muestreos y encuestas, están asociadas a la presencia de caninos los cuales en su expresión de rabia-alerta aumentan y perturban la tranquilidad de la noche, camiones recolectores de basura y paso obligado de tracto mulas que se dirigen hacia el norte del departamento.

Tabla 13. Niveles de ruido ambiental registrados los días entre semana horario nocturno frente a los valores máximos permitidos.

TABLA DE DATOS OBTENIDOS HORARIO NOCTURNO						
PUNTO	FECHA	HORA	DESCRIPCION	DATO PROMEDIO	USOS DEL SUELO	VALORES PERMISIBLE S SEGÚN RES. 0627/06
				dB		
1-1	26/03/2019	21:50	Antiguo Saludcoop (Esquina)	59,6	Dotacional	55
1-2	27/03/2019	21:30	Calle 28 con Carrera 1a (Esquina)	65,0	Dotacional	55
1-3	27/03/2019	21:50	CAI de Santa Inés	58,3	RESIDENCIAL	55
1-4	26/03/2019	23:20	Calle 48 con Carrera 1a	64,7	RESIDENCIAL	55
1-5	27/03/2019	22:30	Parque Calle 55 con Carrera 2a	61,7	RESIDENCIAL	55
1-6	27/03/2019	22:55	Estación Terpel Calle 64 con Carrera 1a (Esquina)	65,5	COMERCIAL	60
1-7	28/03/2019	21:35	Parque Madrigal frente a Hda. Santa María	63,6	RESIDENCIAL	55
1-8	28/03/2019	21:55	Terminal Barrio Inmaculada	54,4	RESIDENCIAL	55
1-9	28/03/2019	22:15	Calle 71 con Carrera 1W	59,0	RESIDENCIAL	55
1-10	27/03/2019	23:15	Barrio Chicalá cerca a Obra en Construcción	57,5	RESIDENCIAL	55
1-11	27/03/2019	22:40	Entrada casas Confamiliar - Torres de Ipacarai	65,8	RESIDENCIAL	55
1-12	27/03/2019	22:10	Polideportivo Carlos Pizarro	54,3	RESIDENCIAL	55
1-13	26/03/2019	23:00	Calle 48 con Carrera 4W (Esquina)	63,7	RESIDENCIAL	55
1-14	26/03/2019	22:40	Bahía Parque Carrera 6W con Calle 41	65,5	RESIDENCIAL	55
1-15	26/03/2019	22:17	Monumento a la Familia	65,2	Dotacional	55
1-16	26/03/2019	21:10	Parqueadero El Triángulo (Salida Puente Santander)	63,3	RESIDENCIAL	55
1-17	26/03/2019	21:30	Polideportivo Barrio los andaquies	52,7	RESIDENCIAL	55

**Nota:** Las casillas resaltadas en color azul representan los puntos que no cumplieron con la normatividad ambiental en materia de ruido.

## Elaboración de mapas de ruido.

Los mapas de ruido se elaboraron utilizando Golden Software Surfer 9, google maps y AutoCAD 2010, importando desde Microsoft Excel la información de georreferenciación y los decibeles registrados en cada punto de medición de la zona de estudio.

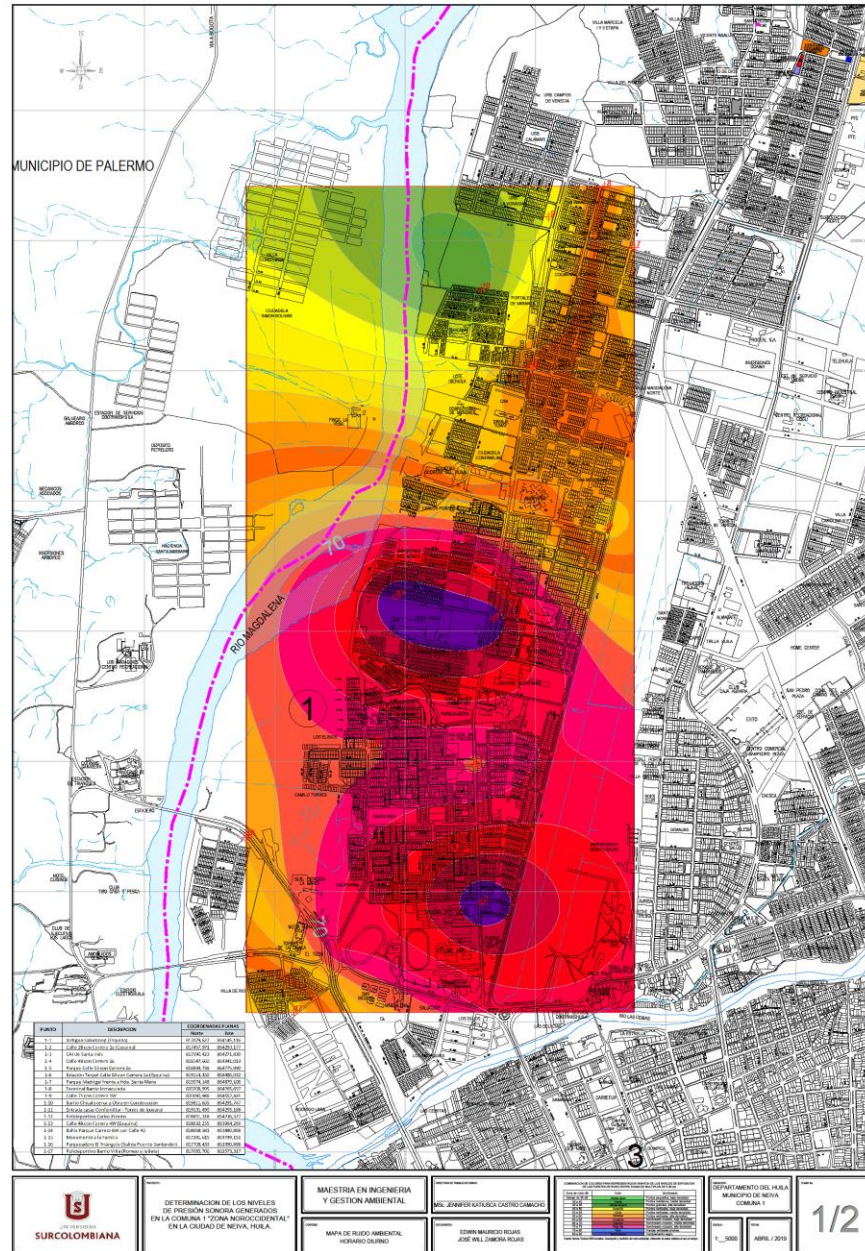


Figura 5. Mapa de ruido ambiental horario diurno.



Figura 6. Mapa de ruido ambiental horario nocturno.

Los mapas de ruido se generaron, conforme a las especificaciones contempladas en la Resolución 0627 del 2006.

## Resultados de la encuesta.

- **Sexo de los encuestados**

Tabla 14. Sexo de las personas encuestadas.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	14	42,42
Femenino	19	57,58
Total	33	100

De acuerdo a las personas encuestadas, 19 son mujeres y 14 hombres; el sexo femenino cuenta con una participación del 57.58%, superior en 15.16 puntos porcentuales en relación al sexo masculino que logro el 42.42%.

- **Edad de los encuestados.**

Tabla 15. Edad de los Encuestados.

ITEM/No Enc.	EDAD	ITEM/No Enc.	EDAD
<b>1</b>	69	<b>18</b>	70
<b>2</b>	32	<b>19</b>	36
<b>3</b>	44	<b>20</b>	20
<b>4</b>	58	<b>21</b>	16
<b>5</b>	38	<b>22</b>	32
<b>6</b>	71	<b>23</b>	18
<b>7</b>	64	<b>24</b>	42
<b>8</b>	55	<b>25</b>	62
<b>9</b>	46	<b>26</b>	26
<b>10</b>	28	<b>27</b>	23
<b>11</b>	49	<b>28</b>	28
<b>12</b>	69	<b>29</b>	33
<b>13</b>	47	<b>30</b>	18
<b>14</b>	57	<b>31</b>	16
<b>15</b>	61	<b>32</b>	34
<b>16</b>	29	<b>33</b>	22
<b>17</b>	15		



Respecto a la edad de los encuestados, se observó una mayor participación de gente joven que se encuentra entre los 18 y 40 años con un total de 18 personas encuestadas alcanzando una participación del 54.4 % y 15 encuestados mayores de los 40 años con una participación del 45.6%, para un total de 33 encuestados equivalente al 100%.

### **Preguntas:**

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

#### *Características del ruido percibido.*

Tabla 16. Nivel de variaciones de ruido a lo largo del día.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	4	12,12
POCO	7	21,21
ACEPTABLE	8	24,24
MUCHO	11	33,33
INTOLERABLE	3	9,1

Tabla 17. Nivel de variaciones de ruido a lo largo de la noche.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	6	18,18
POCO	11	33,33
ACEPTABLE	4	12,12
MUCHO	9	27,27
INTOLERABLE	3	9,09

Tabla 18. Grado de existencia de ruidos de impactos (golpes) que puedan sobre saltar a las personas.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	1	3,03
POCO	9	27,27

ACEPTABLE	7	21,21
MUCHO	11	33,33
INTOLERABLE	5	15,15

Tabla 19. Existencia de varios tipos de ruidos combinados.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	5	15,15
POCO	6	18,18
ACEPTABLE	8	24,24
MUCHO	12	36,36
INTOLERABLE	2	6,06

Tabla 20. Nivel de intensidad de ruido predominante.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	2	6,06
POCO	6	18,18
ACEPTABLE	13	39,39
MUCHO	9	27,27
INTOLERABLE	3	9,09

Tabla 21. Constancia y continuidad del nivel de ruido en la cotidianidad.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	5	15,15
POCO	6	18,18
ACEPTABLE	11	33,33
MUCHO	7	21,21
INTOLERABLE	4	12,12

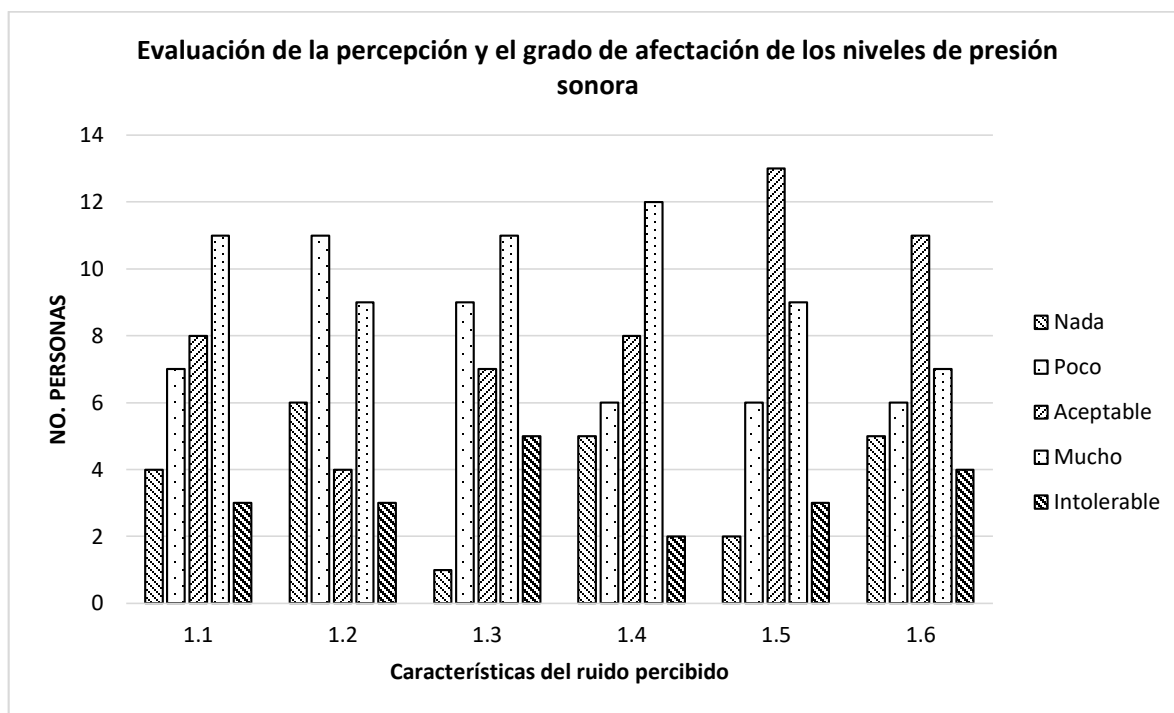


Figura 7. Características del ruido percibido.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la característica del ruido percibido observamos que el más representativo es el nivel de la escala de valoración MUCHO ruido, con una participación del 29.76% promedio equivalente a 10 encuestados; 8 de los encuestados respondieron a un nivel de aceptable frente al ruido percibido, con una participación de 25.75% y seguido el nivel de poco con una participación de 22.72% equivalente a 7 encuestados; el nivel de nada de ruido conto con un porcentaje de 11.61 correspondiente a 4 encuestados y el nivel de intolerable con un porcentaje de 10.10% con 4 personas, para un total de 33 encuestados en total equivalente al 100%.

***Molestia apreciada por contacto con fuente emisora.***

Tabla 22. Grado de molestia de la persona entrevistada por contacto con la fuente emisora del ruido.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	4	12,12
POCO	7	21,21
ACEPTABLE	11	33,33
MUCHO	11	33,33
INTOLERABLE	0	0

Tabla 23. Cuando se encuentra en el interior de su casa por ejemplo el dormitorio sala, otros ¿Cuánto le molesta el ruido en su barrio?

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	4	12,12
POCO	12	36,36
ACEPTABLE	6	18,18
MUCHO	10	30,3
INTOLERABLE	1	3,03

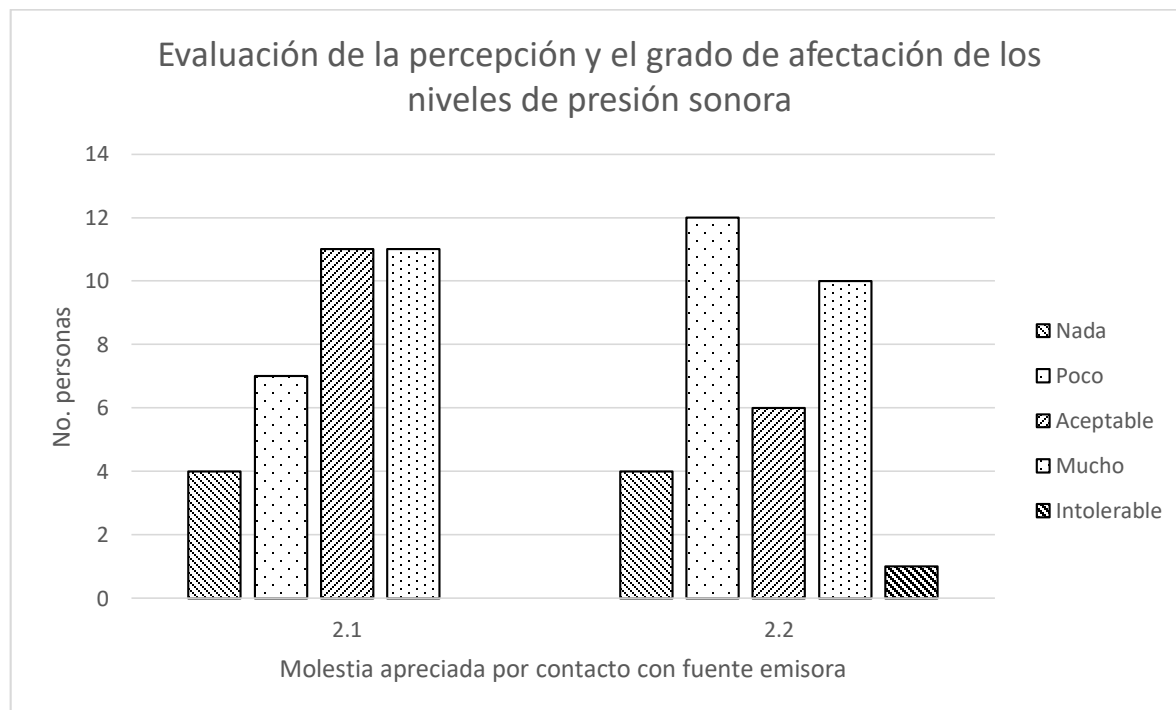


Figura 8. Molestia asociada por contacto de fuente emisora.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la molestia apreciada por contacto con fuente emisora, observamos que el más representativo es el nivel de la escala de valoración MUCHO, con una participación del 31.82% promedio equivalente a 11 encuestados; 9 de los encuestados respondieron a un nivel poco frente a la molestia con la fuente emisora, con una participación de 28.78% , seguido del nivel de aceptable con una participación de 25.75% equivalente a 8 de los encuestados, el nivel de nada de ruido conto con un porcentaje de 12.12 correspondiente a 4 encuestados y el nivel de intolerable con un porcentaje de 1.51% con 1 personas, para un total de 33 encuestados en total equivalente al 100%.

***Disminución de concentración mental.***

Tabla 24. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de las actividades diarias.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	7	21,21
POCO	7	21,21
ACEPTABLE	5	15,15
MUCHO	8	24,24
INTOLERABLE	6	18,18

Tabla 25. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en las actividades diarias.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	6	18,18
POCO	8	24,24
ACEPTABLE	6	18,18
MUCHO	8	24,24
INTOLERABLE	5	15,15

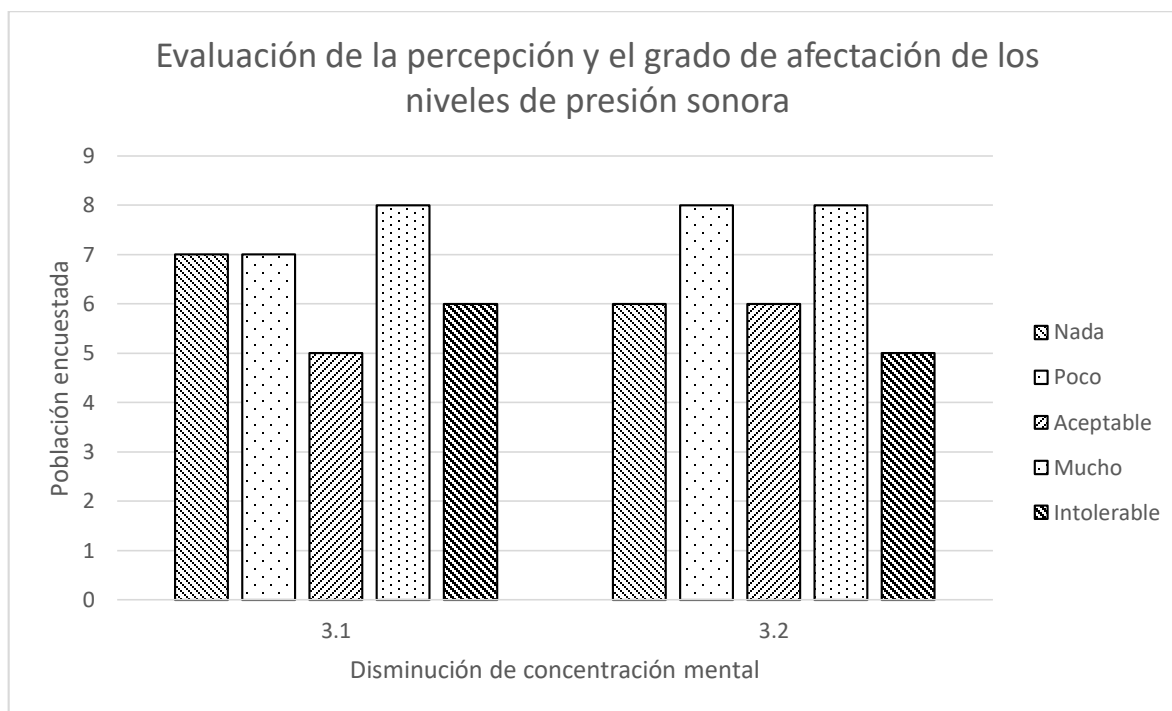


Figura 9. Disminución de concentración mental.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la molestia apreciada por contacto con fuente emisora, observamos que el más representativo es el nivel de la escala de valoración MUCHO, con una participación del 31.82% promedio equivalente a 11 encuestados; 9 de los encuestados respondieron a un nivel poco frente a la molestia con la fuente emisora, con una participación de 28.78% , seguido del nivel de aceptable con una participación de 25.75% equivalente a 8 de los encuestados, el nivel de nada de ruido conto con un porcentaje de 12.12 correspondiente a 4 encuestados y el nivel de intolerable con un porcentaje de 1.51% con 1 personas, para un total de 33 encuestados en total equivalente al 100%.

***Interferencia en la comunicación verbal.***

Tabla 26. ¿Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de sus actividades diarias?

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	6	18,18
POCO	9	27,27
ACEPTABLE	6	18,18
MUCHO	10	30,3
INTOLERABLE	2	6,06

Tabla 27. ¿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?

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	6	18,18
POCO	10	30,3
ACEPTABLE	8	24,24
MUCHO	9	27,27
INTOLERABLE	0	0

Tabla 28. ¿Los niveles de ruido impiden escuchar información acústica relevante o entender mensajes por megafonía?

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	8	24,24
POCO	7	21,21
ACEPTABLE	6	18,18
MUCHO	12	36,36
INTOLERABLE	0	0

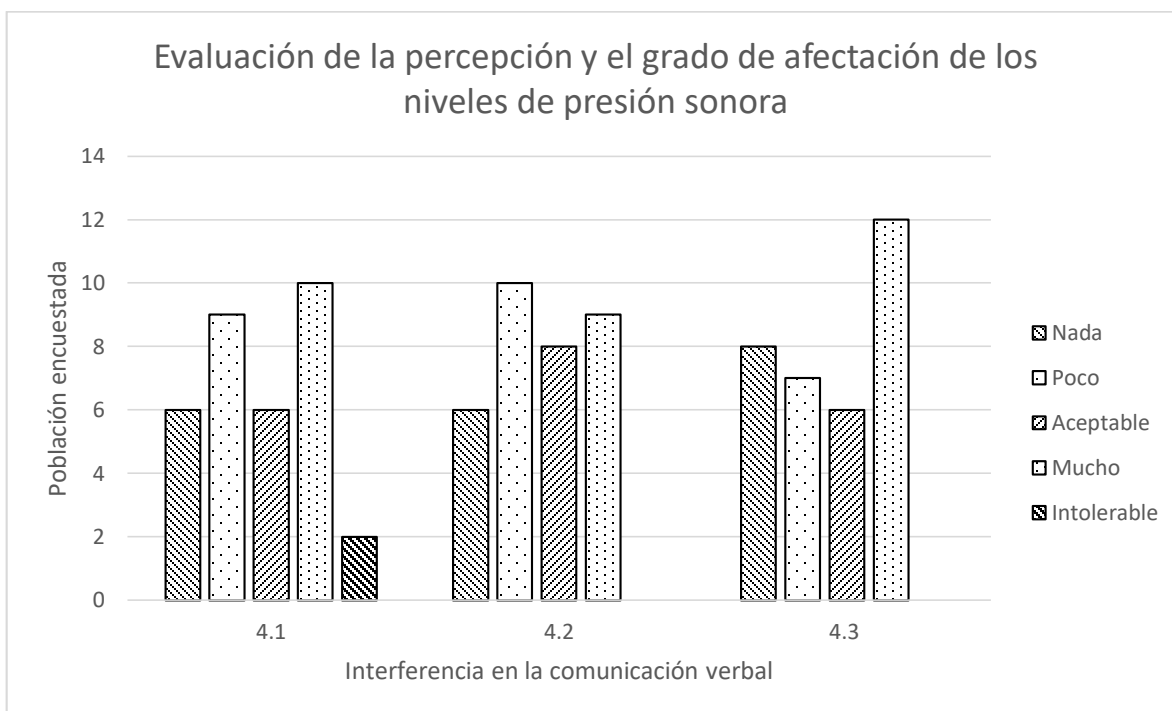


Figura 10. Interferencia en la comunicación verbal.

De acuerdo a los resultados obtenidos para interferencia en la comunicación verbal, observamos que el más representativo es el nivel de la escala de valoración mucho, con una participación del 31.31% promedio equivalente a 10 encuestados; 8 de los encuestados respondieron a un nivel poco frente a la pregunta, con un participación de 26.26%, siendo los dos puntos más seleccionados superando el 50%.

***Fuentes de ruido y su afectación sobre actividades cotidianas.***

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



Tabla 29. Automóviles.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	6	18,18
POCO	4	12,12
ACEPTABLE	8	24,24
MUCHO	6	18,18
INTOLERABLE	9	27,28

Tabla 30. Transporte público.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	7	21,21
POCO	5	15,15
ACEPTABLE	5	15,15
MUCHO	9	27,27
INTOLERABLE	7	21,22

Tabla 31. Industrias y talleres.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	23	69,7
POCO	5	15,15
ACEPTABLE	4	12,12
MUCHO	1	3,03
INTOLERABLE	0	0

Tabla 32. Bodegas aserraderos.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	22	66,67
POCO	9	27,27
ACEPTABLE	2	6,06
MUCHO	0	0
INTOLERABLE	0	0

Tabla 33. Aviones y helicópteros.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	4	12,12
POCO	8	24,24
ACEPTABLE	12	36,36
MUCHO	7	21,21
INTOLERABLE	2	6,06

Tabla 34. Instituciones educativas: Universidades, colegios y jardines infantiles.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	16	48,48
POCO	11	33,33
ACEPTABLE	1	3,03
MUCHO	3	9,09
INTOLERABLE	2	6,06

Tabla 35. Iglesias y lugares de cultos.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	21	63,64
POCO	11	33,33
ACEPTABLE	3	9,09
MUCHO	0	0
INTOLERABLE	0	0

Tabla 36. Bares y discotecas.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	10	30,3
POCO	6	18,18
ACEPTABLE	5	15,15
MUCHO	10	30,3
INTOLERABLE	2	6,06

Tabla 37. Voces exteriores.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	3	9,09
POCO	8	24,24
ACEPTABLE	13	39,39
MUCHO	7	21,21
INTOLERABLE	2	6,06

Tabla 38. Animales.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	3	9,09
POCO	12	36,36
ACEPTABLE	7	21,21
MUCHO	11	33,33
INTOLERABLE	0	0

Tabla 39. Música proveniente del exterior.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	7	21,21
POCO	5	15,15
ACEPTABLE	7	21,21
MUCHO	11	33,33
INTOLERABLE	3	9,09

Tabla 40. Obras en construcción.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	21	63,64
POCO	9	27,27
ACEPTABLE	3	9,09
MUCHO	0	0
INTOLERABLE	0	0

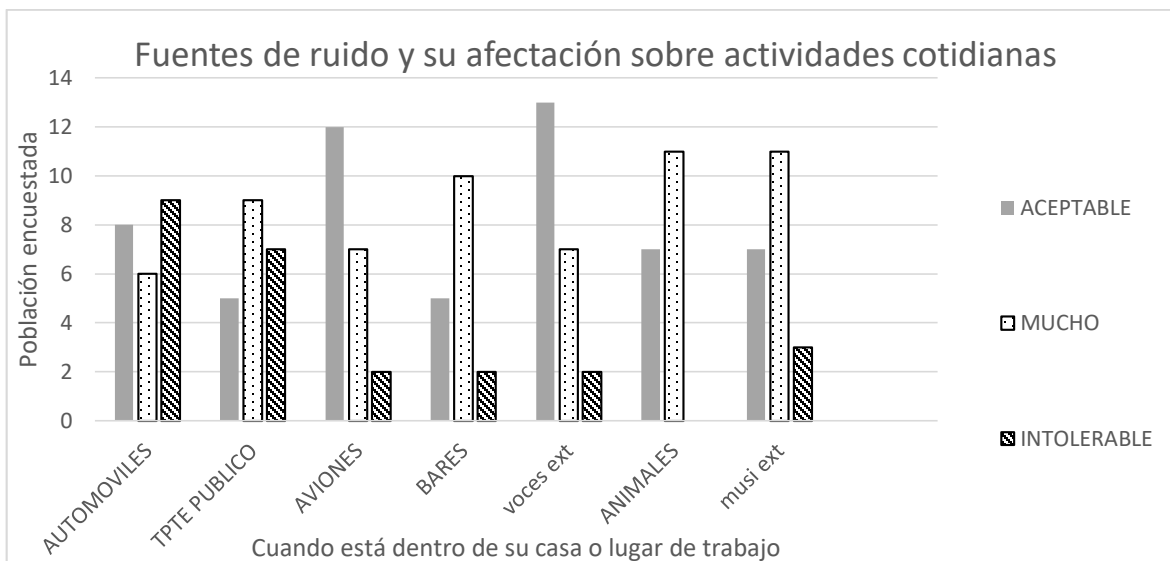


Figura 11. ¿Cuánto molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes? Dentro de casa o lugar de trabajo.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la pregunta ¿Cuánto le molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes? dentro de su casa, observamos que las fuentes que más generan ruido, son automóviles, transporte de servicio urbano, aviones, bares, voces exteriores, animales y música exterior.

*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?.*

Tabla 41. Automóviles.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	3	9,09
POCO	6	18,18
ACEPTABLE	11	33,33
MUCHO	4	12,12
INTOLERABLE	9	27,28

Tabla 42. Transporte público.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	4	12,12
POCO	4	12,12
ACEPTABLE	9	27,28
MUCHO	8	24,24
INTOLERABLE	8	24,24

Tabla 43. Industrias y talleres.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	22	66,67
POCO	8	24,24
ACEPTABLE	1	3,03
MUCHO	2	6,06
INTOLERABLE	0	0

Tabla 44. Bodegas aserraderos.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	23	69,7
POCO	10	30,3
ACEPTABLE	0	0
MUCHO	0	0
INTOLERABLE	0	0

Tabla 45. Aviones y helicópteros.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	4	12,12
POCO	12	36,37
ACEPTABLE	6	18,18
MUCHO	7	21,21
INTOLERABLE	4	12,12

Tabla 46. Instituciones educativas: Universidades, colegios y jardines infantiles.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	18	54,55
POCO	3	9,09
ACEPTABLE	6	18,18
MUCHO	2	6,06
INTOLERABLE	4	12,12

Tabla 47. Iglesias y lugares de cultos.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	23	69,7
POCO	4	12,12
ACEPTABLE	5	15,15
MUCHO	1	3,03
INTOLERABLE	0	0

Tabla 48. Bares y discotecas.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	6	18,18
POCO	5	15,15
ACEPTABLE	8	24,24
MUCHO	11	33,34
INTOLERABLE	3	9,09

Tabla 49. Voces exteriores.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	2	6,06
POCO	9	27,27
ACEPTABLE	13	37,4
MUCHO	6	18,18
INTOLERABLE	3	9,09

Tabla 50. Animales.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	12	36,36
POCO	11	33,33
ACEPTABLE	7	21,21
MUCHO	3	9,1
INTOLERABLE	0	0

Tabla 51. Música proveniente del exterior.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	2	6,06
POCO	9	27,27
ACEPTABLE	9	27,27
MUCHO	9	27,27
INTOLERABLE	4	12,13

Tabla 52. Obras en construcción.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	18	54,55
POCO	12	36,36
ACEPTABLE	1	3,03
MUCHO	2	6,06
INTOLERABLE	0	0

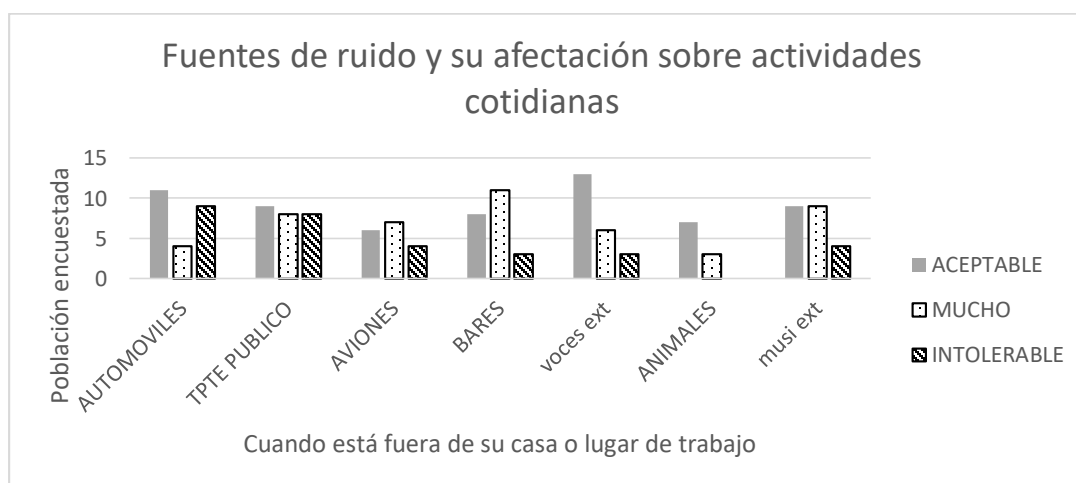


Figura 12. ¿Cuánto molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes? Fuera de casa o lugar de trabajo.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la pregunta ¿Cuánto le molesta el ruido proveniente de las siguientes fuentes? fuera de su casa, observamos que se mantienen las mismas fuentes dentro de casa, las cuales son: automóviles, transporte de servicio urbano, aviones, bares, voces exteriores, animales y música exterior.

*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?.*

Tabla 53. Mañana.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	1	3,03
POCO	12	36,36
ACEPTABLE	5	15,15
MUCHO	11	33,33
INTOLERABLE	4	12,13

Tabla 54. Tarde

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	7	21,21
POCO	5	15,16
ACEPTABLE	7	21,21
MUCHO	10	30,3
INTOLERABLE	4	12,12

Tabla 55. Noche.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	6	18,18
POCO	9	27,27
ACEPTABLE	5	15,15
MUCHO	11	33,34
INTOLERABLE	2	6,06



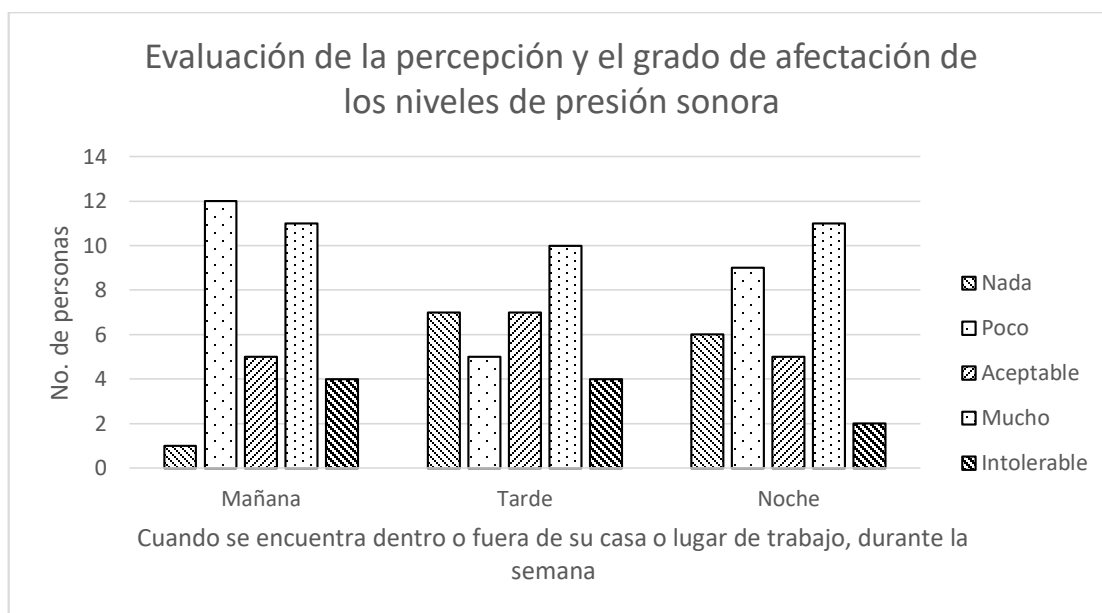


Figura 13. Cuando se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, durante la semana, ¿cuánto le molesta el ruido?

De acuerdo a los resultados obtenidos para la pregunta ¿Cuándo se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, durante la semana, cuanto le molesta el ruido?, observamos que para los encuestados es variable en la mañana, tarde y noche pero marcada la percepción desde aceptable hasta intolerable; en la tarde y en la noche se aprecia que existen sitios de muestreo que cuenta con un bajo nivel de ruido.

*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? Entre semana.*

Tabla 56. Mañana.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	2	6,06
POCO	9	27,27
ACEPTABLE	13	39,39
MUCHO	5	15,15
INTOLERABLE	4	12,13

Tabla 57. Tarde.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	5	15,15
POCO	7	21,22
ACEPTABLE	14	42,42
MUCHO	5	15,15
INTOLERABLE	2	6,06

Tabla 58. Noche.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	8	24,24
POCO	13	39,39
ACEPTABLE	5	15,15
MUCHO	1	3,04
INTOLERABLE	6	18,18

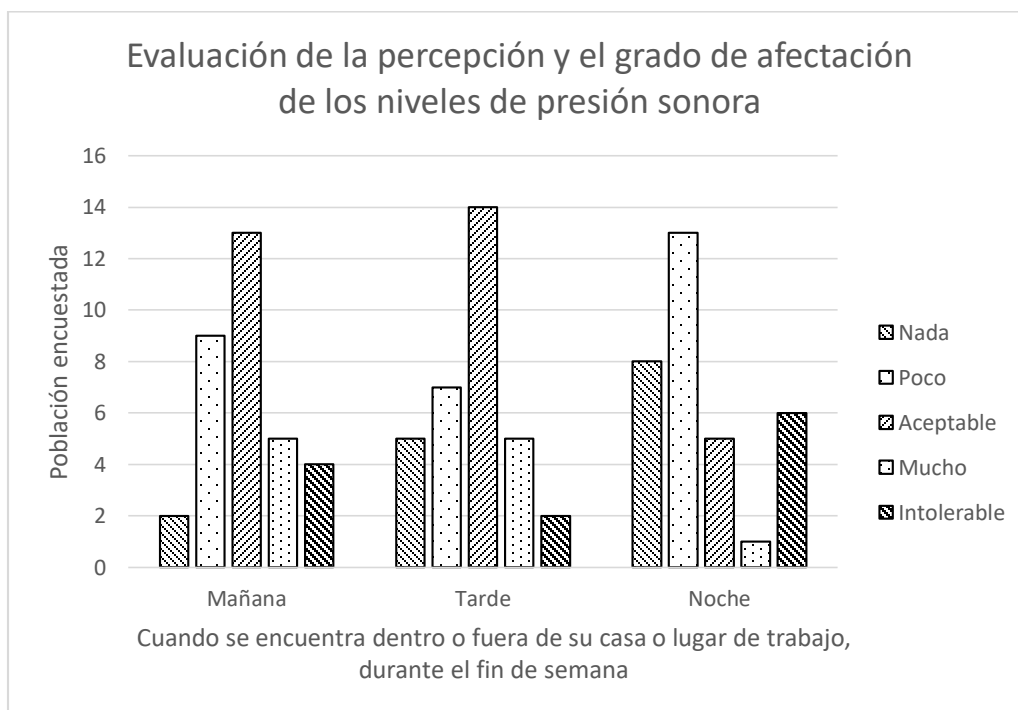


Figura 14. Cuánto le molesta el ruido de su barrio, en la siguiente jornada? Durante fin de semana.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la pregunta ¿Cuándo se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, durante el fin de semana, cuanto le molesta el ruido?, observamos que para los encuestados en la mañana y la tarde se mantiene un nivel de ruido aceptable pero con tendencia en algunos puntos de un bajo ruido; para la noche se aprecia que existen sitios de muestreo que cuenta con un nivel de ruido alto.

***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?***

Tabla 59. Escuchar radio, televisión.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	8	24,24
POCO	7	21,22
ACEPTABLE	5	15,15
MUCHO	8	24,24
INTOLERABLE	5	15,15

Tabla 60. Conversar.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	8	24,24
POCO	6	18,18
ACEPTABLE	6	18,18
MUCHO	13	39,40
INTOLERABLE	0	0

Tabla 61. Estudiar:

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	14	42,43
POCO	5	15,15
ACEPTABLE	7	21,21
MUCHO	7	21,21
INTOLERABLE	0	0

Tabla 62. Leer.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	12	36,36
POCO	8	24,24
ACEPTABLE	4	12,12
MUCHO	9	27,27
INTOLERABLE	0	0

Tabla 63. Dormir.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	8	24,24
POCO	6	18,18
ACEPTABLE	5	15,16
MUCHO	10	30,3
INTOLERABLE	4	12,12

Tabla 64. Comer.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	10	30,3
POCO	12	36,36
ACEPTABLE	4	12,12
MUCHO	6	18,18
INTOLERABLE	1	3,04

Tabla 65. Otras actividades.

ESCALA DE VALORACION	No. Personas	%
NADA	19	57,58
POCO	5	15,15
ACEPTABLE	3	9,09
MUCHO	6	18,18
INTOLERABLE	0	0

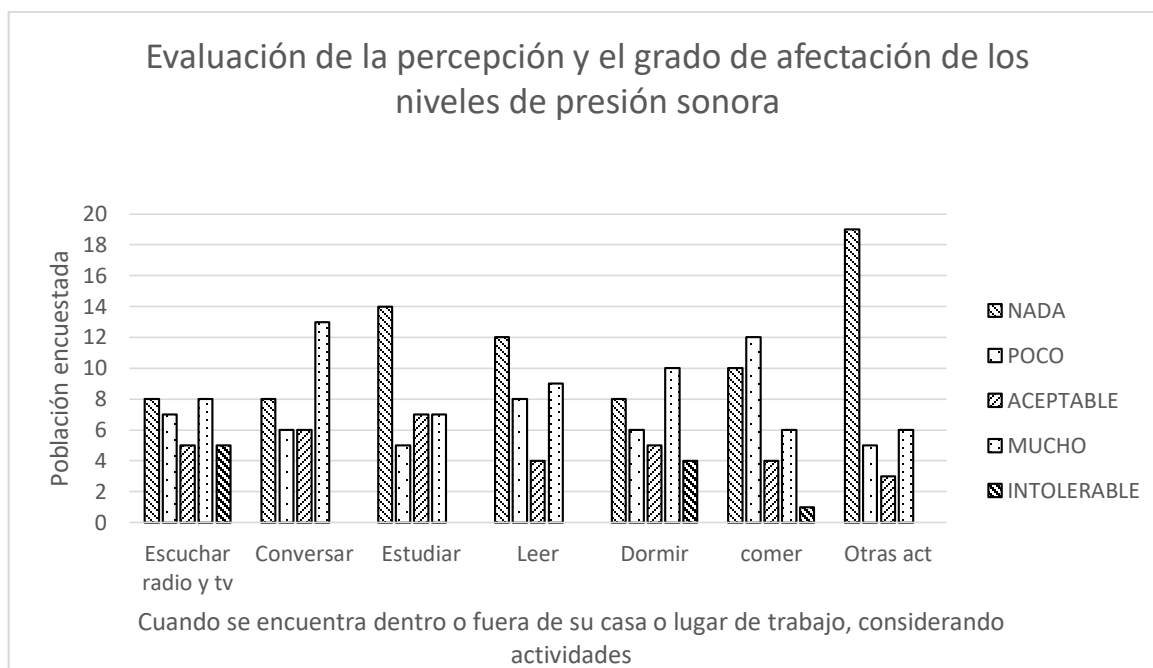


Figura 15. Cuánto le molesta el ruido de su barrio, para realizar las siguientes actividades.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la pregunta ¿Cuándo se encuentra dentro o fuera de su casa o lugar de trabajo, considerando las siguientes actividades, cuanto le molesta el ruido de su barrio para realizarlas?, observamos que para todas las actividades, mantienen un equilibrio entre el ruido intolerable y nada.

## CONCLUSIONES.

- Se presentan elevados niveles de ruido en tres puntos de la comuna estudiada, debido a que por estas se comunican la zona norte con el centro de la ciudad de Neiva, ahora que está en construcción la intersección vial de la USCO.
- Se corrobora, que en el desarrollo urbanístico de esta zona de la ciudad, no se tiene en cuenta la resolución 0627 de 2006; se debe considerar el ruido ambiental en la planificación territorial pues es un elemento relevante en la ubicación de establecimientos comerciales, recreacionales, dotacionales y residenciales que están expuestos a altos niveles de ruido.
- Para los niveles de ruido registrados en las mediciones de los días entre semana en horarios nocturnos, se encuentran que tan solo (3) tres puntos de los (17) no superan los valores límites establecidos en la resolución y se encuentran ubicados en la zona de uso residencial, ellos son el terminal del barrio la inmaculada con 54.4 dB(A), polideportivo de Carlos Pizarro 54.3 dB(A) y polideportivo barrio los Andaquies con 54.3 dB(A) sin superar el límite establecido (55 dB(A)).
- De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede afirmar que el nivel sonoro continuo equivalente promedio para los 17 puntos de medición diurnos-nocturnos distribuidos en la comuna uno de la ciudad de Neiva, es respectivamente de 65.59 dB(A) y 61.17 dB(A); se evidencian que son altos niveles que hacen incumplir la resolución.
- En los puntos de medición evaluados, se observa que el uso del suelo residencial predomina con 13 puntos, respecto a los usos del suelo dotacional y comercial.

- En 13 de los 17 puntos de medición, el uso del suelo es residencial, lo cual indica que los niveles de ruido no deben exceder los 65 dB(A) establecidos en la Resolución 0627 de 2006. En las mediciones de los días entre semana y fines de semana, diurnos y nocturnos, tan solo seis (6) y (3) puntos respectivamente, estuvieron dentro del límite permitido.
- El uso del suelo dotacional conto con tres (3) puntos de los 17 puntos de medición, por lo tanto los niveles de presión sonora no deben sobrepasar los 65 dB(A) permitidos en horario diurno y 55 dB(A) en horario nocturno, pero los resultados para estos superaron el límite permitido permisible, esto puede estar relacionado con el aumento del flujo vehicular debido al cierre de la entrada principal de la comuna 1, lo cual ha obligado a desviar todo el tráfico que se dirige hacia el norte por la carrera 6w, calle 28 de santa Inés al venir de la comuna 9.
- En el único punto de los 17 puntos de medición el uso del suelo es comercial, es el ubicado en la Estación Terpel Calle 64 con Carrera 1a (Esquina), por lo tanto los niveles de ruido no deben sobrepasar para el horario nocturno los 60 dB(A), los cuales fueron superados con una medición obtenida de 65.5dB(A),lo cual indico que supero el límite establecido.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de la encuesta, el ruido para la gran mayoría se encuentran habitualmente acostumbrados pues no se aquejan de ruidos intolerables.

## RECOMENDACIONES.

- Con respecto al horario de medición, se sugiere para posteriores estudios tener en cuenta las mediciones de los niveles de presión sonora en el fin de semana, para tener resultados más representativos sobre el ruido ambiental de esta comuna 1.
- Es necesario que en el plan de ordenamiento territorial para la ciudad de Neiva, se tome en cuenta esta investigación, pues existen incumplimientos a la normatividad por altos niveles en zonas residenciales en la comuna 1.
- Para las zonas sensibles al ruido como la calle 28 con cra 1ª, Calle 48 con Carrera 4W (Esquina) y Calle 48 con Carrera 1ª, es indispensable que se adopten medidas sobre el tráfico vehicular para garantizar el cumplimiento de la normatividad y el bienestar de la comunidad presente en estos sitios.



## BIBLIOGRAFÍA.

- Martínez Llorente, J., & Peters, J. (Octubre de 2015). Contaminación Acústica y Ruido. Madrid, España: Ecologistas en Acción.
- Álvarez Bayona, T. (2010). Efectos del ruido desde el punto de vista ergonómico. *Aspectos Ergonómicos del Ruido: Evaluación*. Ministerio de empleo y seguridad social.
- Amable Álvarez, I., Méndez Martínez, J., Delgado Pérez, L., Acebo Figueroa, F., de Armas Mestre, J., & Rivero Llop, M. (15 de Mayo de 2017). Contaminación ambiental por ruido. págs. 640-.
- Betancur Cruz, M., & Contreras Herrera, G. (2008). Diagnóstico y Evaluación de la Contaminación Sonora generada por los establecimientos nocturnos y el tráfico vehicular en el municipio de Villavicencio-Meta. *Proyecto de Grado*. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.
- Bruel, & Kjaer. (1986). Noise Control, Principles and Practice. USA.
- CAM. (2017). *Mapas de ruido ambiental para sus áreas críticas prioritarias y plan de descontaminación por ruido del municipio de Neiva, de conformidad con lo establecido en la resolución No. 627 de 2006*. Neiva.
- CAR. (2007). Mapa de Ruido. *Contrato CAR 589*. Girardot, Colombia: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Casas, O., Betancur, C. M., & Montaña, J. S. (Junio de 2015). Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. *Entramado*, 11(1), 264-286.
- Constantino Pérez Vega. (2010). Sonido y Audición. *Universidad de Cantabria*. Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones .
- Correa Restrepo, F., Osorio Múnera, J., & Patiño Valencia, B. (2011). Valoración económica del ruido: Una revisión analítica de estudios. *Semestre Económico*, 14(29), págs. 53-76.
- Daniel Maggiolo. (2003). Propagación del Sonido. *Apuntes de Acústica Musical*.

- elruido.com. (2019). Obtenido de ¿Qué es el ruido?:  
<http://www.elruido.com/portal/web/miranda-de-ebro/que-es-el-ruido>
- Fisiología Audición. (2010). Generalidades de la Audición. Exploración Audiológica. Tratamiento protésico y psicopedagógico de los defectos auditivos. *Capítulo 2*.
- Franco, A. (2005). Diagnóstico ambiental del ruido generado en el sector industrial y vehicular en la localidad de Kennedy y propuesta de mitigación o reducción de los niveles de presión sonora. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.
- GAES Centros Auditivos. (2017). Fisiología del Oído. Bolivia.
- García, A. (2004). La exposición cotidiana al ruido ambiental. *Revista de Acústica*, 36-41.
- Hidalgo Otamendi, A., Hernández Martín, A., Morcillo López, M., & Hernández Echegaray, M. (22 de Octubre de 2008). Metodología para la realización de mapas de ruido. *Acústica*, 1-8.
- INERCO Acústica. (26 de 11 de 2012). *Niveles de Ruido*. Obtenido de Nivel de Presión Sonora: <http://www.inercoacustica.com/acustipedia/item/410-niveles-de-ruido>
- Jaramillo Jaramillo, A. (2007). *Acústica: La Ciencia del Sonido*. Medellín, Colombia: ITM.
- Junta de Andalucía. (2012). Ruido y Salud. Unión Europea: Observatorio de salud y medio ambiente de andalucía.
- Lisbeth, P., Rodrigo, I., Jimena, C., & Fernanda, A. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Rev. Otorrinolaringol*, 122-128.
- Lozada Días, R. (2011). *Estudio de los planes estratégicos de desarrollo local de la comuna uno de Neiva*. Neiva: Contrato Estatal de Consultoría569de 2011.
- Melo, D., & Torres, D. (2005). Análisis del Comportamiento del Nivel del Ruido en el Área de Producción de la Empresa Agroindustrial. *Proyecto de Grado*. Bogotá: Universidad de San Buenaventura.
- Miyara, F. (2004). *Ruido urbano: tránsito, industria y esparcimiento*. Uruguay: DINAMA - Facultad de Ingeniería.

- Molina Cárdenas, J., & Villalba Clavijo, G. (2015). Estudio de Ruido en la troncal transmilenio tramo-heroes- museo de oro como indicador de calidad del servicio y elemento urbano en el corredor. *Proyecto de Grado*. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.
- Murillo, D., Ortega, I., Carrillo, J., Pardo, A., & Rendón, J. (Junio de 2012). Comparación de métodos de interpolación para la generación de mapas de ruido en entornos urbanos. *Ing. USBMed*, 1, 62-68.
- Ortega, M., & Cardona, J. M. (Diciembre de 2005). Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 23(2), 70-77.
- Pacheco, J., Franco, J., & Behrentz, E. (2009). Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto. *Revista de Ingeniería*, 30, 72-80.
- Rejano de la Rosa, M. (2000). Ruido Industrial y Urbano. 3. Madrid: Paraninfo.
- Santos De La Cruz, E. (Junio de 2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la avenida Javier Prado. *Industrial Data*, 10(1).
- U. Nacional de Colombia. (2011). *Niveles de Ruido ambiental en la zona Microcentro del Municipio de Neiva- Huila*. Medellín: Centro Nacional de Geoestadística.
- Universidad Austral de Chile. (2004). Análisis de la eficiencia de la Ponderación "A" para evaluar efectos del Ruido en el ser humano. Chile.

## ANEXOS.



**Figura 16.** Imágenes de muestreo en horario diurno.



Figura 16. Imágenes de muestreo en horario diurno.