



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL EN  
EL TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA  
CIUDAD DE TENA, CANTÓN TENA, PROVINCIA DE NAPO”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera en  
Medio Ambiente

**Autora:**

Bravo Armijos Grey Nathaly

**Tutor:**

Andrade Valencia José Antonio Ing. Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Grey Nathaly Bravo Armijos, con cédula de ciudadanía No. 1500934938, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Evaluación del nivel de ruido ambiental en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Tena, cantón Tena, provincia de Napo”, siendo el Ingeniero Mg. José Antonio Andrade Valencia, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 30 de marzo del 2022

Grey Nathaly Bravo Armijos  
Estudiante  
CC: 150093493-8

Ing. Mg. José Antonio Andrade Valencia  
Docente Tutor  
CC: 050252448-1

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **BRAVO ARMIJOS GREY NATHALY**, identificada con cédula de ciudadanía **1500934938** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del nivel del ruido ambiental en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Tena, cantón Tena, provincia de Napo”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2017 - Agosto 2017

Finalización de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de enero del 2022

Tutor: Ing. Mg. José Antonio Andrade Valencia

Tema: “Evaluación del nivel del ruido ambiental en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Tena, cantón Tena, provincia de Napo”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 30 días del mes de marzo del 2022.

Grey Nathaly Bravo Armijos  
**LA CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL EN EL TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE TENA, CANTÓN TENA, PROVINCIA DE NAPO”**, de Bravo Armijos Grey Nathaly, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 30 de marzo del 2022

Ing. Mg. José Antonio Andrade Valencia  
**DOCENTE TUTOR**  
CC: 050252448-1

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Bravo Armijos Grey Nathaly, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL EN EL TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE TENA, CANTÓN TENA, PROVINCIA DE NAPO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 30 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)  
Ing. Mg. José Luis Agreda Oña  
CC: 040133210-1

Lector 2  
Mg. Patricio Clavijo Cevallos  
CC: 050144458-2

Lector 3  
Ing. Mg. Oscar René Daza Guerra  
CC: 040068979-0

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios por bendecirme con salud, vida y la sabiduría necesaria para culminar la carrera y el presente trabajo.

De manera especial, extender mi agradecimiento al M.Sc Roberto Villalva, coordinador de la Unidad Operativa de Control Ambiental del GAD Municipal de Tena y al Técnico Ambiental Ing. Santiago Plaza por su colaboración y apoyo brindado con los equipos de monitoreo.

A la presente administración del Sindicato de Choferes Profesionales de Napo, en especial al Ing. Cristian Pico, secretario general, por permitir el desarrollo de la presente investigación en el Terminal Terrestre de Tena y a la Lic. Rosa Mosquera por su cooperación respecto a la información necesaria para llevar a cabo el trabajo.

*Nathaly Bravo*



## **DEDICATORIA**

Dedico todo el esfuerzo y culminación de la carrera a mi ser celestial y bondadoso, que me permite finalizar esta etapa y que mi familia lo celebre, porque también me ha rodeado de personas buenas y me ha bendecido infinitamente en todos los sentidos, Dios, sin ti nada soy.

Enteramente, dedico el presente trabajo a mi papi Víctor, quién es el pilar de mi vida, quién no conoce la frase “darse por vencido”, porque tengo su apoyo incondicional en cada desafío que me propongo y de cual soy el fiel reflejo de su esencia, un ser humano de bien, quién me ha enseñado a luchar siempre por conseguir un mañana mejor. Todo lo que soy, se lo debo a mi padre y lo lejos que pueda llegar será porque tengo ese motor.

A mi hermano Isaac por el apoyo moral y estar siempre presente en todo momento.

A mi mejor amiga Andrea Achote, mi fiel compañera, mejor amiga y familia, por siempre estar en los momentos más oscuros de mi vida y nunca alejarse por más difíciles que fueran los días. Por estar en todo momento y ser quién me escucha, aconseja y confío plenamente.

Por último, a mi abuelita paterna Michita, por ser el cable a tierra inculcándome lo valioso de la humildad. Y a mi tía Rosa Bravo, a quién aprecio y estimo enormemente por ser aquel ángel que llegó un domingo a salvarnos, de lo cual le estoy eternamente agradecida y la llevo siempre presente.

*Grey*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL NIVEL DEL RUIDO AMBIENTAL EN EL  
TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE TENA,  
CANTÓN TENA, PROVINCIA DE NAPO”.**

AUTOR: Bravo Armijos Grey Nathaly

**RESUMEN**

Se evaluó el nivel de ruido ambiental generado en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Tena, partiendo de la construcción de la línea base de ruido ambiental que comprende la recopilación de la información referente al ruido mediante diferentes técnicas de recolección de datos; posterior, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma aplicable, el Acuerdo Ministerial 097-A se monitoreó el ruido ambiental en tres periodos de mayor emisión de niveles de presión sonora utilizando un sonómetro integrador clase II con ponderación frecuencial A, reportando 5 muestras de 15 segundos para cada punto de muestreo, siendo en total diecisiete puntos distribuidos uniformemente y cercanos a los puntos críticos de afectación utilizando el método de rejilla. De los resultados obtenidos se determina que, los mayores promedios de ruido se ubican en los puntos externos y esquinas del Terminal, teniendo para el punto P1 (calle Gabriel Espinosa y Federico Montero) un promedio de 69,2dBA; punto P4 (av. 15 de noviembre y Federico Montero) con 69,8dBA; punto P13 (av. 15 de noviembre y av. del chófer) con 70,2dBA; punto P16 (av. del chófer y calle Gabriel Espinosa) con 69,4dBA, sin embargo, todos los puntos monitoreados al interior y exterior del Terminal se encuentran por encima de los 60dBA establecidos como límite permisible en la norma ambiental para suelo de uso comercial en el periodo diurno. Para la esquematización de los niveles de ruido se utilizó el programa de información geográfica ArcGis, empleando las herramientas de análisis espacial para la interpolación IDW (distancia inversa ponderada) se generó mapas de ruido para los tres periodos (mañana, medio día y tarde) y el promedio general. Finalmente, para contrarrestar la problemática socioambiental se propone un plan de mitigación para el control del ruido en el Terminal Terrestre de Tena, con medidas aplicables a las condiciones de la zona. Se concluye que los niveles de ruido en el Terminal, son directamente influenciados por actividades comerciales aledañas a la zona, ya que se ubica en un área netamente comercial, sumado a esto, el gran flujo vehicular que circula por las principales vías de la ciudad, la av. 15 de noviembre y la av. del chófer, mismas que son de doble sentido para la circulación.

**Palabras clave:** contaminación acústica, mapa de ruido, nivel de ruido ambiental, plan de mitigación del ruido, terminal terrestre de Tena.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES FACULTY**

**THEME: “EVALUATION OF ENVIRONMENTAL NOISE LEVEL AT INTERPROVINCIAL BUS STATION OF TENA CANTON, NAPO PROVINCE”**

AUTHOR: Bravo Armijos Grey Nathaly

**ABSTRAC**

The level of environmental generated noise at Interprovincial Tena city Bus station was evaluated, starting from environmental baseline construction that includes the compilation of noise reference information through different data collection techniques; Subsequently by established guidelines in applicable standard Ministerial Agreement 097-A, environmental noise was monitored at three periods of higher emission of sound pressure levels, using a class II integrating sound level meter with frequency weighting A, reporting 5 noise samples. 15 seconds for each demonstration point, with a total of seventeen points distributed uniformly and close to affectation critical points using the grid method. Obtained results determined that the highest noise averages are located at external points and corners, having for point P1 (Gabriel Espinosa and Federico Montero streets) an average of 69.2dBA; point P4 (av. 15 de Noviembre and Federico Montero) with 69.8dBA; point P13 (av. 15 de Noviembre and av. del chófer) with 70.2dBA; point P16 (av. del Chófer and calle Gabriel Espinosa) with 69.4dBA, however, all monitored points inside and outside the Terminal are above 60dBA established as permissible limit at environmental standard for commercial use on daytime period. For schematization of noise levels, geographic information program ArcGis was produced, using spatial analysis tools for IDW (inverse distance weighted) interpolation, noise maps were completed for three periods (morning, noon and afternoon) and the overall average. Finally, to counteract socio-environmental problem, a mitigation plan is proposed to control noise in Tena Bus Station, with applied measures to area conditions. It is concluded that noise levels are directly influenced by commercial activities surrounding the area, since it is located in a purely commercial area, added to this, the large vehicular flow that circulates through the main city roads, the av. November 15 and av. del Chófer, they are only two-ways for circulation.

**Keywords:** noise pollution, noise map, environmental noise level, noise mitigation plan, Tena land terminal.

## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ABSTRAC	xi
INDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xix
INDICE DE TABLAS	xx
1 INFORMACIÓN GENERAL	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
<b>4.1 General</b>	<b>5</b>
<b>4.2 Específicos</b>	<b>5</b>

5	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
6	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
<b>6.1</b>	<b>Ruido</b>	<b>6</b>
<b>6.2</b>	<b>Fuentes Emisoras de Ruido (FER's)</b>	<b>7</b>
6.2.1	Fuente Fija de Ruido (FFR)	7
6.2.2	Fuente Móvil de Ruido (FMR)	7
<b>6.3</b>	<b>Tipos de ruido</b>	<b>7</b>
6.3.1	Según su exposición	7
8.3.1.1	Ocupacional.	8
8.3.1.2	Social.	8
8.3.1.3	Ambiental.	8
6.3.2	Según la normativa ambiental ecuatoriana	8
8.3.2.1	Ruido específico.	8
8.3.2.2	Ruido residual.	8
8.3.2.3	Ruido total.	8
8.3.2.4	Ruido impulsivo.	8
<b>6.4</b>	<b>Unidad de medida del sonido</b>	<b>8</b>
6.4.1	Rango audible del sonido	9
<b>6.5</b>	<b>Presión sonora</b>	<b>9</b>
6.5.1	Nivel de Presión Sonora (L o NPS)	9
6.5.2	Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq)	10
6.5.3	Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido (LKeq)	10
6.5.4	Corrección por nivel de ruido de fondo	10
<b>6.6</b>	<b>Niveles máximos de emisión de ruido</b>	<b>11</b>
<b>6.7</b>	<b>Zonas críticas</b>	<b>11</b>
6.7.1	Clasificación de zonas críticas	12

7.7.1.1 Hospitalaria y Educativa.	12
7.7.1.2 Residencial.	12
7.7.1.3 Comercial.	12
7.7.1.4 Industrial.	12
7.7.1.5 Mixtas.	12
<b>6.8 Usos del suelo</b>	<b>12</b>
6.8.1 Residencial (R1)	13
6.8.2 Industrial (ID)	13
6.8.3 Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	13
6.8.4 Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	13
6.8.5 Uso comercio (CM)	13
6.8.6 Uso Agrícola residencial (AR)	13
6.8.7 Uso de Protección Ecológica (PE)	14
6.8.8 Uso Recursos Naturales (RN)	14
6.8.9 Uso múltiple (MT)	14
<b>6.9 Equipos de medición</b>	<b>14</b>
6.9.1 Sonómetro	14
<b>6.10 Contaminación por ruido ambiental</b>	<b>14</b>
6.10.1 Principales fuentes de ruido urbano	14
6.10.2 Efectos en la salud	15
6.10.2.1 Efectos sobre la audición.	15
7.10.2.1.1 Deficiencia auditiva	15
7.10.2.1.2 Interferencia en la comunicación oral.	15
6.10.3 Efectos sobre el sueño	15
6.10.4 Efectos sobre las funciones fisiológicas	15
6.10.5 Efectos sobre la salud mental.	16
6.10.6 Efectos sobre el rendimiento	16
6.10.7 Efectos sociales y sobre la conducta	16
<b>6.11 Mecanismos de control del ruido urbano</b>	<b>16</b>

6.11.1	Mapa de ruido	17
6.11.1.1	Nivel de sonoridad: escala de fonios y líneas isófonas.	17
6.11.2	Plan de minimización del ruido ambiental	17
7.11.2.1	Medidas de mitigación.	17
7.11.2.2	Gestión del ruido.	17
<b>7</b>	<b>MARCO LEGAL</b>	<b>18</b>
<b>7.1</b>	<b>Constitución de la República del Ecuador (2008)</b>	<b>18</b>
<b>7.2</b>	<b>Código Orgánico del Ambiente (2017)</b>	<b>18</b>
<b>7.3</b>	<b>Código Orgánico Integral Penal (2014)</b>	<b>19</b>
<b>7.4</b>	<b>Ley Orgánica de la Salud (2006)</b>	<b>19</b>
<b>7.5</b>	<b>Normas Internacionales</b>	<b>20</b>
7.5.1	Comisión electrotécnica Internacional (IEC 61672)	20
7.5.2	Organización Internacional de Normalización (ISO 1996)	21
<b>7.6</b>	<b>Acuerdo 097-A. Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria en Medio Ambiente (2015)</b>	<b>21</b>
<b>7.7</b>	<b>Ordenanza Provincial Sustitutiva: que regula la acreditación en todos los procesos relacionados con la prevención, control y seguimiento ambiental, el ejercicio de la potestad sancionadora y reparación integral (2021)</b>	<b>22</b>
<b>7.8</b>	<b>Ordenanza Municipal que regula y controla la contaminación por ruido generada por fuentes fijas y móviles del cantón Tena (2006)</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA CIENTÍFICA</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>23</b>
<b>9.1</b>	<b>Tipo de investigación</b>	<b>23</b>
9.1.11	Investigación bibliográfica	23
9.1.12	Investigación de campo	23

<b>9.2</b>	<b>Métodos</b>	<b>23</b>
9.2.1	Método descriptivo	23
9.2.2	Método comparativo	24
<b>9.3</b>	<b>Técnicas</b>	<b>24</b>
9.3.1	Observación directa	24
9.3.2	Entrevista	24
9.3.3	Encuesta	25
<b>9.4</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>25</b>
<b>9.5</b>	<b>Ubicación del área de estudio</b>	<b>26</b>
<b>9.6</b>	<b>Procedimiento para el monitoreo del ruido en el Terminal Terrestre</b>	<b>27</b>
9.6.1	Caracterización de las fuentes emisoras de ruido (FER's)	28
9.6.2	Determinación de los puntos de monitoreo	28
9.6.3	Criterios para los puntos de medición	29
9.6.4	Horarios de monitoreo del ruido específico y residual	29
9.6.5	Método de monitoreo	29
9.6.6	Protocolo de monitoreo	29
9.6.7	Consideraciones para validar las muestras	31
9.6.8	Condiciones ambientales	31
9.6.9	Plan de línea base de ruido y monitoreo ambiental	31
9.6.10	Diseño no experimental	33
9.6.11	Elaboración de los mapas de ruido ambiental	35
9.6.12	Propuesta del plan de mitigación para el control del ruido ambiental	36
<b>10</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>36</b>
<b>10.1</b>	<b>Objetivo 1: Establecer la línea base de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena</b>	<b>36</b>
10.1.1	Caracterización de las fuentes emisoras de ruido (FER's)	36
10.1.1.1	Fuentes emisoras de ruido internas.	36
10.1.1.2	Fuentes emisoras de ruido externas.	38



10.1.1.2.1	Cuantificación de las FER's externas del Terminal.	38
10.1.2	Resultados de la entrevista	41
10.1.3	Resultados de las encuestas	42
<b>10.2</b>	<b>Objetivo 2: Elaborar mapas de los niveles de ruido ambiental en el Terminal</b>	
<b>Terrestre de Tena.</b>		<b>49</b>
10.2.1	Determinación de los puntos de monitoreo de ruido	49
10.2.2	Determinación del ruido específico	51
10.2.3	Nivel de presión sonora continuo equivalente Promedio logarítmico (Leq)	52
10.2.4	Análisis e Interpretación de los resultados del monitoreo de ruido ambiental	56
10.2.5	Esquematación de los niveles de ruido ambiental en mapas	60
10.2.6	Mapa de ruido temporal del Terminal Terrestre (8:00-9:00am)	61
10.2.7	Mapa de ruido temporal del Terminal Terrestre (13:00-14:00pm)	62
10.2.8	Mapa de ruido temporal del Terminal Terrestre (17:00-18:00pm)	63
<b>10.3</b>	<b>Objetivo 3: Propuesta del plan de mitigación para el control del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena.</b>	<b>65</b>
10.3.1	Ficha de información	65
10.3.2	Antecedentes	65
10.3.3	Introducción	66
10.3.4	Marco legal	67
10.3.5	Alcance	68
10.3.6	Plan de mitigación del ruido ambiental	68
<b>10.4</b>	<b>Respuesta de la pregunta científica</b>	<b>74</b>
<b>11</b>	<b>IMPACTOS</b>	<b>75</b>
<b>11.1</b>	<b>Social</b>	<b>75</b>
<b>11.2</b>	<b>Ambiental</b>	<b>75</b>
<b>11.3</b>	<b>Económico</b>	<b>75</b>
<b>12</b>	<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>76</b>

13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
13.1	Conclusiones	76
13.2	Recomendaciones	77
14	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
15	ANEXOS	82

### ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Solicitud para la prestación del equipo de monitoreo al GADM de Tena	82
<b>Anexo 2.</b>	Solicitud al SCHPN para el desarrollo del proyecto de investigación	85
<b>Anexo 3.</b>	Certificado de calibración del equipo de medición	86
<b>Anexo 4.</b>	Entrevista semiestructurada para la línea base de ruido ambiental	90
<b>Anexo 5.</b>	Encuestas para la línea base de ruido ambiental	91
<b>Anexo 6.</b>	Registro de vehículos para la línea base de ruido ambiental	92
<b>Anexo 7.</b>	Conteo de vehículos que circulan por la periferia del Terminal en horas pico	92
<b>Anexo 8.</b>	Resultados de monitoreo del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena	98
<b>Anexo 9.</b>	Equipo de medición del ruido ambiental	103
<b>Anexo 10.</b>	Monitoreo de ruido ambiental	106

### ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b>	Nivel de presión sonora.	10
<b>Ecuación 2.</b>	Cálculo de la muestra.	25
<b>Ecuación 3.</b>	Nivel de presión sonora continua equivalente.	33
<b>Ecuación 4.</b>	Corrección del ruido específico por ruido residual.	34
<b>Ecuación 5.</b>	Resta energética de decibeles.	34
<b>Ecuación 6.</b>	Contribución del ruido residual (constante Kr).	35

<b>Ecuación 7.</b> Promedio de los Lkeq de los NPS.	52
-----------------------------------------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representación física del ruido	7
<b>Figura 2.</b> Representación del nivel de sonido en decibelios	9
<b>Figura 3.</b> Corrección por nivel de ruido de fondo	10
<b>Figura 4.</b> Ubicación del área de estudio	27
<b>Figura 5.</b> Protocolo de monitoreo	30
<b>Figura 6.</b> Mapa de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena en la mañana	61
<b>Figura 7.</b> Mapa de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena al medio día	62
<b>Figura 8.</b> Mapa de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena en la tarde	63
<b>Figura 9.</b> Mapa de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena–promedio	64

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Locales comerciales del Terminal Terrestre	37
<b>Gráfica 2.</b> Conteo de vehículos que circulan por la periferia del Terminal por horarios	39
<b>Gráfica 3.</b> Porcentaje de los tipos de vehículos que circulan por la periferia del Terminal	40
<b>Gráfica 4.</b> Resultados de la pregunta N°1 de la encuesta	44
<b>Gráfica 5.</b> Resultados de la pregunta N°2 de la encuesta	45
<b>Gráfica 6.</b> Resultados de la pregunta N°3 de la encuesta	46
<b>Gráfica 7.</b> Resultados de la pregunta N°4 de la encuesta	47
<b>Gráfica 8.</b> Resultados de la pregunta N°5 de la encuesta	48
<b>Gráfica 9.</b> LK <sub>eq</sub> en la mañana (8:00-9:00am)	56
<b>Gráfica 10.</b> LK <sub>eq</sub> al medio día (13:00-14:00pm)	57
<b>Gráfica 11.</b> LK <sub>eq</sub> en la tarde (17:00-18:00pm)	58
<b>Gráfica 12.</b> Promedio de los LK <sub>eq</sub> de todos los puntos de monitoreo	60

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Beneficiarios del proyecto	3
<b>Tabla 2.</b> Tareas en relación a los objetivos planteados	5
<b>Tabla 3.</b> Nivel máximo de emisiones de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido	11
<b>Tabla 4.</b> Plan de línea base de ruido ambiental	31
<b>Tabla 5.</b> Plan de monitoreo ambiental de ruido	33
<b>Tabla 6.</b> Locales comerciales del Terminal Terrestre	37
<b>Tabla 7.</b> Cantidad total de vehículos que circulan por la periferia del Terminal	39
<b>Tabla 8.</b> Tipos de vehículos que circulan de lunes a sábado por la periferia del Terminal	40
<b>Tabla 9.</b> Número de unidades de transporte por cooperativas del Terminal Terrestre	42
<b>Tabla 10.</b> Coordenadas geográficas de los puntos de monitoreo de ruido ambiental	50
<b>Tabla 11.</b> Constante Kr para la corrección del ruido total	51
<b>Tabla 12.</b> Resultados del monitoreo de ruido diurno (8:00-9:00am)	53
<b>Tabla 13.</b> Resultados del monitoreo de ruido diurno (13:00-14:00pm)	53
<b>Tabla 14.</b> Resultados del monitoreo de ruido diurno (17:00-18:00pm)	54
<b>Tabla 14.</b> Promedio de los LKeq de todos los puntos de monitoreo.	55
<b>Tabla 16.</b> Presupuesto para la elaboración del proyecto	76

## **1 INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto:**

Evaluación del nivel del ruido ambiental en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Tena, cantón Tena, provincia de Napo.

### **Lugar de ejecución:**

Cantón Tena, Provincia de Napo

### **Institución, unidad académica y carrera que auspicia:**

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, carrera de Ingeniería en Medio Ambiente

### **Nombres de equipo de investigación:**

Tutor: Ing. Mg. José Antonio Andrade Valencia

Autora: Grey Nathaly Bravo Armijos

LECTOR 1: Ing. Mg. José Luis Agreda Oña

LECTOR 2: Ing. Mg. Patricio Clavijo Cevallos

LECTOR 3: Ing. Mg. Oscar René Daza Guerra

### **Línea de investigación:**

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

### **Sub línea de investigación de la Carrera:**

Manejo y Conservación del Recurso Aire

### **Línea de Vinculación de la Facultad:**

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

## 2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación del nivel de ruido ambiental Terminal Terrestre Interprovincial de la Ciudad de Tena ha ayudado a resolver, además del principal conflicto ambiental, otros conflictos sociales emergentes en la actualidad, que representan impactos negativos directos en la calidad de vida de los empleados e indirectamente de pasajeros, usuarios y personas en general que habitan y circulan por las calles urbanas del área de estudio.

En el ámbito de la salud, el objetivo fundamental es detallar los principales efectos en el ser humano a corto y largo plazo de la exposición a uno de los contaminantes ambientales potencialmente agresivos para la salud y calidad ambiental urbana. A diferencia de otros contaminantes ambientales, el ruido se produce al menor costo, emite muy poca energía, no deja residuos y no tiene un impacto acumulativo en el medio ambiente, sino un impacto acumulativo para los humanos (Saavedra y Quintanilla 2011). Ante esta problemática ambiental mundial, el máximo organismo de la salud humana, la Organización Mundial de la Salud, establece y describe los principales efectos de la contaminación sonora que alteran la armonía urbana, los cuales se incluyen en el presente estudio.

En cuanto al ámbito académico y científico, el compromiso del proyecto es diseñar y proponer medidas y/o actividades para la gestión del ruido ambiental del Terminal Terrestre, cuya propuesta está contenida en el Plan de Mitigación estructurado bajo los lineamientos oficiales establecidos por el Ministerio del Ambiente, partiendo del análisis de resultados mediante la herramienta Excel y posterior el procesamiento de éstos en el Sistema de Información Geográfica ArcGis para la generación de mapas de ruido ambiental del área de estudio, los elementos antes descritos constituyen los productos de la investigación.

En el ámbito social, el presente estudio proporciona a través de sus productos y resultados, una mejor condición de vida a la sociedad de la ciudad de Tena en el desarrollo de sus actividades diarias, para que éstas sean ambientalmente armónicas, bajo las recomendaciones dispuestas por la Organización Mundial de la Salud y cumpliendo a los límites permisibles establecidos en la legislación ambiental ecuatoriana en cuanto a los niveles de ruido ambiental.

Además, los resultados obtenidos constituyen una base de información tanto para las autoridades y organismos de control del ruido ambiental de la ciudad, así como, una guía para

la administración del Terminal Terrestre de Tena, en la toma de decisiones enfocadas a controlar los niveles del ruido ambiental interno. Adicionalmente, la investigación representa un precedente para futuras investigaciones y/o proyectos que pudieran desarrollarse o a su vez, constituirse en un elemento de consulta.

Así mismo, la presente investigación vincula a la Universidad Técnica de Cotopaxi con el sector de estudio a través de la implementación del plan de mitigación de ruido propuesto, en un trabajo mancomunado con la administración del Terminal Terrestre a cargo del Sindicato de Choferes Profesionales de Napo con el objetivo en común de garantizar el confort acústico y calidad de vida de la comunidad.

### 3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1.**  
*Beneficiarios del proyecto*

BENEFICIARIOS		HOMBRES	MUJERES	CANTIDAD
Área	administrativa			
operativa y de seguridad del Terminal Terrestre	Directos	15	10	25
Arrendatarios de locales comerciales del Terminal Terrestre	Directos	28	90	118
Usuarios del Terminal Terrestre (promedio anual)	Directos	4.500	5.500	10.000
Habitantes del cantón Tena	Indirectos	30.943	29937	60880
<b>TOTAL</b>		<b>35.486</b>	<b>35.537</b>	<b>71.023</b>

**Fuente:** (PDYOT Tena, 2021)

**Elaborado por:** Grey Bravo

### 4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El ruido se ha considerado históricamente como un factor ambiental que puede causar molestias a las personas, pero recién en 2011 la Organización Mundial de la Salud, por sus siglas en inglés WHO, ha colocado las molestias causadas por el ruido como el principal efecto adverso sobre la salud humana urbana (WHO, 2011). Se estima que “cerca de un tercio de la población mundial padece de algún grado de sordera o pérdida auditiva causada por exposición a sonidos de elevada intensidad” (López et al, 2000, pp. 41-42).

Los datos disponibles sobre la exposición al ruido son generalmente escasos si se comparan con los obtenidos para conocer otros problemas medioambientales y, a menudo, difíciles de comparar debido a los diversos métodos de medición y evaluación. Sin embargo, se ha calculado que alrededor del 20% de la población de la Unión Europea, o sea, cerca de 80 millones de personas están expuestos a niveles de ruido que los científicos y los expertos sanitarios consideran inaceptables, niveles en los que la mayoría de las personas se sienten incómodas, el sueño se ve perturbado y se padecen efectos nocivos para la salud. Otros 170 millones de ciudadanos viven en las llamadas "zonas grises", en las que los niveles de ruido son tales que causan una molestia importante durante el día. En términos financieros, el ruido ambiental le cuesta a la sociedad entre un 0.2% a un 2% del Producto Nacional Bruto. Incluso la menor de estas cifras representa un coste inmenso, según lo afirma la Comisión Europea (CE, 1996, p. 1).

En un estudio de la Agencia de Protección Ambiental del gobierno de Buenos Aires y publicado por la Corporación Británica de Radiodifusión, por sus siglas en inglés BBC, determina que, esta ciudad capital de Argentina corresponde a la más ruidosa a nivel de América Latina. Se estima que casi un tercio de los 40 millones de habitantes de Argentina residen en la capital y sus alrededores, lo que equivale a muchas personas viviendo en un espacio relativamente pequeño. Además, el crecimiento económico se ha traducido en cada vez más automóviles en las ya congestionadas calles de la ciudad y en numerosos trabajos de construcción. Según la OMS, los niveles de ruido no deberían exceder los 55 decibeles durante el día y los 45 durante la noche, pero en Buenos Aires a menudo exceden los 70 u 80 decibeles (Schweimler, 2010, p. 1).

A nivel nacional, en la actualidad las ciudades están inmersas en un cúmulo de actividades de uso de suelo mixto que incluye zonas industriales, comerciales y residenciales. El índice de contaminación sonora de nuestro país es superior en las ciudades consideradas como punto clave de comercio, turismo o industria como lo son Guayaquil, Quito y Cuenca, según el estudio realizado por la Fundación Médica contra el Ruido, que reveló que Guayaquil y Quito sobrepasaban los 80 dB (Terán et al, 1993, pp. 43-56).

A nivel local, en base al proyecto de investigación sobre los niveles de ruido ambiental realizados en el Terminal Terrestre de Tena en el año 2016 por un estudiante de la Universidad Nacional de Loja, se concluye que de los 9 puntos donde se realizó el monitoreo del ruido, todos exceden los valores máximos permitidos en la norma ambiental (Torres y



Jaramillo, 2016, p. 132). Además, el estudio recomienda un plan de gestión ambiental que, entre las principales medidas de control del ruido, se encuentra la instalación de barreras acústicas de hormigón y el uso de equipos de protección personal, pero éste no se ha establecido debido a la condición de la organización territorial y la impracticabilidad de la alternativa planteada. Por lo tanto, considerando el precedente, este proyecto de investigación ha diseñado actividades de reducción de ruido adecuada a las condiciones de la zona, factible, con mínima inversión de recursos económicos, pero con buena organización y buena planificación por parte de la actual administración del Terminal Terrestre.

#### 4.1 General

Evaluar el nivel del ruido ambiental en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad de Tena, cantón Tena, provincia de Napo.

#### 4.2 Específicos

1. Establecer la línea base de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de la ciudad del Tena.
2. Elaborar mapas de los niveles de ruido ambiental del Terminal Terrestre de la ciudad de Tena.
3. Proponer un plan de mitigación para el control del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena.

## 5 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2.**

*Tareas en relación a los objetivos planteados*

Objetivos	Actividades	Resultados de la actividad	Medio de verificación
Establecer la línea base de ruido ambiental	-Recorrido al área de estudio. -Identificación de fuentes emisoras de ruido (FER's)	-Se caracterizó las FER's en internas y externas.	-Fuentes emisoras de ruido en el Terminal.

en el Terminal Terrestre de Tena.	-Entrevista semiestructurada a la administración del Terminal Terrestre.	-Se recolectó información sobre la operatividad del Terminal.	Respuestas de la entrevista.
	-Aplicación de encuestas sobre el ruido a una muestra de la población de interés.	-Se recolectó información sobre la exposición al ruido: horarios, días de mayor emisión y efectos.	Gráficas de los resultados de las encuestas.
Elaborar mapas de los niveles de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena.	-Determinación de los puntos de monitoreo.	-Se monitoreó 17 puntos mediante el método de rejilla.	
	-Tabulación de datos en Excel.	-Se representó los niveles de ruido ambiental en mapas.	-Coordenadas GPS
Proponer un plan de mitigación para el control del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena.	-Ingreso de datos al programa de información geográfica ArcGis.		-Mapas temporales de ruido.
	-Revisión de la normativa ambiental.		
	-Diseño de medidas y/o actividades mitigación y control del ruido	Se elaboró tres subplanes de mitigación para el ruido.	Plan de mitigación

---

Elaborado por: Grey Bravo

## 6 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

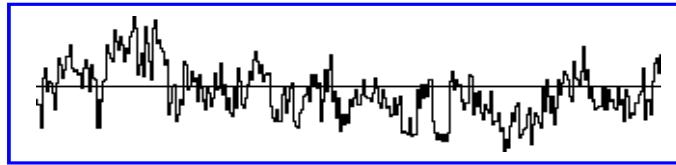
### 6.1 Ruido

El ruido a menudo se define como "sonido no deseado" o "sonido fuerte, incómodo o inesperado" (CE, 1996, p. 27). Su origen está en la actividad humana y está particularmente relacionado con el proceso de urbanización y desarrollo del transporte y la industria.

Físicamente, se define al ruido como “un conjunto de sonidos mezclados y desordenados” (Polanco, 2010, p. 20). Como se observa en la Figura 1, el ruido no tiene longitud de onda, frecuencia o amplitud constantes y se distribuyen aleatoriamente entre ellas.

**Figura 1.**

*Representación física del ruido*



Fuente: (Polanco, 2010, p. 20)

En el campo de la comunicación, se define al ruido como cualquier sonido no deseado que interfiere en la comunicación entre las personas o entre sus actividades (Morejón, 2013).

## 6.2 Fuentes Emisoras de Ruido (FER's)

Una FER es “toda actividad, operación o proceso que genere o pueda generar emisiones de ruido al ambiente, incluyendo ruido proveniente de seres vivos” (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015, p. 60).

### 6.2.1 Fuente Fija de Ruido (FFR)

El Acuerdo Ministerial 097-A (A.M) establece que una FFR se considera un conjunto de fuentes de ruido dentro de los límites físicos y legales de bienes raíces ubicados en una ubicación fija o un lugar específico. Ejemplos de estas fuentes: metal mecánico, vehículos de lavado, fábricas, terminales de autobuses (AM 097-A, 2015, p. 60).

### 6.2.2 Fuente Móvil de Ruido (FMR)

Una FMR a cualquier vehículo de motor puede emitir ruido a su alrededor. Si la FMR está dentro de los límites de una FFR, se considerará una FER perteneciente a este último grupo (AM 097-A, 2015, p. 60).

## 6.3 Tipos de ruido

### 6.3.1 Según su exposición

Se establece las formas de exposición al ruido según el contexto en el que se produce y el propósito de la exposición de la persona, por tanto, clasifica al ruido en:

**8.3.1.1 Ocupacional.** Eventos ocasionales y en actividad laboral.

**8.3.1.2 Social.** De carácter deliberado, por ejemplo, cuando se acude a espacios que generen ruidos provenientes de equipos de amplificación de sonidos.

**8.3.1.3 Ambiental.** De carácter inconsciente e inevitable, ya que se genera por actividades humanas, tales como: la circulación vehicular, áreas industriales, comerciales y de animales (González, 2012, p. 131).

### **6.3.2 Según la normativa ambiental ecuatoriana**

El Ministerio del Ambiente del Ecuador, mediante su legislación establecida caracteriza al ruido en:

**8.3.2.1 Ruido específico.** “Es el ruido generado y emitido por una FFR o una FMR, es el que se cuantifica y evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma a través del LK<sub>eq</sub> (Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido)” (AM 097-A, 2015, p. 61).

**8.3.2.2 Ruido residual.** “Es el ruido que existe en el ambiente donde se lleva a cabo la medición en ausencia del ruido específico en el momento de la medición” (AM 097-A, 2015, p. 61).

**8.3.2.3 Ruido total.** “Es aquel ruido compuesto por el ruido específico y el ruido residual” (AM 097-A, 2015, p. 61).

**8.3.2.4 Ruido impulsivo.** “Ruido caracterizado por breves incrementos importantes de la presión sonora. La duración de un ruido impulsivo es generalmente inferior a 1s” (AM 097-A, 2015, p. 61).

## **6.4 Unidad de medida del sonido**

Debido a la variada percepción auditiva del sonido, se utiliza la unidad adimensional o también denominada escala logarítmica, decibel (dB), siendo ésta la más cercana a la actividad del oído. Cuando hablamos de la percepción auditiva del oído humano, nos referimos al decibelio A (dB).

### 6.4.1 Rango audible del sonido

El oído humano es capaz de percibir y soportar sonidos correspondientes a niveles de presión sonora de 0 a 120 dB. El nivel de ruido final se aproxima al llamado "umbral del dolor" (ver figura 2). A niveles de ruido más altos, pueden ocurrir daños físicos, como la ruptura del tímpano.

**Figura 2.**

*Representación del nivel de sonido en decibelios*



**Fuente:** (Organización Mundial de la Salud, 2001)

## 6.5 Presión sonora

Es la variación de la presión atmosférica producida en un punto de consecuencia de una onda sonora que se propaga a través del aire. Esta magnitud es la más usada en medida de ruidos, por ser medible directamente con dispositivos llamados sonómetros (Garrido, 1996, p. 29).

### 6.5.1 Nivel de Presión Sonora (L o NPS)

“Expresado en decibeles, es la relación entre la presión sonora siendo medida y una presión sonora de referencia” (Norma Técnica Libro VI, 2015, p. 417). Matemáticamente se define en la ecuación 1:

**Ecuación 1.***Nivel de presión sonora*

$$NPS = 20 \log_{10} \left[ \frac{PS}{20 * 10^{-6}} \right]$$

Donde PS es la presión sonora expresada en pascales (N/m<sup>2</sup>).

**6.5.2 Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq)**

“Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A (dBA), que, en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido” (Norma Técnica Libro VI, 2015, p. 418).

**6.5.3 Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido (LKeq)**

“Es aquel nivel de presión sonora que resulte de las correcciones establecidas en la presente norma” (Norma Técnica Libro VI, 2015, p. 418).

**6.5.4 Corrección por nivel de ruido de fondo**

Es la diferencia entre el nivel de presión sonora equivalente (NPSeq) con el valor de ruido de fondo de la FFR aplicado el factor de corrección presentado en la Figura 3, es decir, si la diferencia es de 10 o más, el NPSeq obtenido no se corrige, si la diferencia se encuentra en el rango de 6 a 9 se resta -1 del NPSeq, y así sucesivamente.

**Figura 3.***Corrección por nivel de ruido de fondo*

DIFERENCIA ARITMÉTICA ENTRE NPSEQ DE LA FUENTE FIJA Y NPSEQ DE RUIDO DE FONDO (DBA)	CORRECCIÓN
10 ó mayor	0
De 6 a 9	- 1
De 4 a 5	- 2
3	- 3
Menor a 3	Medición nula

**Fuente:** Tomado de la (Norma Técnica Libro VI, 2015, p. 424).

## 6.6 Niveles máximos de emisión de ruido

El nivel de presión sonora continua equivalente corregido (LKeq) obtenido de la evaluación de ruido emitido por una FFR, no podrá exceder los niveles que se fijan en la tabla 3 de acuerdo al uso del suelo en que se encuentre (AM 097-A, 2015, p. 61).

**Tabla 3.**

*Nivel máximo de emisiones de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido*

Uso de suelo	LKeq (dB)	
	Periodo Diurno 07:01 hasta 21:00 horas	Periodo Nocturno 21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	45
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	<p>Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación.</p> <p>Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.</p>	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	<p>La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.</p>	

**Fuente:** (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015, p. 62)

## 6.7 Zonas críticas

La Norma Técnica Libro VI (NT) define a las zonas críticas como aquellas “áreas aledañas a la parte exterior de la colindancia del predio de la fuente fija donde ésta produce

las mayores emisiones de energía acústica en forma de ruido. Se deberán identificar con las siglas ZC” (NT-Libro VI 2015, p. 4).

### **6.7.1 Clasificación de zonas críticas**

**7.7.1.1 Hospitalaria y Educativa.** Son los espacios donde las personas requieren ciertas condiciones de paz y tranquilidad en cualquier momento del día (NT-Libro VI 2015, p. 4).

**7.7.1.2 Residencial.** De acuerdo con las herramientas de planificación territorial, el uso de suelo permitido corresponde a las áreas residenciales, donde las personas necesitan descansar o dormir, por lo que la paz y la tranquilidad son esenciales (NT-Libro VI 2015, p. 4).

**7.7.1.3 Comercial.** Permite el uso comercial del suelo, es decir, un área donde la gente necesita hablar y esa conversación es necesaria para el desarrollo y denominación del suelo (NT-Libro VI, 2015, p. 4).

**7.7.1.4 Industrial.** El uso de la tierra es principalmente industrial y requiere la protección de las personas contra daños o pérdida de audición, pero la necesidad de diálogo es limitada (NT-Libro VI, 2015, p. 5).

**7.7.1.5 Mixtas.** Es el suelo junto con los tipos detallados anteriormente. Las áreas residenciales mixtas consisten principalmente en aplicaciones residenciales, pero también en actividades comerciales. El complejo comercial incluye suelo comercial básico, pero se puede verificar la existencia de fábricas o talleres, con limitaciones. Una zona industrial de uso mixto es un área donde predominan las propiedades inmobiliarias industriales, pero puede albergar actividades comerciales o residenciales (NT-Libro VI, 2015, p. 5).

## **6.8 Usos del suelo**

Se define como el destino asignado a los predios en relación con las actividades que serán desarrolladas sobre ellos. Estos deben sujetarse a la disposición del instrumento de planificación territorial correspondiente, el cual fija los parámetros, regulaciones y normas específicas para el uso, ocupación, edificación y habilitación del suelo en territorio (AM 097-A, 2015, p. 67).



Así se tiene los siguientes usos de suelo, del cual depende para conocer los límites permisibles de ruido para cada uso de suelo:

#### **6.8.1 Residencial (R1)**

Su objetivo principal es la habitación humana permanente. Los usos compatibles, las medidas adicionales y los usos dependientes de dicho uso están sujetos a las emisiones sonoras máximas para ese uso del suelo (AM 097-A, 2015, p. 67).

#### **6.8.2 Industrial (ID)**

Es el suelo enfocado al procesamiento, conversión, manejo y manipulación en la producción de bienes o productos significativos. Se clasifica como industrial 1, industrial 2, industrial 3 e industrial 4 (AM 097-A, 2015, p. 67).

#### **6.8.3 Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)**

Este uso de suelo corresponde a las actividades e instalaciones utilizadas para producir bienes y servicios adecuados a las necesidades cambiantes de la sociedad civil, como salud, educación, cultura, bienestar, entretenimiento y deportes (AM 097-A, 2015, p. 67).

#### **6.8.4 Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)**

El suelo es diseñado para administrar e intentar mantener su territorio y estructuras, como seguridad civil, servicios de administración pública, servicios funerarios, transporte, infraestructura (AM 097-A, 2015, p. 67).

#### **6.8.5 Uso comercio (CM)**

En él se desarrollan servicios y procesos de intercambio. En la naturaleza y el radio, en su impacto, puede integrar: comercio y barreras, servicios comerciales e industrias, servicios comerciales y regionales, comercio y servicios urbanos (AM 097-A, 2015, p. 67).

#### **6.8.6 Uso Agrícola residencial (AR)**

Comprende sitios residenciales, en conjunto o dispersos, que desarrollan actividades relaciones con la agricultura, ganadería, manejo forestal (AM 097-A, 2015, p. 67).

### **6.8.7 *Uso de Protección Ecológica (PE)***

Dentro de este uso de suelo, están integrado aquellos recursos pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, referente a los manglares, humedales, páramos (AM 097-A, 2015, p. 67).

### **6.8.8 *Uso Recursos Naturales (RN)***

Están integradas los lugares de gestión, excavación y procesamiento de elementos naturales renovables y no renovables (AM 097-A, 2015, p. 67).

### **6.8.9 *Uso múltiple (MT)***

Comprende dos o más usos de suelos antes detallados (AM 097-A, 2015, p. 67).

## **6.9 Equipos de medición**

### **6.9.1 *Sonómetro***

Se utiliza para determinar el nivel de presión sonora. Los sonómetros funcionan en decibelios y tienen una clasificación internacional (norma CEI 60651) en función de su precisión, de los cuales se clasifican en 4 por su precisión.

## **6.10 Contaminación por ruido ambiental**

En su Guía sobre ruido urbano, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que, a diferencia de otros problemas ambientales, la contaminación acústica aumenta constantemente y atrae cada vez más quejas de las personas. Este aumento insostenible con consecuencias negativas para la salud inmediatas y acumulativas, también afecta a las generaciones futuras y tiene implicaciones socioculturales, estéticas y económicas (Berglund et al, 1999, p. 1). Actualmente, el ruido ambiental catalogado como un contaminante más, resulta potencialmente peligroso por ser de bajo costo de producción, fácil liberación y dispersión por el medio elástico, cuyo origen proviene de las propias actividades diarias de los seres humanos y son los mismos que se ven perjudicados por sus efectos.

### **6.10.1 *Principales fuentes de ruido urbano***

Así mismo, la OMS identifica las principales fuentes de ruido en nuestras ciudades:

- Transporte (automóvil, aéreo y ferroviario)
- Actividades industriales y comerciales,
- Construcción de edificios e infraestructura.
- Hogar (equipo instalado en la casa) y
- Entretenimiento (Berglund et al, 1999, pp. 1-2)

### **6.10.2 Efectos en la salud**

Según la OMS los problemas de salud relacionados con el ruido incluyen:

#### **6.10.2.1 Efectos sobre la audición.**

**7.10.2.1.1 Deficiencia auditiva.** Se define como un aumento del umbral auditivo que puede ir acompañado de murmullos. En todo el mundo, la pérdida de audición es el riesgo laboral irreversible más común, con aproximadamente 120 millones de personas que sufren problemas de audición. No solo el ruido ocupacional, sino el ruido ambiental es un factor que aumenta el riesgo de daño auditivo en los países en desarrollo. El nivel de ruido permisible para adultos expuestos al ruido en el lugar de trabajo es de 140 dB y se estima que el mismo límite se aplica al ruido ambiental y recreativo (Berglund et al, 1999, pp. 1-2).

**7.10.2.1.2 Interferencia en la comunicación oral.** Un nivel de presión de sonido ruidoso normal es de alrededor de 50 dBA, y un nivel de ruido de 35 dBA o más puede interferir con la comunicación verbal en espacios más pequeños (Berglund et al, 1999, p. 3).

#### **6.10.3 Efectos sobre el sueño**

Para garantizar un descanso adecuado, el nivel de ruido de fondo continuo equivalente no debe superar los 30 dBA y deben evitarse niveles de ruido individuales superiores a 45 dBA. El segundo impacto que llega tarde, en la mañana o al día siguiente es la reducción de la calidad del sueño, fatiga, depresión y la disminución del rendimiento diario (Berglund et al, 1999, p. 4).

#### **6.10.4 Efectos sobre las funciones fisiológicas**

Después de una exposición prolongada, las personas susceptibles pueden experimentar efectos permanentes, como presión arterial alta y enfermedades cardíacas. Los trabajadores que están expuestos a altos niveles de ruido industrial durante 5 a 30 años a menudo tienen

presión arterial alta y corren un mayor riesgo de desarrollar presión arterial alta. La exposición a largo plazo a LAeq, el ruido de la carretera con un valor diario de 65-70 dBA también puede afectar el sistema cardiovascular (Berglund et al, 1999, p. 4).

#### ***6.10.5 Efectos sobre la salud mental.***

El ruido ambiental no causa directamente enfermedades mentales, pero se cree que acelera y exacerba el desarrollo de trastornos mentales subyacentes. La exposición a altos niveles de ruido en el lugar de trabajo se asocia con el desarrollo de neurosis, pero los resultados sobre la relación entre el ruido ambiental y los efectos sobre la salud mental no son concluyentes. Sin embargo, la investigación sobre el uso de sustancias como tranquilizantes y pastillas para dormir, los síntomas psiquiátricos y las tasas de hospitalización psiquiátrica muestran que el ruido de la ciudad puede afectar negativamente a la salud mental (Berglund et al, 1999, p. 4).

#### ***6.10.6 Efectos sobre el rendimiento***

Entre los efectos de conciencia de la persona más afectada por el ruido están: la lectura, la resolución de problemas y el recuerdo, pudiendo actuar como un estímulo de dispersión y el ruido repentino puede causar efectos de inestabilidad debido a la respuesta de la alarma o causar inconvenientes y errores en el trabajo como incidentes o accidentes laborales (Berglund et al, 1999, p. 5).

#### ***6.10.7 Efectos sociales y sobre la conducta***

El ruido puede tener diferentes efectos sociales y de comportamiento, además de ser ofensivo por encima de 80 dBA también reduce las actitudes cooperativas y aumenta la agresión (Berglund et al, 1999, p. 6).

### **6.11 Mecanismos de control del ruido urbano**

Los mapas de ruido juegan un papel importante en la difusión del problema, pero no es suficiente para controlar el ruido ambiental y es necesario mejorar la planificación urbana a través del plan de acción para las áreas de concentración y las vías principales, el gran eje ferroviario, entre otros. Un concepto más complejo es la planificación acústica, que incluye la planificación del uso del suelo, la ingeniería del sistema de gestión del tráfico, la planificación

del tráfico, la reducción del ruido mediante el aislamiento acústico y las medidas de supresión del ruido en la fuente (García y Garrido, 2003).

### **6.11.1 Mapa de ruido**

También conocidos como mapas de nivel de sonido, están compuestos por líneas isofónicas basados en los niveles de ruido medidos y corregidos en los puntos de recepción en toda el área de estudio con anticipación para determinar la calidad del sonido de la ciudad (NT-Libro VI, 2015, p. 3). Además, los mapas acústicos caracterizan dos condiciones: temporalidad y espacialidad.

#### **6.11.1.1 Nivel de sonoridad: escala de fonios y líneas isófonas.**

“Se entiende por isófona a la curva que representa un nivel de ruido constante medido a lo largo de una zona de estudio, en forma simultánea y en continuo” (NT-Libro VI, 2015, p. 3).

### **6.11.2 Plan de minimización del ruido ambiental**

El objetivo de cualquier plan de acción contra el ruido es reducir la población expuesta a la contaminación acústica. Mejorar su calidad de vida logrando un «paisaje acústico urbano» compatible con la actividad propia en la ciudad, con los usos y costumbres de la ciudadanía y que sea sinónimo de confort y no generador de molestia y de diversos problemas de salud (Vida, 2013, p. 15).

**7.11.2.1 Medidas de mitigación.** Estas son medidas y/o actividades para reducir la intensidad y el impacto ambiental debido al proyecto y/o la actividad humana, en cualquiera de sus etapas.

**7.11.2.2 Gestión del ruido.** El enfoque de la contaminación sonora como un problema de salud pública ha recuperado importancia en el último año por la declaración de la OMS, que refiere los años de vida sana que se pierden anualmente en Europa a causa del ruido de tráfico.

Una limitante en la gestión del ruido es el manejo de influencias, el abuso de poder, la corrupción, la falta de compromiso para hacer cumplir la ley, la falta de seguimiento entre las autoridades competentes y los infractores ante la incapacidad de sus víctimas, situación que se

presenta frecuentemente en diversos esquemas no sólo para la atención a denuncias por ruido (Orozco y González 2015, p. 133). En el caso de Ecuador, la falta de inversión en proyectos ambientales y decadencia en políticas públicas ahonda más cualquier problemática socioambiental.

Otros aspectos más generales deben señalarse con mayor importancia, por ejemplo, definición de umbrales para determinar un nivel de protección uniforme para cada sitio, niveles de ruido ambiental más estrictos, es decir, ruido diurno en función de los valores de protección recomendados por la Organización Mundial de la Salud de 55 y 50 decibelios por la noche, mientras que la ley ecuatoriana permite un máximo de 60 decibelios durante el día y 50 decibelios por la noche en zonas comerciales.

## **7 MARCO LEGAL**

El presente proyecto de investigación se fundamentó principalmente en la siguiente base legal:

### **7.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)**

Capítulo segundo de los Derechos del Buen Vivir, sección segunda del Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (Sumak Kawsay). Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

### **7.2 Código Orgánico del Ambiente (2017)**

Art. 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y

Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional:

10. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido.

Art. 194.- Del ruido y vibraciones. La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con la Autoridad Nacional de Salud, expedirá normas técnicas para el control de la contaminación por ruido, de conformidad con la ley y las reglas establecidas en este Código.

### **7.3 Código Orgánico Integral Penal (2014)**

Art. 392.- Contravenciones de tránsito de séptima clase. - Será sancionado con multa equivalente al cinco por ciento de un salario básico unificado del trabajador general y reducción de uno punto cinco puntos en su licencia de conducir:

1. La o el conductor que use inadecuada y reiteradamente la bocina u otros dispositivos sonoros contraviniendo las normas previstas en los reglamentos de tránsito y demás normas aplicables, referente a la emisión de ruidos.

### **7.4 Ley Orgánica de la Salud (2006)**

Capítulo tercero, Calidad del aire y de la contaminación acústica

Art. 111.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con la autoridad ambiental nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual. Todas las personas naturales y jurídicas deberán cumplir en forma obligatoria dichas normas.

Art. 112.- Los municipios desarrollarán programas y actividades de monitoreo de la calidad del aire, para prevenir su contaminación por emisiones provenientes de fuentes fijas, móviles y de fenómenos naturales. Los resultados del monitoreo serán reportados periódicamente a las autoridades competentes a fin de implementar sistemas de información y prevención dirigidos a la comunidad.

Art. 113.- Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo

dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la salud humana.

## **7.5 Normas Internacionales**

Las normas internacionales son fundamentales porque se aplican de forma directa o a su vez porque sirven de base legal o de referencia para la elaboración y aplicación de normas nacionales. Existen dos organismos internacionales de normalización principales, los cuales son la Organización Internacional de Normalización (ISO) que se encarga del desarrollo de metodologías que permitan definir procedimientos para la comparación de resultados, por otro lado, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) que se encarga de la instrumentación para la medición, su objetivo principal diseñar instrumentos compatibles entre sí y que puedan intercambiarse sin pérdida significativa de precisión de los datos.

### **7.5.1 Comisión electrotécnica Internacional (IEC 61672)**

La norma "IEC 61672, Electroacústica. Sonómetros" (disponible en español) es la norma internacional que deben cumplir los sonómetros para, a su vez, cumplir la mayoría de los reglamentos modernos. Especifica "tres tipos de instrumentos de medición del sonido": sonómetros "convencionales", sonómetros integradores-promediadores y sonómetros integradores. La norma consta de tres partes:

Parte 1: Especificaciones: define las prestaciones y la funcionalidad de los sonómetros de clase 1 y 2.

Parte 2: Ensayos de evaluación de modelo: proporciona detalles sobre los ensayos necesarios para verificar la conformidad con todas las especificaciones obligatorias que figuran en la norma IEC 61672-1. Es de utilidad para los laboratorios de ensayos que se encargan de garantizar que los instrumentos cumplen efectivamente lo que declaran los fabricantes.

Parte 3: Ensayos periódicos: describe los procedimientos de los ensayos a los que se deben someter periódicamente los sonómetros que cumplen los requisitos de clase 1 o clase 2 de la norma IEC 61672-1.

Esta norma define la terminología básica, incluidos los parámetros de evaluación de niveles más importantes, y describe las mejores prácticas para evaluar el ruido ambiental.



### **7.5.2 Organización Internacional de Normalización (ISO 1996)**

La norma ISO 1996 "Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental" es una norma básica para la evaluación del ruido ambiental. Se considera una norma de referencia en la materia, y muchas normas y reglamentos regionales se basan en ella.

La norma ISO 1996 se divide en dos partes:

Parte 1 2016: Magnitudes básicas y procedimientos de evaluación

Parte 2 2017: Determinación de niveles de presión sonora.

### **7.6 Acuerdo 097-A. Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria en Medio Ambiente (2015)**

En el anexo 5. Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles de ruido, se detalla el marco legal aplicable a la investigación, los cuales son:

Art. 4.1 Niveles máximos de emisión de ruido.

Art. 4.1.1. El nivel de presión sonora continua equivalente corregido,  $L_{K_{eq}}$  en decibeles, obtenido de la evaluación de ruido emitido por una FFR, no podrá exceder los niveles que se fijan en la Tabla 1, de acuerdo al uso del suelo en que se encuentre.

Art. 4.1.2 Evaluación de las fuentes fijas de ruido

Para la respectiva evaluación de las fuentes fijas de ruido esta norma establece el cumplimiento de los siguientes pasos:

- Realización de una evaluación ambiental base de ruido
- Cumplimiento de la metodología para la medición, cuantificación y determinación del nivel de ruido para una fuente fija de ruido
- Cumplimiento de la metodología para determinar los niveles de ruido específico.

**7.7 Ordenanza Provincial Sustitutiva: que regula la acreditación en todos los procesos relacionados con la prevención, control y seguimiento ambiental, el ejercicio de la potestad sancionadora y reparación integral (2021)**

Artículo 6.- Control provincial. - En el marco de la competencia de gestión ambiental corresponde al Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo, enmarcado en la normativa ambiental nacional, ejercer las siguientes actividades de control de incidencia provincial:

4. Controlar el cumplimiento de la aplicación de las normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire, ruido.
5. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes en agua, suelo, aire y ruido.(GAD Provincial de Napo, 2021)

**7.8 Ordenanza Municipal que regula y controla la contaminación por ruido generada por fuentes fijas y móviles del cantón Tena (2006)**

Art.14. De los ruidos producidos por vehículos automotores. – Son los ruidos y vibraciones producidas por automotores a Diesel gasolina u otro combustible. Para su control se tomará en cuenta los parámetros contemplados en el Instructivo General de Aplicación.

Art.15. De los ruidos en el ambiente interior y exterior de departamentos y locales en general. - Se prohíbe la emisión de ruidos o sonidos provenientes de equipos de amplificación u otros desde el interior y exterior de locales destinados entre otros usos; para viviendas, comercio, servicios, talleres, fábricas, discotecas, salas de baile y cualquier fuente fija, con niveles que sobrepasen los límites determinados en el Instructivo General de Aplicación.

## **8 VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA CIENTÍFICA**

¿La evaluación del nivel del ruido ambiental en el Terminal Terrestre Interprovincial de la ciudad del Tena permitirá identificar la existencia de contaminación acústica en el área de estudio?

## 9 METODOLOGÍA

### 9.1 Tipo de investigación

La investigación corresponde a la categoría de no exploratoria, debido a la existencia de un proyecto de investigación previo del año 2016, sin embargo, las condiciones y factores actuales que influyen en los niveles de ruido son diferentes, tales como: el crecimiento comercial, vehicular y demográfico de la ciudad, convirtiéndose en una problemática en ascenso, con consecuencias irreversibles en la salud humana.

#### *9.1.11 Investigación bibliográfica*

Mediante este tipo de investigación se recopiló antecedentes para el desarrollo del presente proyecto de investigación, las consultas web, libros digitales, tesis de pregrado, artículos y revistas científicas constituyeron el sustento para la fundamentación científico-técnica de conceptos y definiciones, lo que permitió aclarar los conocimientos previos de la terminología utilizada en la investigación.

#### *9.1.12 Investigación de campo*

Esta investigación permitió ejecutar la actividad más importante dentro del estudio, monitorear el nivel de ruido ambiental en puntos específicos del Terminal Terrestre de Tena, utilizando un sonómetro integrador tipo II previamente calibrado y siguiendo los lineamientos que establece la norma ambiental vigente para la determinación de los puntos de monitoreo y metodología de muestreo.

### 9.2 Métodos

#### *9.2.1 Método descriptivo*

Para evaluar el nivel del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena se inició por establecer la línea base de ruido ambiental, la cual partió de la identificación de la zona de estudio, la caracterización de las fuentes emisoras de ruido interno y externo, el desarrollo de una entrevista semiestructura aplicada a la administración del Terminal para obtener información sobre su operatividad y encuestas a la población de interés para recopilar información sobre horarios, días de mayor emisión de ruido y los efectos en la salud. Posterior, basados en la metodología para la medición de fuentes fijas y móviles de ruido

establecida en el Acuerdo Ministerial 097-A 2015, se monitoreó el ruido ambiental utilizando un sonómetro clase II previamente calibrado. Para el análisis de los resultados obtenidos y su comparación con los valores límites permisibles estipulados en la norma antes mencionada, se utilizó la herramienta de Excel. Finalmente, para la representación de los niveles de ruido se empleó el programa de información geográfica ArcGis, generando mapas acústicos temporales, además, se diseñó un Plan de Mitigación del ruido ambiental con tres subplanes para su control.

### **9.2.2 *Método comparativo***

Con los datos resultantes y corregidos del monitoreo de ruido, se comparó con el valor máximo establecido como límite permisible en la norma ambiental, Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 5. Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles de ruido, Tabla 1.

## **9.3 Técnicas**

### **9.3.1 *Observación directa***

Esta técnica se empleó durante el desarrollo de la fase de campo de la investigación, para el establecimiento de la línea base de ruido ambiental, que parte desde la identificación al área de estudio, la descripción de las fuentes emisoras de ruido interno y externo, la cuantificación de vehículos que circulan por las calles y avenidas de la periferia del Terminal Terrestre en horas pico y sirvió para el diseño de las medidas contenidas en el plan de mitigación del ruido.

### **9.3.2 *Entrevista***

Se realizó una entrevista semiestructurada con la Lic. Rosa Mosquera, quién forma parte de la administración del Sindicato de Choferes Profesionales de Napo, institución que construyó y actualmente lleva adelante la gestión del Terminal Terrestre de Tena, con el objetivo de recopilar información sobre la operatividad del mismo, tal como: el número de trabajadores, número de locales comerciales y trabajadores de los mismos, unidades de transporte de cada cooperativa y frecuencia del mantenimiento de las mismas, uso y gestión del suelo de la FFR, entre otras.

### 9.3.3 Encuesta

Se diseñó y aplicó una encuesta para recopilar información sobre el ruido, como: los días y horarios de mayor emisión de ruido, conocimiento sobre los efectos en la salud de la exposición a altos niveles de ruido en horarios prolongados, datos que sirvieron para establecer la línea base de ruido ambiental. Se utilizó el método de muestreo no probabilístico por conveniencia, es decir, se encuestó a las personas cercanas a las fuentes emisoras de ruido, quienes están expuestas diariamente a niveles de ruido superiores al valor máximo de 60dBA, por lo que, de la población de interés se calculó el tamaño de la muestra a encuestar con la siguiente ecuación 2 planteada por (Murray y Larry, 2009).

#### Ecuación 2.

*Cálculo de la muestra.*

Compilado y adaptado por: (Navarro, 2018)

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

n: tamaño muestral

N: tamaño de la población

Z es el coeficiente de confiabilidad. Por lo general, suele utilizarse una confiabilidad de 95%, por lo que  $Z = 1.96$ . Este refiere al valor correspondiente a la distribución de gauss,  $z_{\alpha} = 0.05 = 1.96$  y  $z_{\alpha} = 0.01 = 2.58$ .

p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse ( $p = 0.5$ ).

q:  $1 - p$

i = E =: error que se prevé cometer si es del 10 %,  $i = 0.1$

## 9.4 Instrumentos

Para el monitoreo del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena se solicitó mediante oficio, la prestación del equipo de monitoreo de ruido a la Dirección de Gestión y

Control Ambiental del GAD Municipal de Tena, mismo que tuvo una respuesta favorable (ver anexo 1), por tanto, el equipo de monitoreo de ruido utilizado contiene los siguientes componentes:

- Sonómetro marca Cirrus, modelo CK 382, serie SH01009, clase 2
- Calibrador marca Cirrus, modelo CK 382, serie PTB-1.61 -4028829
- Cargador marca Cirrus, modelo CK 382, serie 6607044-5M
- Impresora de datos de medición marca Cirrus, modelo CK 382, serie RD-UV32-SN\_n1r5udjv1
- Maletín porta equipos
- Trípode de sonómetro (ver anexo 10)

Además, en el oficio se solicitó el certificado de calibración del equipo de monitoreo de ruido para que los resultados obtenidos sean fiables, la certificación se adjunta en el anexo 3.

Para el muestreo, las condiciones fueron:

- Altura del trípode de 1.5 m desde el suelo.
- El micrófono del sonómetro siempre direccionado hacia la fuente emisora de ruido con una inclinación de 45 a 90 grados.
- Se mantuvo una distancia de al menos 1 metro del equipo.

## **9.5 Ubicación del área de estudio**

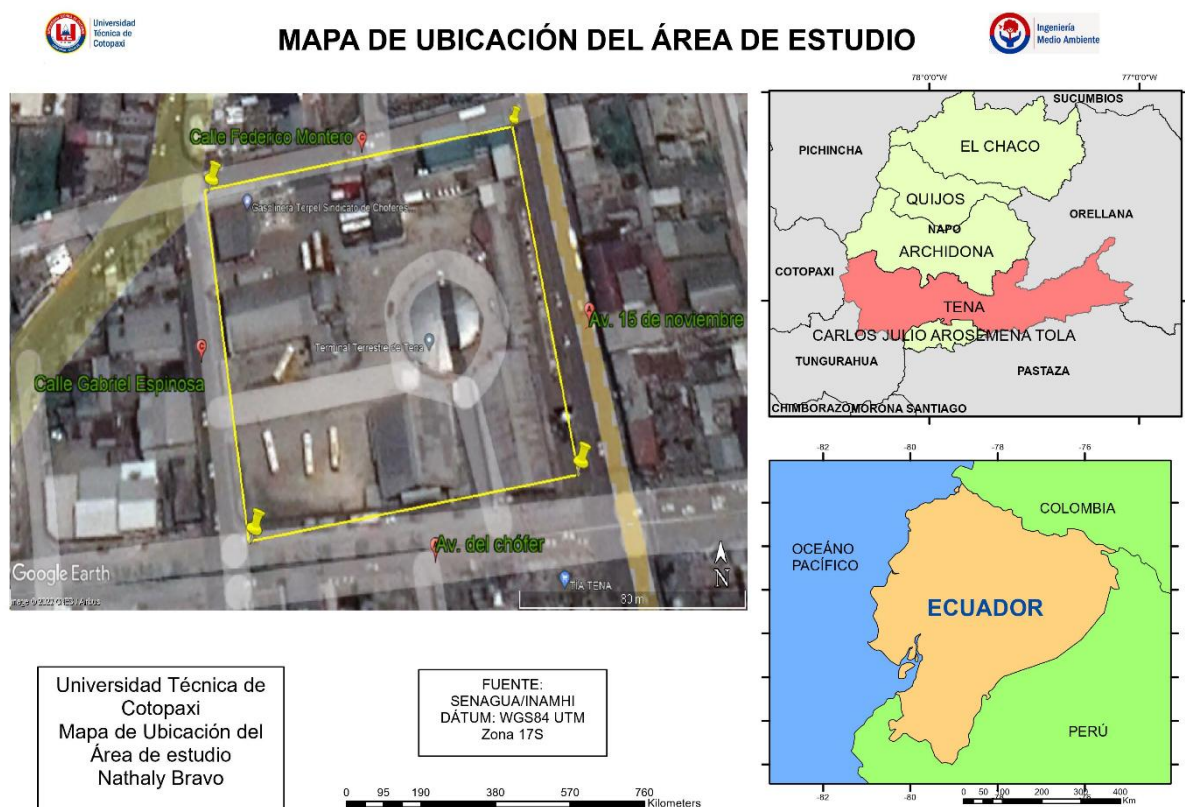
En base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, la ciudad de Tena se ubica en la parroquia urbana de Tena perteneciente al cantón Tena. Está en un rango altitudinal de entre los 800 – 4840msnm y posee los siguientes límites cantonales:

- Norte: Archidona y Loreto (Orellana)
- Sur: Arosemena Tola, Baños (Tungurahua) y Arajuno (Pastaza)
- Este: Orellana (Orellana)
- Oeste: Latacunga (Cotopaxi), Salcedo (Cotopaxi) y Baños (Tungurahua) (PDYOT Tena, 2021, p. 455)

El Terminal Terrestre de Tena se ubica al sur de la ciudad, en una zona altamente comercial, ocupa una manzana o cuadra completa de la ciudadela del chófer, posee un área aproximada de 13.770m<sup>2</sup> y está sobre las principales avenidas de Tena, la avenida 15 de noviembre (al este) y la avenida del chófer (al sur), sus calles secundarias son Federico Montero (al norte) y Gabriel Espinosa (al oeste) (ver Figura 4).

**Figura 4.**

*Ubicación del área de estudio*



**Fuente:** Google Earth  
**Elaborado por:** Grey Bravo

## 9.6 Procedimiento para el monitoreo del ruido en el Terminal Terrestre

La metodología utilizada en la presente investigación se basa en los lineamientos establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A del Ministerio del Ambiente, Reforma al libro IX del TULSMA, Anexo 5. Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles de ruido (Registro Oficial 387 del 4 de noviembre de 2015).

### **9.6.1 Caracterización de las fuentes emisoras de ruido (FER's)**

Para las FER's internas se reportó lo siguiente:

- Tipo de establecimiento: restaurant, juguería, bazar, peluquería, etc.
- Detalle de las FER's
- Horarios de funcionamiento

Para las FER's externas se reportó lo siguiente:

- Cuantificación de vehículos que circulan por la periferia del Terminal Terrestre en horas pico de lunes a sábado. El día domingo no se consideró tanto para el monitoreo de ruido y conteo vehicular, debido al poco movimiento al interior del Terminal como se reflejan en los resultados de las encuestas y la poca circulación de automotores en la zona.
- Caracterización de tipos vehículos con mayor circulación por la periferia del Terminal Terrestre.

### **9.6.2 Determinación de los puntos de monitoreo**

Para determinar los puntos de monitoreo se tomó en cuenta lo siguiente:

Ruido específico

- Delimitación del área de estudio.
- Puntos críticos de afectación (PCA) determinados en la línea base de ruido ambiental.
- Sitios y momentos donde la FFR emita los NPS más altos en el perímetro exterior (fuera del lindero), determinados por la inspección.
- La norma ambiental vigente no establece un límite de puntos de monitoreo, sin embargo, recomienda muestrear en aquellos puntos críticos de afectación (PCA) cercanos a la FFR, y considerando los NPS más altos emitidos en su perímetro exterior.
- Con ese antecedente, la determinación de los puntos de monitoreo se distribuyó sistemáticamente mediante el método de malla, rejilla o cuadrícula, donde los puntos de monitoreo son los PCA cercanos a la FFR; el método



consiste en dibujar una cuadrícula sobre el área de estudio, de la cual, los puntos que se formen producto del cruce de líneas verticales y horizontales corresponden a los puntos de monitoreo del ruido ambiental.

#### Ruido residual en el momento de la medición

- Las mediciones del ruido residual se tomaron en los mismos puntos de monitoreo para el ruido total y se utilizó el mismo método de medición, es decir, se reportaron 5 muestras de 15 segundos en cada punto, como lo establece la norma.
- Se midió el ruido residual de tal manera que este influya mínimamente en el ruido total, direccionando el micrófono del sonómetro hacia la fuente fija de ruido en el momento de la medición del ruido total.

#### **9.6.3 Criterios para los puntos de medición**

Para el punto de medición se consideró al menos, 3 metros de distancia de superficies reflectantes del ruido como paredes u objetos.

#### **9.6.4 Horarios de monitoreo del ruido específico y residual**

El monitoreo de ruido específico se realizó cuando la FFR se encontró normalmente en funcionamiento y en los horarios en los que la FFR emite los NPS más altos, determinados por los resultados de las encuestas aplicadas a la población de interés (trabajadores y arrendatarios), por lo que, los horarios de mayor emisión de ruido son: en la mañana de 8:00-9:00am; al medio día de 13:00-14:00pm y en la tarde de 17:00-18:00pm, así mismo, para el monitoreo del ruido residual o de fondo, el cual se ejecutó en el mismo momento de la medición del ruido específico.

#### **9.6.5 Método de monitoreo**

Se utilizó el método Leq 15s, en este método se toman y reportan un mínimo de 5 muestras de 15 segundos cada una, para cada punto de monitoreo determinado.

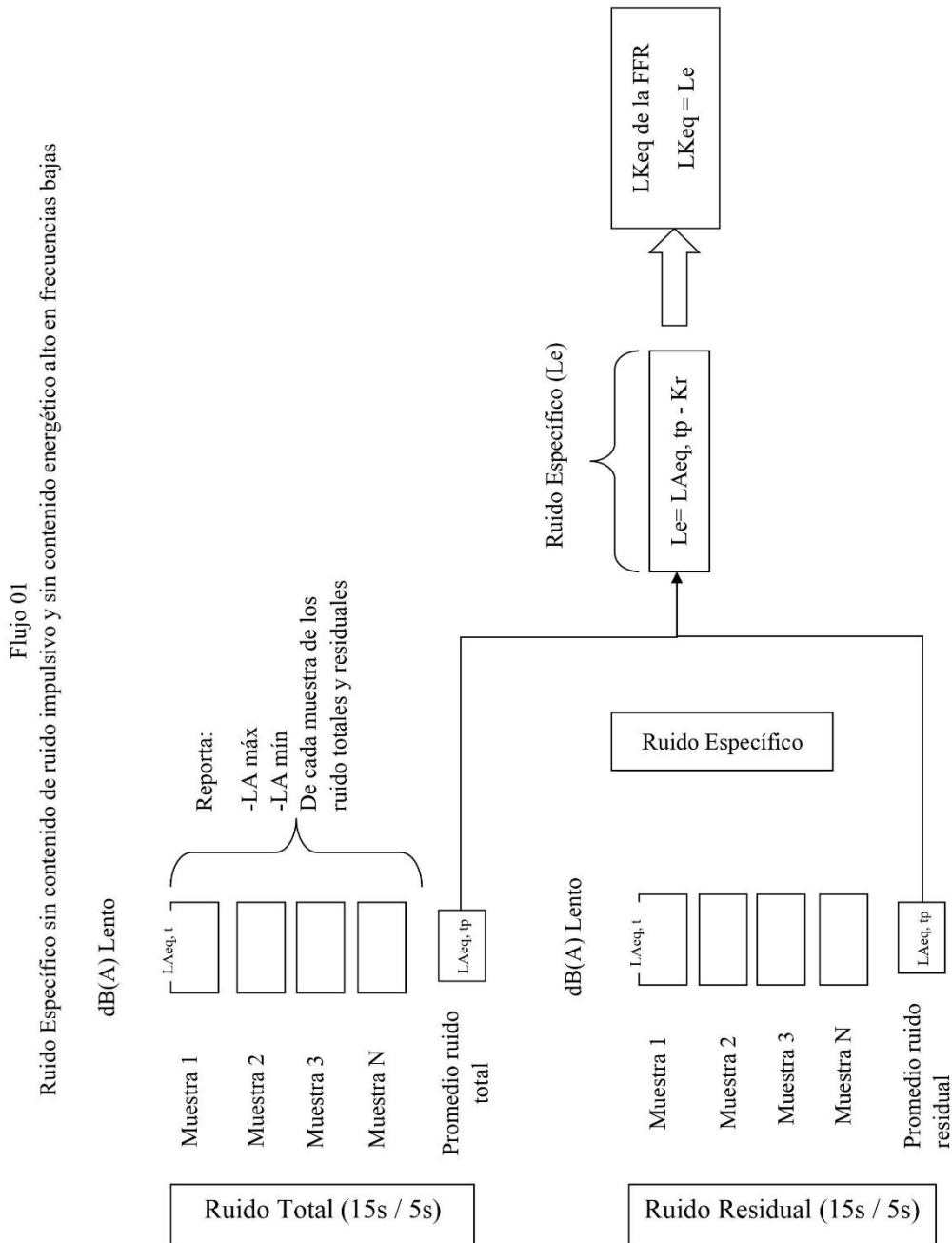
#### **9.6.6 Protocolo de monitoreo**

Se utilizó el protocolo de monitoreo establecido en el Anexo 5. Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles de ruido, del

Acuerdo Ministerial 097-A, correspondiente al flujo 01. Ruido específico sin contenido de ruido impulsivo y sin contenido energético alto en frecuencias bajas (ver figura 5).

**Figura 5.**

*Protocolo de monitoreo*



**Fuente:** Tomado del (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015, p. 69)

El protocolo consistió en obtener el promedio del ruido total y residual de 5 muestras de 15 segundos cada una, de todos los puntos monitoreados. Para el ruido total se reportaron

los niveles de presión sonora NPS, los máximos (LAmáx) y mínimos (LAmin), posterior, de la diferencia del ruido total y residual se aplicó el valor de corrección de la figura 3. Corrección por nivel de ruido de fondo. Ese resultado obtenido, denominado nivel de presión continuo equivalente corregido (LKeq) se compara con el límite permisible de la norma ambiental.

#### **9.6.7 Consideraciones para validar las muestras**

Para validar la serie de muestras obtenidas se aplicó una resta entre los extremos de la serie, la norma establece su validez siempre y cuando el resultado sea menor o igual a 4dBA, caso contrario, se deberá repetir la serie de muestras en el punto.

#### **9.6.8 Condiciones ambientales**

Las mediciones se efectuaron en condiciones climáticas favorables, evitando fenómenos meteorológicos adversos que puedan afectar el proceso de medición y los niveles de presión sonora, por ejemplo: presencia de lluvias, truenos, etc. Durante el muestreo, el micrófono se mantuvo protegido contra el viento utilizando una esponja protectora y las mediciones se desarrollaron solamente cuando la velocidad del viento fue igual o menor a 5 m/s como lo establece la norma.

#### **9.6.9 Plan de línea base de ruido y monitoreo ambiental**

Se elaboró y siguió los siguientes cronogramas de actividades contenidos en las tablas 4 y 5, para establecer la línea base de ruido y el desarrollo del monitoreo ambiental respectivamente. Con el objetivo garantizar una buena planificación y organización durante el desarrollo del proyecto de investigación en cuanto a fechas y horarios.

**Tabla 4.**

*Plan de línea base de ruido ambiental*

LINEA BASE DE RUIDO AMBIENTAL				
1. Recorrido del área de estudio				
Fecha	Ubicación	Día	Horario	Duración
Del 13- 15/12/2021	Terminal Terrestre	Lunes, martes y miércoles	9:00-11:00am	6 horas
2. Ejecución de la entrevista				
Fecha	Ubicación	Día	Horario	Duración

16/12/2021	Oficina administrativa del Terminal Terrestre	Jueves	9:00 – 10:00am	1 hora
------------	--------------------------------------------------------	--------	----------------	--------

### 3. Aplicación de encuestas

Fecha	Ubicación Instalaciones	Día	Horario	Duración
17/12/2021	del Terminal Terrestre	Viernes	9:00am – 13:00pm	4 horas

### 4. Conteo de vehículos

Fecha	Ubicación	Día	Horario	Duración
20/12/2021	Av. 15 de noviembre	Lunes	8:00 – 9:00am	1 día
			13:00 – 14:00pm	
			17:00 – 18:00pm	
21/12/2021	Av. Del chófer	Martes	8:00 – 9:00am	1 día
			13:00 – 14:00pm	
			17:00 – 18:00pm	
22/12/2021	Calle Gabriel Espinosa	Miércoles	8:00 – 9:00am	1 día
			13:00 – 14:00pm	
			17:00 – 18:00pm	
23/12/2021	Calle Federico Monteros	Jueves	8:00 – 9:00am	1 día
			13:00 – 14:00pm	
			17:00 – 18:00pm	
24/12/2021	Av. 15 de noviembre	Viernes	8:00 – 9:00am	1 día
			13:00 – 14:00pm	
			17:00 – 18:00pm	
25/12/2021	Av. Del chófer	Sábado	8:00 – 9:00am	1 día
			13:00 – 14:00pm	
			17:00 – 18:00pm	

---

**Elaborado por:** Grey Bravo

**Tabla 5.***Plan de monitoreo ambiental de ruido*

MONITOREO AMBIENTAL DE RUIDO				
Fecha	Ubicación	Día	Horario	Duración
03-04-05- 06-07-08-09 de enero del 2022	Puntos internos y externos del Terminal Terrestre	Lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado.	8:00 – 9:00am 13:00 – 14:00pm 17:00 – 18:00pm	6 días

**Elaborado por:** Grey Bravo**9.6.10 Diseño no experimental**

La presente investigación corresponde la categoría no experimental, ya que se observó el fenómeno o acontecimiento, en este caso, al ruido ambiental en su contexto natural, se evaluó el nivel de ruido ambiental y su influencia en la calidad acústica urbana y en la salud de los trabajadores y de la población en general, por tanto, el evaluador no modificó ni manipuló ninguna variable que pudiera alterar los resultados.

Se utilizó la ecuación 3 a la 6 establecidas en la norma para el cálculo de los NPSeq de una fuente fija de ruido.

Nivel de Presión Sonora Equivalente NPSeq, promedio de las muestras (promedio logarítmico)

**Ecuación 3.**

*Nivel de presión sonora continua equivalente.* (AM 097-A, 2015)

$$L_{eq}^{PROM} = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \times (10^{0.1L_{eq}n1} + 10^{0.1L_{eq}n2} + \dots + 10^{0.1L_{eq}nn}) \right]$$

La ecuación 3 se empleó para el cálculo de los promedios logarítmicos de cada serie de muestreos, tanto para el ruido específico como para el ruido residual o de fondo que se llevó a cabo en el mismo momento de la medición, direccionando el micrófono hacia la fuente fija, evitando que el ruido total pueda influir en el de fondo.

Le= ruido específico

$$\text{Ruido específico} = \text{ruido total} - K$$

Dónde:

K= corrección por ruido residual, según sea el caso, K puede ser Kr.

Para la corrección del ruido específico debido a la contribución por ruido residual K, se utiliza la ecuación 4:

#### **Ecuación 4.**

*Corrección del ruido específico por ruido residual.* (AM 061, 2015).

$$K = -10 \log (1 - 10^{-0,1\Delta L})$$

Dónde:

$\Delta L$ = Ruido total promedio – Ruido residual promedio

$\Delta L$  puede ser:

$\Delta L_r = L_{Aeq, tp} - L_{Aeq, rp}$  (se utiliza para calcular Kr)

El valor de diferencia de nivel ( $\Delta L$ ) es válido solo si es igual o mayor a 3 dB.

a) Contribución del ruido residual (Constante Kr)

Se utiliza la corrección por ruido residual para el caso de mediciones del LAeq.

Basados en la guía y procedimiento de medida del ruido de actividades en el interior de edificios de la Asociación Española para la Calidad Acústica (AECOR), se utilizó la ecuación 5.

#### **Ecuación 5.**

*Resta energética de decibeles.* (AECOR, 2007)

$$\Delta L_r = 10(\log_{10} \frac{L_{total}}{10}) - (\log_{10} \frac{L_{residual}}{10})$$

### **Ecuación 6.**

*Contribución del ruido residual (constante Kr). (AM 061, 2015)*

$$Kr = -10 \log (1 - 10^{-0,1\Delta L})$$

En relación a lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097-A, cuando el ruido específico (LAeq,tp) es más alto que el ruido residual (LAeq,rp), la corrección Kr da una reducción máxima de tres decibeles del ruido total. En estos casos la FFR puede aceptar que el ruido total es el ruido específico y de esa manera evitar realizar mediciones de ruido residual.

#### **9.6.11 Elaboración de los mapas de ruido ambiental**

Para la esquematización de los niveles de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena mediante el programa de Información Geográfica ArcGis se siguió los siguientes pasos:

- Obtención de la imagen satelital de Google Earth
- Georreferenciación de la imagen satelital con las coordenadas en el sistema UTM WGS84 Zona 18 sur (zona correspondiente a la región amazónica).
- Cargar el archivo Excel con los puntos de monitoreo
- Subir la tabla de Excel de los datos resultantes del monitoreo al programa ArcGis.
- Interpolar los datos con la herramienta de análisis espacial IDW (Distancia Inversa Ponderada)
- Clasificar los rangos de niveles de ruido utilizando la herramienta Classify, los rangos dependerán de los niveles de ruido para cada horario: mañana, medio día y tarde.
- Generar las curvas isófonas de ruido y añadir el nivel de ruido a las curvas.
- Añadir al mapa de ruido elementos complementarios para facilitar su comprensión: mapa de ubicación, leyenda, escala, cuadrícula, brújula y datos generales de información.

### ***9.6.12 Propuesta del plan de mitigación para el control del ruido ambiental***

Las medidas y/o actividades establecidas en el plan de mitigación se diseñaron a partir de los resultados obtenidos y la observación directa en campo durante el proceso de monitoreo. Por tanto, las medidas son aplicables a la zona, factibles, de baja inversión y evidentemente requieren de esfuerzo y organización por parte de la administración del SCHPN.

## **10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

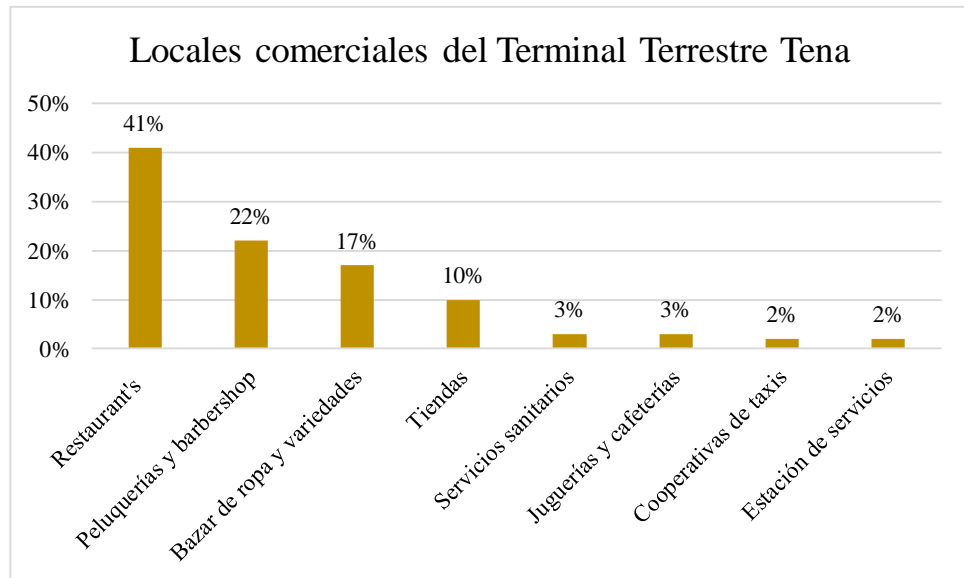
### **10.1 Objetivo 1: Establecer la línea base de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena**

Previo a las actividades de la fase de campo se solicitó la debida autorización para el desarrollo del presente proyecto de investigación al Sindicato de Choferes Profesionales de Napo (SCHPN) quién administra el Terminal Terrestre de Tena, cuya respuesta fue favorable y la evidencia se adjunta en el anexo 2.

#### ***10.1.1 Caracterización de las fuentes emisoras de ruido (FER's)***

**10.1.1.1 Fuentes emisoras de ruido internas.** El Terminal Terrestre de Tena cuenta en total con 59 locales comerciales de arriendo, de los cuales el 41% corresponden a restaurantes, cuyo horario de funcionamiento es de lunes a sábado, generalmente de 7:00am a 23:00pm, los días domingos no atienden debido a la poca movilidad y afluencia de clientes. Las peluquerías, bazares, tiendas, juguerías y la cooperativa de taxis que suman el 54% del total de locales comerciales atienden de lunes a viernes en el horario de 8:00am hasta las 20:00pm, la estación de servicios y los servicios sanitarios que suman el 5% atienden las 24 horas al igual que el Terminal Terrestre (ver Gráfica 1).



**Gráfica 1.***Locales comerciales del Terminal Terrestre*

Elaborado por: Grey Bravo

En la Tabla 6, se detallan las fuentes emisoras de ruido (FER's) para cada tipo de establecimiento que funcionan al interior y exterior del Terminal Terrestre.

**Tabla 6.***Locales comerciales del Terminal Terrestre*

Tipo de establecimiento	Descripción de la FER	Ubicación de la FER
Restaurantes	Uso de televisores, radios, ventiladores, aglomeración de personas	Interior
Juguerías y cafeterías	Uso de licuadoras, televisores y radios.	
Tiendas	Aglomeración de personas	
Servicios sanitarios	Aglomeración de personas	
Cooperativas de taxi	Congestión vehicular	Exterior
Estación de servicios	Congestión vehicular, circulación de maquinaria pesada.	
Peluquerías y Barber shop	Uso de equipos eléctricos de peluquería y parlantes,	

---

	televisores.	
Lavadora express de vehículos	Bomba de agua a presión	
Bazar de ropa y variedades	Parlantes, aglomeración de personas.	Interior y exterior

---

**Elaborado por:** Grey Bravo

**10.1.1.2 Fuentes emisoras de ruido externas.** La principal fuente emisora de ruido externa corresponde a las fuentes móviles de ruido, es decir, el parque automotor que circula por la periferia del Terminal Terrestre, siendo la más alta fuente de emisión aquella que proviene de las motocicletas cuyos escapes han sido modificados o retirados; la circulación de maquinaria pesada como volquetas, gallinetas y plataformas; la alta afluencia de vehículos en la gasolinera Terpel, que a su vez, ocasiona congestión vehicular y el uso excesivo de bocinas, así como la presencia de vendedores informales ambulantes con altos parlantes encendidos y otros con tonos altos de voz con la que ofertan sus productos, ubicados en los exteriores del terminal, aunque ocasionalmente ingresan al interior de este. Las fuentes emisoras de ruido antes mencionadas se deben a la ubicación del Terminal Terrestre, siendo a su alrededor también una zona altamente comercial y sumado a esta condición, que se encuentra sobre la principal vía de la ciudad, la avenida 15 de noviembre.

**10.1.1.2.1 Cuantificación de las FER's externas del Terminal.** El conteo de los vehículos que circulan por las calles y avenidas de la periferia del Terminal Terrestre de Tena en horas consideradas de alta afluencia, se realizó los días 20-21-22-23-24-25 de diciembre de 2021 (ver anexo 11), en los tres periodos contemplados en la metodología: en la mañana, al medio día y en la tarde, en los horarios considerados de mayor carga vehicular y emisión de ruido, determinados mediante los recorridos de campo que son de: 8:00 – 9:00am; 13:00 – 14:00pm y de 17:00 – 18:00pm. Debido a que son 4 vías, el conteo finalizó el día jueves 23, sin embargo, el viernes 24 y sábado 25 se contabilizó los vehículos en las avenidas con mayor circulación, es decir, la avenida 15 de noviembre y avenida del chófer, en los mismos periodos y horarios, los resultados de la actividad se muestran en el anexo 7.

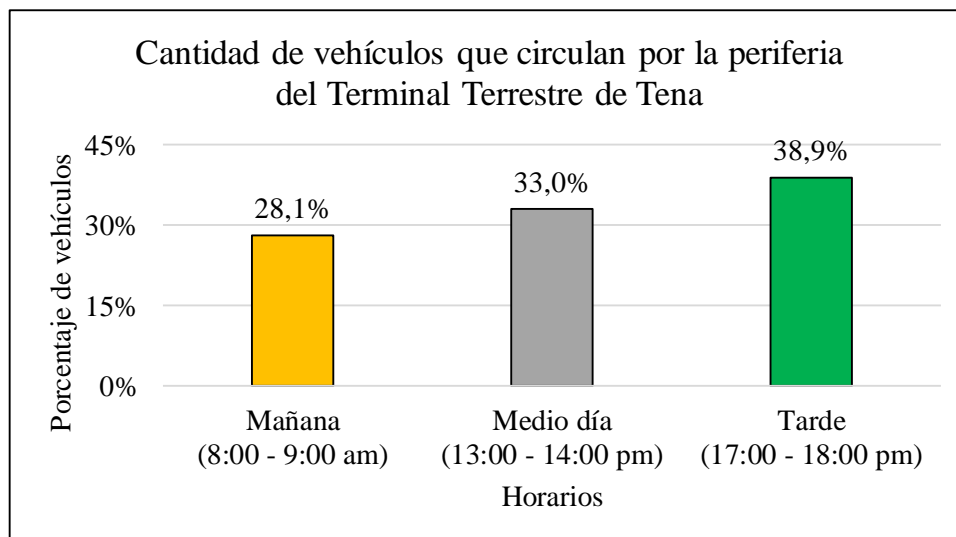
El formato del registro de vehículos se adjunta en el anexo 6.

En la Tabla 7 se presenta el resumen del conteo de las fuentes emisoras externas al Terminal que circulan por las avenidas y calles de la periferia en horas pico.

**Tabla 7.***Cantidad total de vehículos que circulan por la periferia del Terminal*

Horarios	Cantidad de vehículos	Porcentaje %
Mañana (8:00-9:00am)	2.943	28,1%
Medio día (13:00-14:00pm)	3.465	33,0%
Tarde (17:00-18:00pm)	4.087	38,9%
<b>TOTAL</b>	<b>10.485</b>	<b>100%</b>

Mediante el conteo vehicular se determina que el horario de mayor circulación corresponde al horario de la tarde comprendido de las 17:00-18:00pm (ver gráfica 2) con un total de 4.087 vehículos registrados, debido a la movilidad de los vehículos por la principal vía de la ciudad al término de la jornada laboral, ocasionando congestión vehicular y el uso excesivo de bocinas. Para la Organización Mundial de la Salud, el ruido generado por el tráfico puede representar una pérdida anual de más de un millón de años de vida saludable en los Estados miembros de la Unión Europea y en otros países de Europa Occidental (WHO, 2011).

**Gráfica 2.***Conteo de vehículos que circulan por la periferia del Terminal por horarios***Elaborado por:** Grey Bravo

En la tabla 8 se registra la cantidad según el tipo de vehículos que circulan por la periferia del Terminal de lunes a sábado, el día domingo no se consideró para el conteo ni para el monitoreo de ruido ambiental debido a la poca movilidad interna y externa.

**Tabla 8.**

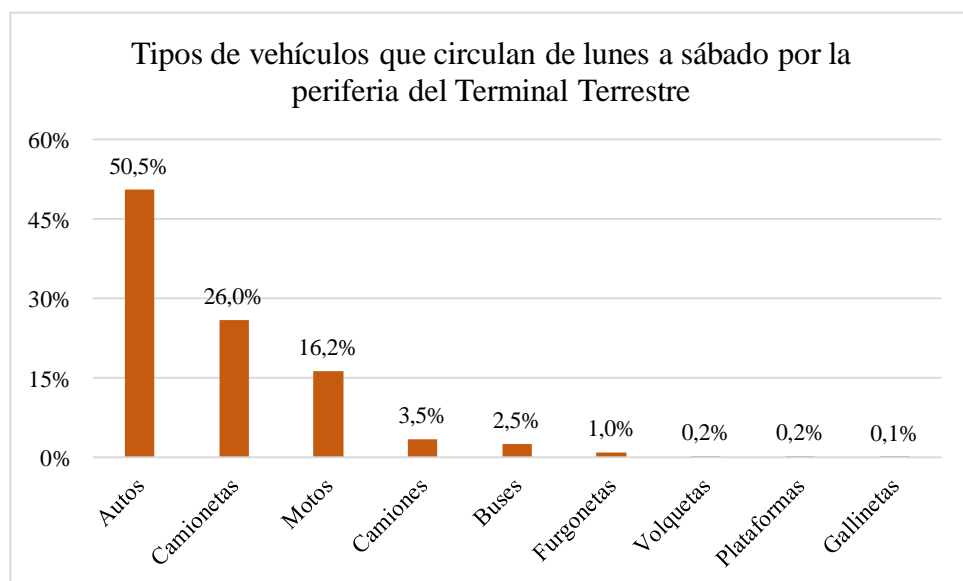
*Tipos de vehículos que circulan de lunes a sábado por la periferia del Terminal*

Tipos de vehículos	Cantidad	Porcentaje %
Autos	5.296	50,5%
Camionetas	2.725	26,0%
Motos	1.701	16,2%
Camiones	362	3,5%
Buses	265	2,5%
Furgonetas	100	1,0%
Volquetas	18	0,2%
Plataformas	17	0,2%
Gallinetas	11	0,1%
Total	10.495	100%

**Elaborado por:** Grey Bravo

**Gráfica 3.**

*Porcentaje de los tipos de vehículos que circulan por la periferia del Terminal*



**Elaborado por:** Grey Bravo

#### Análisis e interpretación:

De los vehículos que circulan de lunes a sábado por las calles y avenidas de la periferia del Terminal Terrestre, de lunes a sábado, contados en horas de alta afluencia vehicular se determina que los autos con el 50,5% son los vehículos de mayor circulación, seguido por camionetas con el 26,0% y motos con el 16,2%, siendo estos últimos medios de transporte una fuente emisora de ruido importante, porque circulan han sido modificados o retirados su equipo silenciador del tubo de escape con el objetivo de mejorar el desempeño del motor, alcanzando niveles superiores a los 88 decibeles establecidos como límite permisible para las motocicletas dentro del Acuerdo Ministerial 097-A de la reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

En la Guía para el ruido urbano de la OMS menciona sobre la exposición crónica a niveles de presión sonora, un valor de ruido de tráfico de 24 horas de 65-70 dBA también tiene efectos sobre el sistema cardiovascular. Aunque la asociación fue más débil, el efecto para la cardiopatía isquémica fue mayor que para la hipertensión. El ligero aumento de estos riesgos es importante debido al gran número de personas expuestas (Berglund et al, 1999).

#### ***10.1.2 Resultados de la entrevista***

La entrevista para recolectar información sobre la operatividad del Terminal se aplicó el día 16 de diciembre del 2021 a la Lcda. Rosa Mosquera, quién forma parte de la administración del Terminal Terrestre. El diseño de la entrevista semiestructurada se adjunta en el anexo 4 y se obtuvo las siguientes respuestas:

La entrevistada manifiesta que el Terminal Terrestre de Tena es de administración privada a cargo del Sindicato de Choferes Profesionales de Napo, para su operatividad el terminal cuenta con 124 unidades de buses correspondientes a 12 cooperativas de transporte interprovinciales, siendo la cooperativa Jumandy la mayor cantidad de unidades, con 26 (ver tabla 9), cada cooperativa es responsable de presentar a manera de informe o reporte mensual el mantenimiento de las unidades. El Terminal cuenta con 21 espacios de estacionamiento y 59 locales comerciales de arriendo. En las oficinas de las cooperativas trabajan 25 personas en turnos rotativos y 118 personas en los locales comerciales. El uso y gestión del suelo corresponde a la zona comercial, al igual que su zona aledaña, no posee ningún tipo de permiso ambiental y, por tanto, no cuentan con ningún plan de manejo ambiental o plan de control de ruido.

**Tabla 9.***Número de unidades de transporte por cooperativas del Terminal Terrestre*

Cooperativa de Transporte	Cantidad de unidades
Jumandy	26
Expreso Baños	17
Flota Pelileo	14
Baños	14
Valle de Quijos	12
Amazonas	11
Sangay	8
Ciudad del Coca	7
Riobamba	6
San Francisco	3
Centinela del Oriente	2
Ecuador Ejecutivo	2
16 de Agosto	1
Putumayo	1
<b>TOTAL</b>	<b>124</b>

**Elaborado por:** Grey Bravo**10.1.3 Resultados de las encuestas**

La encuesta se aplicó el 17 de diciembre de 2021 a la muestra de la población de interés, sumando entre los trabajadores de las oficinas y los trabajadores de los locales comercial, con un total de 143 personas.

Para la aplicación de la encuesta se utilizó el método no probabilístico por conveniencia, el cual consistió en seleccionar a los encuestados sobre una determinada condición, es decir, quienes se encontraron más próximos a las fuentes emisoras de ruido, los trabajadores de las oficinas y los trabajadores de los locales comerciales internos, porque el 65,5% de los locales comerciales (restaurantes, juguerías y cafeterías, tiendas, servicios sanitarios y la mitad de los bazares de ropa y variedades) reciben la influencia de los niveles de ruido de la fuente fija, el resto de locales comerciales son influenciados por fuentes

móviles externas como las FMR's y los parlantes de los locales comerciales ubicados en los 4 frentes del Terminal. Para determinar el número de encuestas se empleó la ecuación 2 establecida previamente en la metodología obteniendo el siguiente resultado:

### **Datos**

Número de la población: N=143 personas

Nivel de confianza: 95%, Z = 1,96.

p= prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (p =0,5).

q: 1 – p

margen de error= 10 %, i = 0,1

*Cálculo de la muestra*

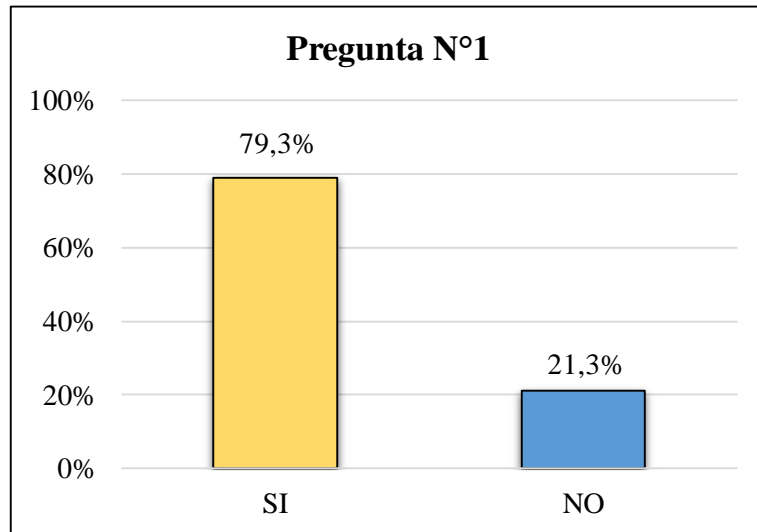
$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 * 143 * 0,5 * 0,5}{(0,1)^2(143 - 1) + (1,96)^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 58 \text{ encuestas}$$

### **Preguntas**

-Pregunta N° 1. ¿Considera usted que el Terminal Terrestre de Tena genera altos niveles de ruido ambiental?

**Gráfica 4.***Resultados de la pregunta N°1 de la encuesta***Elaborado por:** Grey Bravo**Análisis e interpretación:**

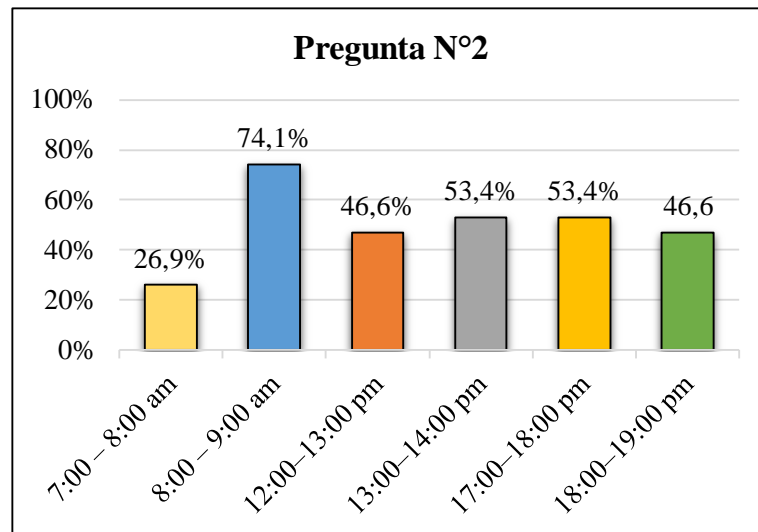
De la gráfica 4 los resultados obtenidos para la pregunta 1 son: el 79,3% de la población encuestada respondió que sí considera que en el Terminal Terrestre de Tena se generan altos niveles de ruido ambiental, expresan verbalmente que la principal emisión de ruido y que les causa malestar proviene de las unidades de transporte estacionadas encendidas, en el monitoreo se constató que no se realiza sin ningún tipo de control por parte de la administración del Terminal. En el documento Guía para el ruido urbano de la OMS se recomienda el valor referencial para ambientes externos de 50 a 55 dBA, con consecuencias de causar molestia moderada y grave respectivamente en la población expuesta (Berglund et al, 1999, p. 12).

- Pregunta N° 2. ¿Cuál es el horario que usted considera se alcanza el mayor nivel de ruido ambiental? (mañana, medio día y tarde).



### Gráfica 5.

Resultados de la pregunta N°2 de la encuesta



Elaborado por: Grey Bravo

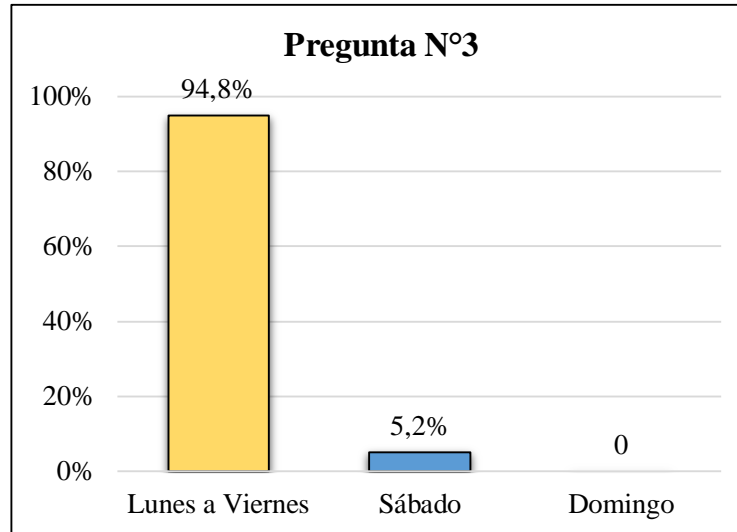
#### Análisis e interpretación:

Para la pregunta 2 se establecen dos horarios para cada periodo (mañana, medio día y tarde) de mayor emisión de ruido, los resultados obtenidos son para el periodo de la mañana en el horario de 8:00 – 9:00am con el 74,1% de la población; al medio día en el horario de 13:00pm – 14:00pm con el 53,4%; en la tarde en el horario de 17:00pm – 18:00pm con el 53,4% de la población (ver gráfica 5). Se interpreta que la mayor actividad del Terminal y locales comerciales que generan alta emisión de ruido es durante el periodo diurno, aunque la operatividad del terminal sean las 24 horas, en el periodo nocturno disminuye tanto la afluencia de usuarios y se cierran los locales comerciales (restaurantes, juguerías, cafeterías y tiendas) consideradas también fuentes emisoras de ruido internas. Por otra parte, la Comisión Europea incorpora otros indicadores informativos sobre la exposición del ruido a largo plazo, siendo importante la distinción entre el día, la tarde y noche, ya que las circunstancias que concurren en el receptor del ruido son diferentes en esos intervalos temporales, lo cual, facilitará la elaboración de los mapas de ruido (CE, 1996).

- Pregunta N° 3. ¿Qué días de la semana usted considera como el de mayor emisión de ruido ambiental?

**Gráfica 6.**

*Resultados de la pregunta N°3 de la encuesta*



**Elaborado por:** Grey Bravo

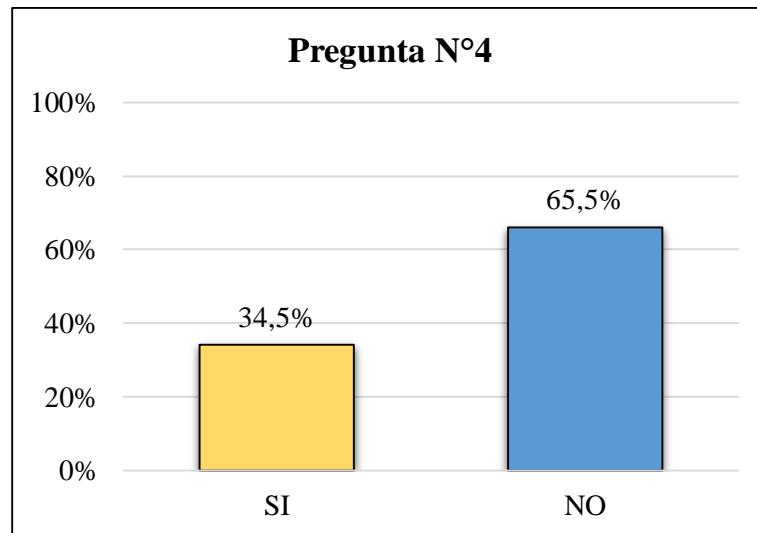
**Análisis e interpretación:**

De la gráfica 6 los resultados obtenidos para la pregunta 3 son: el 94,8% de la población encuestada respondió que los días de mayor emisión de ruido ambiental comprende de lunes a viernes por ser días con mayor afluencia de usuarios y el funcionamiento de los locales comerciales, por otra parte, el 5,2% de la población respondió que los días sábados también se generan niveles de ruido importantes. Según la Comisión Europea, se han incorporado otros indicadores para información sobre la exposición del ruido durante largos periodos de tiempo, siendo importante la distinción entre el día, la tarde y noche, ya que las circunstancias que concurren en el receptor del ruido son diferentes en esos intervalos temporales, lo cual, facilitará la elaboración de los mapas de ruido (CE, 1996, p. 25), por tanto, se consideró el monitoreo de ruido ambiental de lunes a sábado en los horarios de mayor emisión para el periodo de la mañana, medio día y tarde.

- Pregunta N° 4. ¿Conoce sobre los efectos de la exposición a altos niveles de ruido en la salud humana?

### Gráfica 7.

*Resultados de la pregunta N°4 de la encuesta*



**Elaborado por:** Grey Bravo

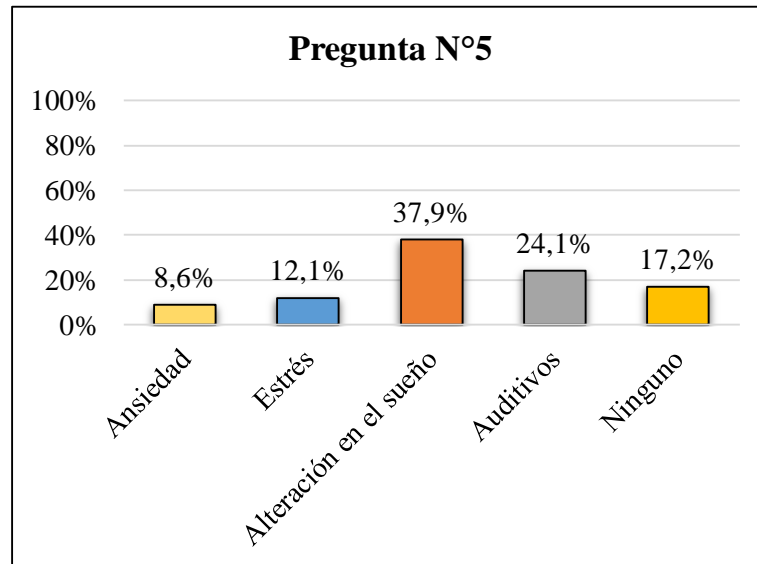
#### Análisis e interpretación:

De la gráfica 7 los resultados obtenidos para la pregunta 4 son: el 65,5% de la población encuestada respondió que desconocen sobre los efectos en la salud humana por exposición a altos niveles de ruido ambiental. En la Guía para el ruido urbano de la OMS, se considera que el conocimiento de los efectos producidos por el ruido sobre los seres humanos era limitado en comparación con otros contaminantes, debido básicamente a la escasa evaluación científica de los datos disponibles y, en particular, de la relación dosis-respuesta (Berglund et al, 1999, p. 1). Adicionalmente, los efectos a la exposición de altos niveles de ruido resultan difícil de cuantificar debido fundamentalmente a que la tolerancia a los diferentes niveles y tipos de ruido que varía considerablemente de un individuo a otro.

- Pregunta N° 5. ¿Cuál es el principal efecto que considera ha tenido en su salud del ruido ambiental? Puede marcar más de uno.

**Gráfica 8.**

Resultados de la pregunta N°5 de la encuesta



Elaborado por: Grey Bravo

**Análisis e interpretación:**

De la gráfica 8 los resultados obtenidos para la pregunta 5 son : el 37,9 % de la población encuestada respondió que el principal efecto que consideran perjudica en su salud por consecuencia de la exposición a los niveles de ruido es la alteración en el sueño, seguido de efectos auditivos como una baja en el nivel de recepción de la comunicación con el 24,1%, sin embargo, en un estudio sobre los efectos de la exposición al ruido en la audición expresa que la degeneración auditiva se presenta de manera gradual y paulatina, pasando habitualmente desapercibida al no interferir en la vida diaria de las personas, hasta que con el tiempo se hacen potentes sus efectos, convirtiéndola en un problema especialmente peligroso (Herrán y Sánchez 1987, p. 38). Además, la población está acostumbrada a los ambientes con niveles de ruido por encima de los límites de la norma ambiental lo que interfiere en los procesos de comunicación, bajando la capacidad del receptor del mensaje y a su vez incrementando los tonos de voz de emisor lo que se torna en una competencia por establecer una comunicación fluida y representa más ruido para el ambiente.

## 10.2 Objetivo 2: Elaborar mapas de los niveles de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena.

### 10.2.1 Determinación de los puntos de monitoreo de ruido

A través del método de rejilla o cuadrícula se establecen 17 puntos de monitoreo del ruido ambiental internos y externos al Terminal Terrestre de Tena, con una distancia aproximada de 30x30 metros (ver figura 6). Cabe mencionar que, el punto de monitoreo N° 17 ubicó al interior del área de boletería, puesto que, se reporta que en el área de boletería se genera importantes niveles de ruido por actividades de los trabajadores de las cooperativas de transporte. Las evidencias fotográficas del monitoreo de ruido ambiental se adjuntan en el anexo 11.

**Figura 6.**

*Puntos de monitoreo del ruido ambiental mediante el método de rejilla*



**Fuente:** Google Earth,

**Elaborado por:** Grey Bravo

**Tabla 10.***Coordenadas geográficas de los puntos de monitoreo de ruido ambiental*

Puntos	Coordenadas UTM WGS 84		Referencia
	zona 18 sur		
	X	Y	
P1	186877	9889481	Calle Gabriel Espinosa y Federico Monteros (esquina)
P2	186916	9889489	Calle Federico Monteros (salida de vehículos de la gasolinera Terpel)
P3	186959	9889497	Calle Federico Monteros (ingreso vehicular a la escuela de conducción SCHPN)
P4	186997	9889503	Calle Federico Monteros y av.15 de noviembre (esquina)
P5	187004	9889470	Av. 15 de noviembre
P6	186965	9889463	Salida de usuarios del área de boletería del terminal
P7	186923	9889455	Lavadora express de vehículos
P8	186883	9889449	Calle Gabriel Espinosa (coliseo del SCHPN)
P9	186891	9889408	Calle Gabriel Espinosa (ingreso de buses al terminal)
P10	186931	9889415	Estacionamiento de buses del terminal
P11	186972	9889423	Ingreso de usuarios al área de boletería del terminal
P12	187011	9889430	Av. 15 de noviembre
P13	187016	9889394	Av. 15 de noviembre y Av. del Chófer (esquina)
P14	186979	9889388	Av. del Chófer (ingreso de vehículos particulares al terminal)
P15	186937	9889381	Av. del Chófer
P16	186898	9889375	Av. del Chófer y calle Gabriel

P17	186969	9889442	Espinosa (esquina) Área de boletería
-----	--------	---------	-----------------------------------------

**Fuente:** Google Earth  
**Elaborado por:** Grey Bravo

### 10.2.2 Determinación del ruido específico

*Resta energética de decibeles.* (AECOR, 2007)

$$\Delta Lr = 10(\log_{10} \frac{L_{total}}{10}) - (\log_{10} \frac{L_{residual}}{10})$$

$$\Delta Lr = 10(\log_{10} \frac{67,2}{10}) - (\log_{10} \frac{51,9}{10})$$

$$\Delta Lr = 70,27$$

*Contribución del ruido residual (constante Kr).* (Acuerdo Ministerial 061, 2015).

$$Kr = -10 \log (1 - 10^{-0,1\Delta L})$$

$$Kr = -10 \log (1 - 10^{-70,27})$$

$$Kr = 4,07728E-07$$

#### Tabla 11.

*Constante Kr para la corrección del ruido total*

Ruido total promedio (dBA)	Ruido residual promedio (dBA)	$\Delta Lr$	Kr
68,7	54,4	70,27	4,07728E-07

**Elaborado por:** Grey Bravo

Según el Acuerdo Ministerial, para la determinación o no del monitoreo de ruido de residual o fondo se toma en cuenta la siguiente condición:

Cuando el ruido específico ( $L_{Aeq,tp}$ ) es más alto que el ruido residual ( $L_{Aeq,rp}$ ), la corrección Kr da una reducción máxima de tres decibeles del ruido total. En estos casos la FFR puede aceptar que el ruido total es el ruido específico y de esa manera evitar realizar mediciones de ruido residual (AM 097-A, 2015, p. 65). En este caso,  $L_{Aeq,tp}$  es más alto que  $L_{Aeq,rp}$  y la corrección de Kr arrojó un resultado por encima de 3 decibeles (ver tabla 11), por tanto, se realizó la medición del ruido residual en el momento de la medición del ruido

específico, únicamente se cambió la dirección del micrófono hacia el lado opuesto o contrario a la fuente fija de ruido, es decir, al exterior del Terminal Terrestre como se establece en la norma.

### 10.2.3 Nivel de presión sonora continuo equivalente Promedio logarítmico ( $L_{eq}$ )

*Nivel de presión sonora continuo equivalente.* (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015)

$$L_{eq}PROM = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \times (10^{0.1L_{eq}n1} + 10^{0.1L_{eq}n2} + \dots + 10^{0.1L_{eq}nn}) \right]$$

$$L_{eq}PROM = 10 * \log \left[ \frac{1}{5} * (10^{0,1*67,9} + 10^{0,1*75,4} + 10^{0,1*71,2} + 10^{0,1*70,5} + 10^{0,1*70,6}) \right]$$

$$L_{eq}PROM = 71,9$$

Se utilizó la ecuación 3, para el cálculo de los promedios logarítmicos de los niveles de presión sonora de la serie de muestras obtenidas en el monitoreo, posterior, se calculó el promedio normal de los promedios logarítmicos de lunes a sábado en los tres periodos: mañana, medio día y tarde, mediante la función estadística de Excel =promedio, que consiste en sumar los promedios logarítmicos de cada periodo y dividirlos para el número de datos.

*Promedio de los  $L_{eq}$  de los NPS*

$$Promedio = (71,9 + 72,5 + 68,7 + 74,7 + 72,7 + 70,2/6)$$

$$Promedio = 71,8$$

Posterior, para obtener los Niveles de Presión Sonora Continuo Equivalente Corregido (LKeq), se aplicó la corrección por nivel de ruido residual o de fondo, que consiste en restar el Nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq) y el NPSeq de fondo, si la diferencia es mayor a 10, tendrá una corrección de 0, si la diferencia es entre 6 a 9 se restará -1, como lo establece la Figura 3 adjuntada en la metodología, la resta se hará al NPSeq obtenido y la corrección denominada Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido (LKeq) se comparó con el valor límite máximo permisible en la norma, como se muestra en la tabla 12 a la 14.



**Tabla 12.***Resultados del monitoreo de ruido diurno (8:00-9:00am)*

Puntos de monitoreo	NPSeq	NPSeq residual	resta NPSeq- NPSeq residual	Corrección por ruido residual	LKeq	LMP norma ambiental	Observación
P1	71,8	62,1	9,7	-1	70,8		No cumple
P2	67,2	46,3	20,9	0	67,2		No cumple
P3	65,3	48,1	17,2	0	65,3		No cumple
P4	68,1	50,3	17,8	0	68,1		No cumple
P5	69,2	52,0	17,2	0	69,2		No cumple
P6	61,3	52,3	9,0	-1	60,3	60 dBA	No cumple
P7	66,4	44,9	21,5	0	66,4	en el	No cumple
P8	68,1	48,3	19,8	0	68,1	periodo	No cumple
P9	67,6	51,6	16,0	0	67,6	diurno	No cumple
P10	63,6	59,0	4,6	-2	61,6	para uso	No cumple
P11	64,6	56,9	7,7	-1	63,6	de suelo	No cumple
P12	70,5	51,2	19,3	0	70,5	comercial	No cumple
P13	69,9	51,8	18,1	0	69,9		No cumple
P14	67	57,1	9,9	-1	66,0		No cumple
P15	64,4	50,2	14,2	0	64,4		No cumple
P16	70,6	46,6	24,0	0	70,6		No cumple
P17	64,5	53,1	11,4	0	64,5		No cumple

**Elaborado por:** Grey Bravo**Tabla 13.***Resultados del monitoreo de ruido diurno (13:00-14:00pm)*

Puntos de monitoreo	NPSeq	NPSeq residual	resta NPSeq- NPSeq residual	Corrección por ruido residual	LKeq	LMP norma ambiental	Observación
P1	68,4	62,1	6,3	-1	67,4	60 dBA	No cumple
P2	67,4	46,3	21,1	0	67,4	en el	No cumple
P3	67,1	48,1	19,0	0	67,1	periodo	No cumple
P4	70,6	50,3	20,3	0	70,6	diurno	No cumple

P5	69,3	52,0	17,3	0	69,3	para uso	No cumple
P6	63,3	52,3	11,0	0	63,3	de suelo	No cumple
P7	66,0	44,9	21,1	0	66,0	comercial	No cumple
P8	66,9	48,3	18,6	0	66,9		No cumple
P9	67,7	51,6	16,1	0	67,7		No cumple
P10	64,1	59,0	5,1	-2	62,1		No cumple
P11	65,0	56,9	8,1	-1	64,0		No cumple
P12	67,8	51,2	16,6	0	67,8		No cumple
P13	70,9	51,8	19,1	0	70,9		No cumple
P14	67,9	57,1	10,8	0	67,9		No cumple
P15	65,0	50,2	14,8	0	65,0		No cumple
P16	69,6	46,6	23,0	0	69,6		No cumple
P17	69,2	53,1	16,1	0	69,2		No cumple

Elaborado por: Grey Bravo

**Tabla 14.**

*Resultados del monitoreo de ruido diurno (17:00-18:00pm)*

Puntos de monitoreo	NPSeq	NPSeq residual	resta NPSeq- NPSeq residual	Corrección por ruido residual	LKeq	LMP norma ambiental	Observación
P1	70,5	62,1	8,4	-1	69,5		No cumple
P2	68,2	46,3	21,9	0	68,2		No cumple
P3	69,8	48,1	21,7	0	69,8		No cumple
P4	70,7	50,3	20,4	0	70,7	60 dBA	No cumple
P5	67,9	52,0	15,9	0	67,9	en el	No cumple
P6	62,2	52,3	9,9	-1	61,2	periodo	No cumple
P7	67,7	44,9	22,8	0	67,7	diurno	No cumple
P8	70,3	48,3	22,0	0	70,3	para uso	No cumple
P9	68,5	51,6	16,9	0	68,5	de suelo	No cumple
P10	62,4	59,0	3,4	-3	59,4	comercial	Cumple
P11	62,0	56,9	5,1	-2	60,0		Cumple
P12	68,6	51,2	17,4	0	68,6		No cumple

P13	69,9	51,8	18,1	0	69,9	No cumple
P14	67,9	57,1	10,8	0	67,9	No cumple
P15	65,5	50,2	15,3	0	65,5	No cumple
P16	68,1	46,6	21,5	0	68,1	No cumple
P17	65,0	53,1	11,9	0	65,0	No cumple

**Elaborado por:** Grey Bravo

Posterior, para obtener el promedio general de los NPSeq obtenidos de cada punto de monitoreo, se utilizó la misma ecuación 7, dividiendo el promedio de los tres periodos para 3, como se muestra a continuación:

$$\text{Promedio} = (71,8 + 68,4 + 70,5/3)$$

$$\text{Promedio} = 70,2$$

Así mismo, al promedio general de cada punto de monitoreo obtenido, se aplicó la corrección por nivel de ruido de fondo con la metodología mencionada anteriormente, cuyos resultados se muestran en la tabla 15:

**Tabla 15.**

*Promedio de los LK<sub>eq</sub> de todos los puntos de monitoreo.*

Puntos de monitoreo	NPSeq	NPSeq residual	resta NPSeq- NPSeq residual	Corrección por ruido residual	LK <sub>eq</sub>	LMP norma ambiental	Observación
P1	70,2	62,1	8,1	-1	69,2		No cumple
P2	67,6	46,3	21,3	0	67,6		No cumple
P3	67,4	48,1	19,3	0	67,4	60 dBA	No cumple
P4	69,8	50,3	19,5	0	69,8	en el	No cumple
P5	68,8	52,0	16,8	0	68,8	periodo	No cumple
P6	62,3	52,3	10,0	0	62,3	diurno	No cumple
P7	66,7	44,9	21,8	0	66,7	para uso	No cumple
P8	68,4	48,3	20,1	0	68,4	de suelo	No cumple
P9	68,0	51,6	16,3	0	68,0	comercial	No cumple
P10	63,0	59,0	4,0	-2	61,0		No cumple
P11	63,8	56,9	6,9	-1	62,8		No cumple

P12	68,9	51,2	17,7	0	68,9	No cumple
P13	70,2	51,8	18,4	0	70,2	No cumple
P14	67,6	57,1	10,5	0	67,6	No cumple
P15	64,9	50,2	14,7	0	64,9	No cumple
P16	69,4	46,6	22,8	0	69,4	No cumple
P17	66,2	53,1	13,1	0	66,2	No cumple

Elaborado por: Grey Bravo

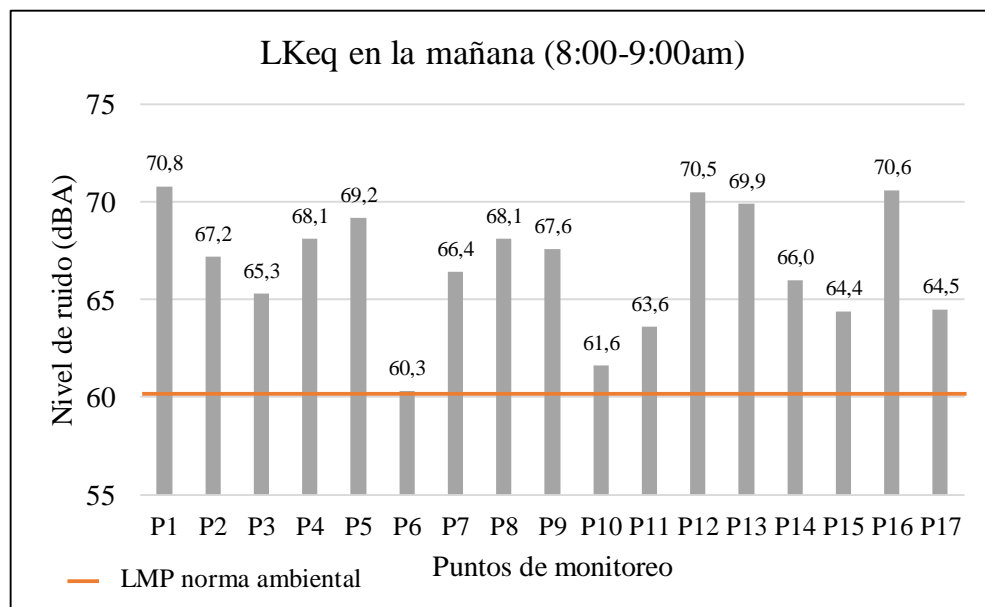
#### 10.2.4 Análisis e Interpretación de los resultados del monitoreo de ruido ambiental

Los datos obtenidos y corregidos se procesaron utilizando la herramienta Excel, para luego ser comparados con límite máximo permisible de la norma ambiental y graficados utilizando el diseño de gráficas de columnas o barras (ver gráfica de la 9 a la 12). Se adjuntan en el anexo 9 los resultados del monitoreo de ruido ambiental impresos automáticamente en el momento de la medición.

- Nivel de presión sonora continuo equivalente corregido (LKeq) por periodos del Terminal Terrestre de Tena

#### Gráfica 9.

LKeq en la mañana (8:00-9:00am)



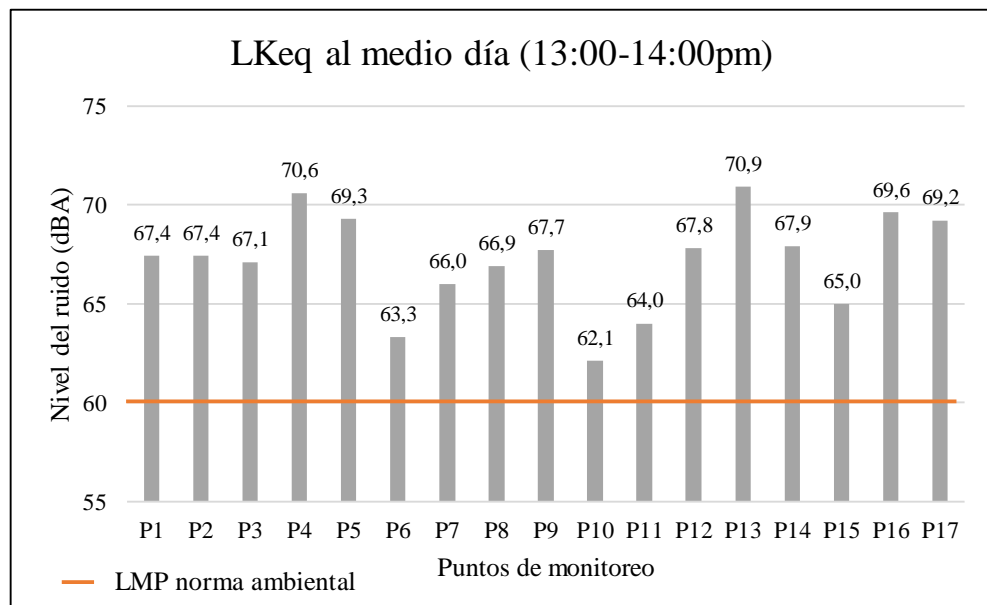
Elaborado por: Grey Bravo

### Análisis e interpretación:

En comparación con la tabla 1, Anexo 5, Libro VI, del Tulsma, se obtiene que de los 17 puntos monitoreados en el Terminal Terrestre de Tena, todos sobrepasan los 60 dBA fijados como límite máximo permisible (LMP) para el periodo diurno (7:01 – 21:00 horas) correspondiente al uso de suelo Comercial (CM) al cual pertenece el Terminal, siendo los puntos de mayor emisión de ruido el P1; P12; P16, con valores superiores a los 70dBA, es decir, 10dBA por encima del límite, estos ubicados al exterior del Terminal influenciados por las fuentes externas móviles de ruido que circulan por la periferia como las motocicletas, de cuyos tubos de escape han sido retirados los equipos silenciadores, maquinaria pesada, uso de parlantes de los locales comerciales ubicados en los cuatro frentes del Terminal y vendedores ambulantes; al interior, el punto de mayor emisión de ruido es el P7 con 66,4dBA ubicado cerca al área de lavadora express de vehiculos, siendo influenciados por la congestión vehicular y uso de bocinas en la estación de servicio Terpel. La OMS en su documento Guía para el ruido urbano recomienda el valor de ruido para ambientes externos de 50 a 55 dBA, con consecuencias de causar molestia moderada y grave respectivamente en la población (Berglund et al, 1999, p. 12).

### Gráfica 10.

*LKeq al medio día (13:00-14:00pm)*



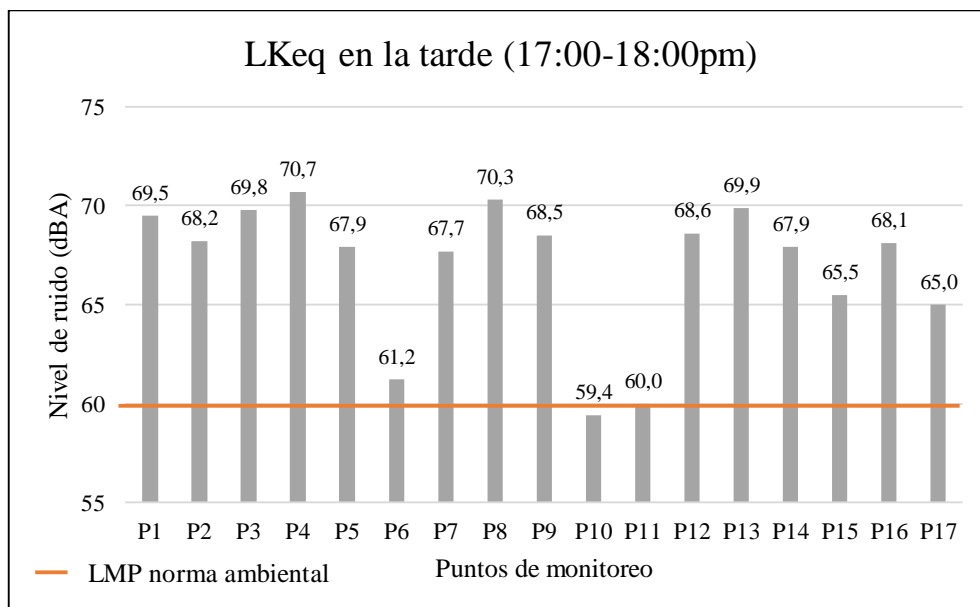
Elaborado por: Grey Bravo

### Análisis e interpretación:

En comparación con la tabla 1, Anexo 5, Libro VI, del Tulsma, se obtiene que, de los 17 puntos monitoreados en el Terminal Terrestre de Tena, todos sobrepasan los 60 dBA fijados como límite máximo permisible (LMP) para el periodo diurno (7:01 – 21:00 horas) correspondiente al uso de suelo Comercial (CM) al cual pertenece el Terminal, siendo los puntos de mayor emisión el P4 y P13; con valores superiores a los 70dBA, ubicados en las esquinas del Terminal sobre la principal vía de la ciudad, influenciados por las fuentes externas móviles de ruido que circulan por la periferia del Terminal, como las motocicletas modificadas o retiradas los silenciadores de los tubos de escape, maquinaria pesada, parlantes de los locales comerciales ubicados en los cuatro frentes del Terminal; al interior, el punto de mayor emisión de ruido es el P17 con 69,2dBA ubicado en el área de boletería debido a la fuente emisora proveniente de los trabajadores del Terminal ofertando las rutas y horarios en tonos de voz alta y ocasionalmente, la presencia de vendedores ambulantes con altoparlantes. La OMS en su documento Guía para el ruido urbano recomienda el valor de ruido para ambientes externos de 50 a 55 dBA, con consecuencias de causar molestia moderada y grave respectivamente en la población (Berglund et al, 1999, p. 12).

### Gráfica 11.

*LKeq en la tarde (17:00-18:00pm)*



Elaborado por: Grey Bravo

#### Análisis e interpretación:

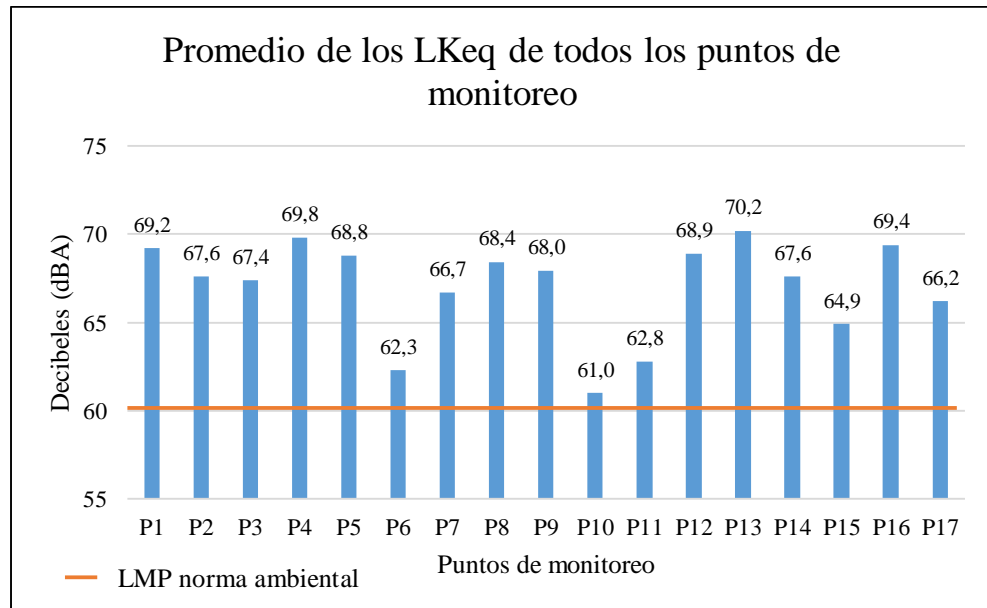
En comparación con la tabla 1, Anexo 5, Libro VI, del Tulsma, se obtiene que, de los 17 puntos monitoreados en el Terminal Terrestre de Tena, exceptuando los puntos P10 (área de estacionamiento de las unidades de transporte) y P11 (entrada al área de boletería), todos los demás puntos no cumplen con los 60dBA establecidos como límite máximo permisible para uso de suelo comercial en el periodo diurno; esto es debido a que, la actividad y movilidad interna y externa disminuye en ese horario, aunque el Terminal funcione las 24 horas. Los puntos de mayor emisión de ruido son el punto P4 y P8 con valores superiores a 70dBA, ubicados al exterior del Terminal, influenciados por las fuentes externas móviles de ruido que circulan por la periferia del Terminal e ingresan a la estación de servicio Terpel; mientras que, al interior el punto de mayor emisión de ruido al igual que la gráfica de la mañana continua siendo el P7 con 67,7dBA. La OMS en su documento Guía para el ruido urbano recomienda el valor de ruido para ambientes externos de 50 a 55 dBA, con consecuencias de causar molestia moderada y grave respectivamente en la población (Berglund et al, 1999, p. 12).

#### - **Promedio del nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq) de todos los puntos**

En la gráfica 12 se representan los promedios del nivel de presión sonora (NPSeq) de los tres periodos de monitoreo: mañana, medio día y tarde del Terminal Terrestre de Tena, cuyos valores corregidos (LKeq) se comparan con el Límite Máximo Permisible (LMP) establecido la norma ambiental.

## Gráfica 12.

*Promedio de los LK<sub>eq</sub> de todos los puntos de monitoreo*



**Elaborado por:** Grey Bravo

Análisis e interpretación:

De los 17 puntos de monitoreo, todos los puntos registran promedios por encima del límite máximo permisible de la norma ambiental (60dBA), así mismo, se determina que los puntos de mayor emisión de ruido son los externos, específicamente las esquinas de la zona del Terminal (P1;P4;P13;16) reportando valores superiores de los 69dBA, influenciados netamente por las fuentes externas móviles de ruido, los locales comerciales en los cuatro frentes al Terminal, la estación de servicio Terpel, el uso y gestión del suelo de la zona aledaña (uso comercial). Al interior, los promedios también superan el límite permisible de ruido, por tanto, es imprescindible controlar aquellas fuentes emisoras de ruido que influyen en la calidad acústica urbana del sector y afecta la salud de los trabajadores y arrendatarios de los locales comerciales internos.

### **10.2.5 Esquematización de los niveles de ruido ambiental en mapas**

Para la elaboración de los mapas de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena se utilizó el programa de información geográfica ArcGis y mediante la herramienta de interpolación IDW (distancia inversa ponderada) dentro de su caja de herramientas de análisis espacial, se representó los niveles de ruido en relación a su temporalidad, es decir, se tomó en cuenta el nivel de ruido promedio en la mañana, medio día y tarde para su esquematización en

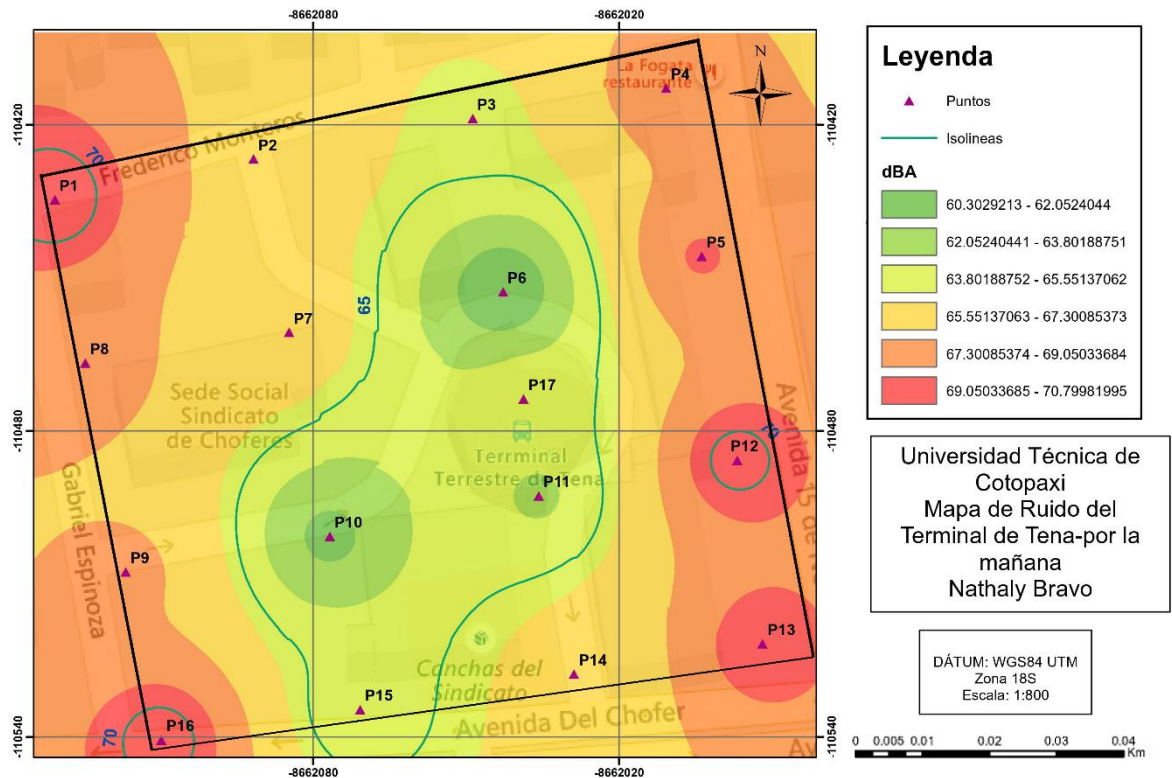


el mapa, al final, se elabora el mapa de ruido del promedio logarítmico de los niveles de ruido registrados en el Terminal Terrestre de Tena.

### 10.2.6 Mapa de ruido temporal del Terminal Terrestre (8:00-9:00am)

**Figura 6.**

*Mapa de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena en la mañana*



**Elaborado por:** Grey Bravo

**Análisis e interpretación:**

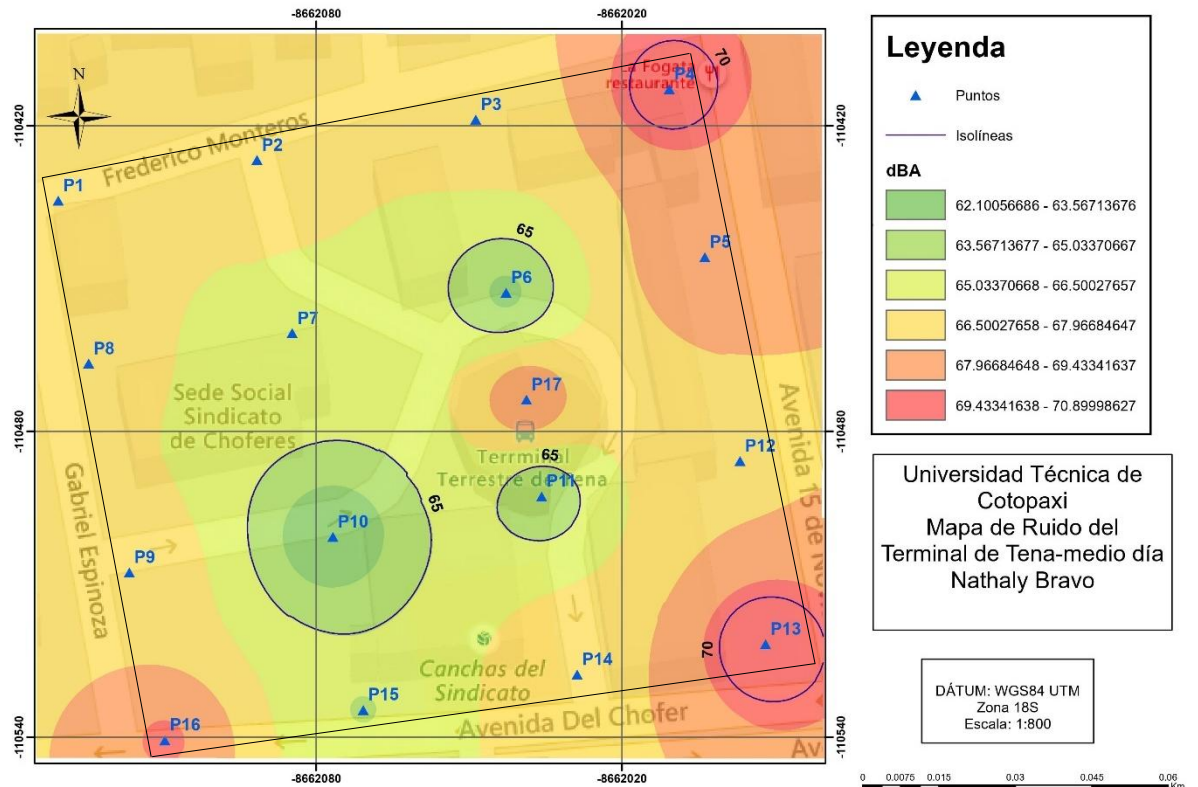
Los mayores niveles de ruido se ubican en los puntos externos al Terminal Terrestre de Tena (P1; P12; P13; P16), siendo influenciados directamente por los locales comerciales con altos parlantes y las fuentes móviles de ruido que circulan por la principal avenida de la ciudad, la av. 15 de noviembre y av. del Chófer, estos puntos de monitoreo alcanzan los 70 dBA, es decir, superan por 10dBA el límite establecido en la norma ambiental. La política futura de lucha contra el ruido, contenido en el Libro Verde de la Comisión Europea refleja que no existe una mejora significativa en la exposición al ruido ambiental, especialmente el ruido del tráfico rodado. Incluso si los niveles de exposición se mantuvieron bastante estables hasta principios de la década de 1980 y las acciones contra los puntos negros por encima de 70dBA. A fines de la década de 1980, en muchos países de Europa Occidental, se ha

registrado un aumento en el rango de 55-65dBA, en la llamada "zona gris", aparentemente debido al rápido crecimiento de flujo de tráfico (CE, 1996).

### 10.2.7 Mapa de ruido temporal del Terminal Terrestre (13:00-14:00pm)

**Figura 7.**

*Mapa de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena al medio día*



**Elaborado por:** Grey Bravo

**Análisis e interpretación:**

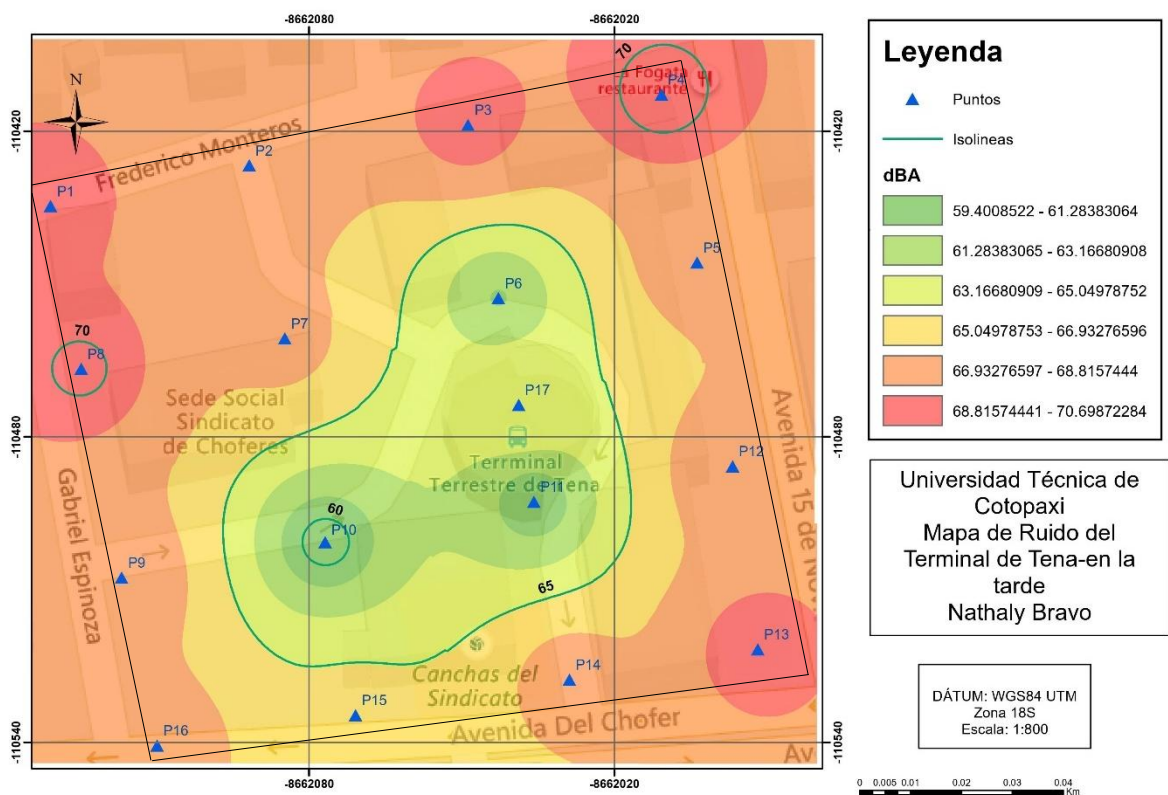
Como se observa en la figura 7 los mayores niveles de ruido se ubican en los puntos externos al Terminal Terrestre de Tena (P4;P13;P16), siendo influenciados directamente por los locales comerciales con altos parlantes y las fuentes móviles de ruido que circulan por la principal avenida de la ciudad, la av. 15 de noviembre y av. del Chófer, estos puntos de monitoreo alcanzan 70 dBA, es decir, superan por 10dBA el límite establecido en la norma ambiental; mientras que, en los puntos de monitoreo interno se registra un promedio de 65dBA, sin embargo, los promedios de los puntos tanto internos y externos exceden los 60dBA establecidos como límite máximo permisible para el periodo diurno en el uso de suelo comercial (CM). En un estudio sobre el problema de la contaminación acústica en grandes núcleos urbanos: caso de Zaragoza, se establecen que dentro de las principales fuentes de ruido en ambientes urbanos según estimaciones internacionales se encuentra el tráfico rodado

con el 80%, seguido por la industria, ferrocarriles y, por último, las actividades de ocio (Rodríguez y Fernández, 2015). Todo parece que nadie quiera reparar en este problema; sólo se ha limitado la circulación de vehículos por el interior de las ciudades cuando la contaminación atmosférica ha alcanzado niveles alarmantes, pero no se ha planteado como medida para evitar o reducir los efectos perjudiciales producidos por la contaminación acústica (García y Garrido, 2003)

### 10.2.8 Mapa de ruido temporal del Terminal Terrestre (17:00-18:00pm)

**Figura 8.**

*Mapa de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena en la tarde*



**Elaborado por:** Grey Bravo

**Análisis e interpretación:**

Como se observa en la figura 8 los puntos de mayor emisión de ruido se localizan al exterior del Terminal Terrestre con valores superiores a los 60dBA establecidos en la norma ambiental, siendo influenciados principalmente por fuentes externas como las fuentes móviles, uso excesivo de la bocina, parlantes de los locales comerciales, vendedores ambulantes, la estación de servicio Terpel. En la Guía para el ruido urbano se expresa que, cuando se trata de identificar los principales impulsores de la contaminación acústica en las ciudades, parece haber un acuerdo general: la circulación de personas y mercancías (carretera,

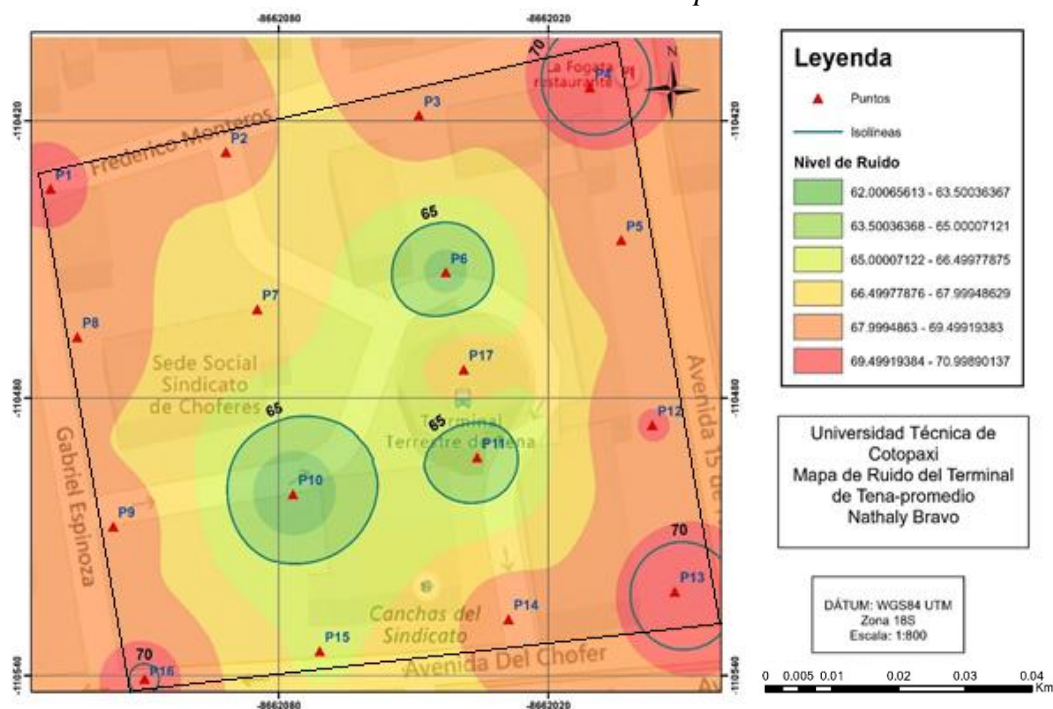
ferrocarril, tráfico aéreo), actividades industriales y comerciales, trabajos de construcción y mantenimiento de edificios e infraestructuras, ubicación de actividades recreativas (especialmente nocturnas) y equipamientos instalados en interiores (como ascensores, sistemas de calefacción y refrigeración, bombas de agua, televisores, equipos de música y electrodomésticos en general) son las principales fuentes de ruido que componen el ambiente acústico o paisaje urbano (Berglund et al, 1999).

### Análisis comparativo de los mapas de ruido de los tres periodos

De los mapas de ruido para los tres periodos se determina que, todos los valores registrados en los puntos externos al Terminal Terrestre (P1-P2-P3-P4-P5-P8-P9-P12-P13-P14-P15-P16) exceden los 60dBA máximos permitidos en la norma, siendo los puntos de mayor emisión de ruido aquellos ubicados en las esquinas (P1; P4; P13; P16) que son influenciados principalmente por fuentes externas móviles, altoparlantes de los locales comerciales, vendedores ambulantes y eventos sociales; así mismo, de los puntos internos (P6-P7-P10-P11) el máximo valor se registra en el P7 (cerca al área de lavadora express de vehículos) debido al uso de la bomba de agua a presión, por la actividad misma e influenciado por la congestión vehicular y uso excesivo de bocinas en la estación de servicio Terpel.

**Figura 9.**

*Mapa de ruido ambiental del Terminal Terrestre de Tena–promedio*



*Elaborado por: Grey Bravo*

#### Análisis e interpretación:

Como se observa en la figura 9, la mayor emisión de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena se genera en los puntos externos, en las calles y avenidas de la periferia, sin embargo, el promedio al interior también registra un nivel alto de ruido, por encima de los 60dBA normado para las FFR's. La Comisión Europea en su informe de junio de 2011 sobre la adopción de La Directiva de Ruido Ambiental (Directiva 2002/49/CE), introduce nuevos datos, como consecuencia del análisis parcial del mapa estratégico de ruido de los ejes principales carreteras, ferrocarriles, aeropuertos y asentamientos. Los resultados indican que, como consecuencia del tráfico en las vías principales, cerca de 40 millones de europeos están expuestos en la noche el nivel de ruido ( $L_n$ ) superior a 50 dBA y alrededor de 56 millones expuestos a niveles de ruido Día-Tarde-Noche ( $L_{den}$ ) superior a 55 dBA; sin embargo, está previsto que estos números se revisen al alza al evaluar el nuevo mapa de ruido (CE, 2011).

### 10.3 Objetivo 3: Propuesta del plan de mitigación para el control del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena.

#### 10.3.1 Ficha de información

Tema:	Plan de mitigación del ruido ambiental.	
Nombre/razón social:	Terminal Terrestre Interprovincial de Tena	
Representante Legal	Sindicato de Choferes Profesionales de Napo	
Ubicación	Provincia: Napo	Parroquia: Tena (urbana)
	Cantón: Tena	Sector: Terminal Terrestre de Tena
Coordenadas Geográficas UTM WGS 84 18 S	X= 186969	Y= 9889442
Uso y gestión del suelo	Uso Comercial (CM)	
Tipo de autorización administrativa ambiental	No posee autorización administrativa ambiental	
Datos del proponente:	Estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente - Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.	
Dirección	Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga	
Contacto telefónico:	0986834615	
Correo electrónico:	<a href="mailto:grey.bravo4938@utc.edu.ec">grey.bravo4938@utc.edu.ec</a>	

#### 10.3.2 Antecedentes

El Terminal Terrestre de Tena fue construido en el año de 1976, en un predio privado perteneciente al Sindicato de Choferes Profesionales de Napo, desde entonces, ha sido de administración privada. Cuenta con aproximadamente 17.000 m<sup>2</sup>, de los cuales 1.000 m<sup>2</sup>

arrienda a la empresa multinacional de distribución y venta de combustibles Terpel (estación de servicio) y 2.300 m<sup>2</sup> arrienda a particulares para actividades de comercio, posee en total 59 locales comerciales. Se ubica en la principal arteria vial de la ciudad, la avenida 15 de noviembre y avenida del chófer. Actualmente, recibe un promedio diario de 240 a 300 pasajeros y un promedio de 10.000 pasajeros al año. Opera con 124 unidades de buses, distribuidas en 14 cooperativas de transporte, siendo la cooperativa local Jumandy la que cuenta con el mayor número de unidades. El Terminal Terrestre no cuenta con la autorización administrativa ambiental, es decir, el proyecto no está regularizado ambientalmente, sin embargo, recientemente actualizó el permiso de uso de suelo en la Dirección de Gestión de Territorio del GAD Municipal de Tena. Por tanto, al no estar regularizado no cuenta con ningún plan de manejo ambiental de ningún tipo.

Cabe mencionar que, en febrero del 2018 se suscribió el contrato para la construcción del nuevo Terminal Terrestre de Tena en el sector de Santa Inés, vía al cantón Archidona, por parte de la Alcaldía de ese entonces a cargo del Prof. Kléver Ron, sin embargo, debido a irregularidades en el contrato, el proyecto no se ejecutó. En la actualidad, el Terminal Terrestre del SCHPN es quién brinda el servicio a la ciudadanía de transporte interprovincial.

### ***10.3.3 Introducción***

El presente plan de minimización para el control de ruido está diseñado en base a los resultados obtenidos en la presente investigación y constará de medidas y/o actividades aplicables a las condiciones de la zona. Esto permitirá el control sobre aquellas fuentes emisoras de ruido que incurren en el incumplimiento de los Límites Máximos Permisibles establecidos en la normativa ambiental ecuatoriana y en una contaminación por ruido, la “contaminación por ruido” fue catalogado genéricamente en 1972 por la OMS como un tipo más contaminación (Álvarez et al., 2017).

La presente propuesta será entregada a la administración del SCHPN con el fin de guiar la toma de decisiones encaminadas a reducir los niveles de ruido interno, además, instar a las autoridades ambiental competentes en el control de la contaminación ambiental, para la realización de monitoreos y aplicación de sanciones, en caso de ser necesario, a los propietarios de fuentes fijas de ruido aledaños al sector, que generan malestar a la ciudadanía en general.

#### **10.3.4 Marco legal**

A nivel local, para la prevención y control de la contaminación por ruido se cuenta con los siguientes instrumentos legales:

- a) Ordenanza Provincial: Sustitutiva que regula la acreditación en todos los procesos relacionados con la prevención, control y seguimiento ambiental, el ejercicio de la potestad sancionadora y reparación integral (Registro Oficial del 30 de agosto del 2021).

Artículo 6.- Control provincial. - En el marco de la competencia de gestión ambiental corresponde al Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo, enmarcado en la normativa ambiental nacional, ejercer las siguientes actividades de control de incidencia provincial:

4. Controlar el cumplimiento de la aplicación de las normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire, ruido.

5. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes en agua, suelo, aire y ruido (GAD Provincial de Napo, 2021).

- b) Ordenanza Municipal que regula y controla la contaminación por ruido generada por fuentes fijas y móviles del cantón Tena. (2006-04-30)

Art.14. De los ruidos producidos por vehículos automotores. – Son los ruidos y vibraciones producidas por automotores a Diesel gasolina u otro combustible. Para su control se tomará en cuenta los parámetros contemplados en el Instructivo General de Aplicación.

Art.15. De los ruidos en el ambiente interior y exterior de departamentos y locales en general. - Se prohíbe la emisión de ruidos o sonidos provenientes de equipos de amplificación u otros desde el interior y exterior de locales destinados entre otros usos; para viviendas, comercio, servicios, talleres, fábricas, discotecas, salas de baile y cualquier fuente fija, con niveles que sobrepasen los límites determinados en el Instructivo General de Aplicación.

### ***10.3.5 Alcance***

El alcance del plan de minimización es del tipo geográfico, enfocado principalmente a los puntos y lugares de mayor emisión de ruido basados en los resultados obtenidos de la investigación.

### ***10.3.6 Plan de mitigación del ruido ambiental***

El presente plan consta de tres subplanes de trabajo, los cuales constan de actividades enfocadas en mitigar el problema principal, el ruido ambiental, los subplanes son los siguientes:

- Subplan de prevención y mitigación
- Subplan de comunicación y capacitación
- Subplan de monitoreo y seguimiento



SUBPLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN					
Objetivo: Controlar y minimizar los impactos ambientales y sociales generados por la emisión de ruido en el Terminal Terrestre de Tena					
Lugar de aplicación: Área de operación del Terminal Terrestre de Tena					
Responsable: Sindicato de Choferes Profesionales de Napo					
Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Frecuencia
Generación de ruido por las unidades de transporte del Terminal Terrestre	Contaminación ambiental por ruido	Mantenimiento periódico de las unidades de transporte interprovincial del Terminal Terrestre de Tena	Número de unidades realizadas el mantenimiento	Reportes / check list / facturas de mantenimiento	Mensual
Generación de ruido por fuentes móviles particulares al interior del Terminal Terrestre	Contaminación ambiental por ruido	Control de vehículos particulares que ingresan por la entrada exclusiva para buses de las cooperativas de transporte	Número de inspecciones	Bitácora de control interno	Diario
Generación de ruido por fuentes emisoras ocasionales	Contaminación ambiental por ruido	Control de vendedores informales con bocinas o parlantes encendidos que	Número de inspecciones	Bitácora de control interno	Diario

		ingresan al Terminal Terrestre			
Generación de ruido por eventos sociales en la parte externa del Terminal Terrestre	Contaminación ambiental por ruido	Regulación de eventos sociales en los exteriores del Terminal Terrestre	Número de eventos sociales	Políticas ambientales para el desarrollo de eventos sociales	Una sola vez
Generación de ruido por los trabajadores del Terminal Terrestre	Impacto sobre la salud	Control de trabajadores que ofertan rutas y frecuencias en el área de boletería con tonos altos de voz.	Prevención del ruido	Políticas ambientales internas	Una sola vez
Uso de timbres al interior del Terminal Terrestre	Impacto sobre la salud	Reducir la potencia sonora de los timbres en el área de boletería	Nivel de ruido (dBA)	Políticas ambientales internas	Una sola vez
Generación de ruido por fuentes emisoras de los locales comerciales internos	Impacto sobre la salud	Control de fuentes de ruido (parlantes, televisores, licuadoras, radios, etc) en los locales comerciales internos	Número de inspecciones	Bitácora de control interno	Diario
Falta de regularización ambiental de la actividad que ejecuta el Terminal Terrestre	Impacto ambiental y social	Regularizar la actividad ante la autoridad ambiental competente.	Autorización administrativa ambiental	Permiso ambiental	Una sola vez

SUBPLAN DE COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN					
Objetivo: Capacitación en educación ambiental, buenas prácticas ambientales para el control y minimización ambiental					
Lugar de aplicación: Instalaciones del Terminal Terrestre de Tena					
Responsable: Sindicato de Choferes Profesionales de Napo					
Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Frecuencia
Falta de conocimiento sobre los efectos del ruido a la salud humana	Enfermedades a largo y corto plazo causadas por el ruido ambiental.	Socialización a trabajadores, arrendatarios y comunidad mediante la entrega de trípticos informativos sobre: -los efectos del ruido ambiental a la salud humana -plan de minimización de ruido ambiental	Número de trípticos entregados	Registro fotográfico / trípticos	Trimestral
	Enfermedades ocupacionales	Capacitación a los trabajadores mediante reuniones planificadas en el coliseo del SCHPN sobre: -enfermedades ocupacionales causadas por el ruido -buenas prácticas ambientales con	Número de capacitaciones	Registro de asistencia / registro fotográfico	Trimestral

		relación al ruido -equipos de protección auditiva -materiales de insonorización acústica			
Generación de reclamos por altos niveles de ruido	Impacto social	Implementar un buzón de quejas y/o recomendaciones a la comunidad para temas de gestión ambiental	Número de reclamos	Registro de reclamos	Una sola vez

**SUBPLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

Objetivo: Verificar el cumplimiento del Plan de Minimización Ambiental en el Terminal Terrestre de Tena

Lugar de aplicación: Terminal Terrestre de Tena

Responsable: Dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Tena / Sindicato de Choferes Profesionales de Napo

Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Frecuencia
-------------------	-------------------	--------------------	-------------	------------------------	------------

Generación de ruido ambiental por Fuentes Móviles	Contaminación ambiental por ruido	Realizar monitoreos de control de ruido periódicos de las FMR, como parte de sus competencias ambientales del GAD Municipal de Tena.	Nivel de ruido (dBA)	Reportes de monitoreo / informes de resultados	Reporte Trimestral
Falta de monitoreos de control del ruido ambiental en el Terminal Terrestre	Contaminación ambiental por ruido	Monitoreo interno de ruido en los puntos de mayor emisión de ruido para corroborar la efectividad del plan	Número de monitoreos	Reportes de monitoreo / informes de resultados	Reporte Trimestral
Seguimiento al plan de minimización de ruido ambiental propuesto.	Contaminación ambiental por ruido	Seguimiento ambiental del presente plan de minimización de ruido en el Terminal Terrestre de Tena.	Número de inspecciones	Bitácora de control interno	Reporte Mensual

#### **10.4 Respuesta de la pregunta científica**

En el Terminal Terrestre de Tena se monitoreó 17 puntos específicos de la FFR cercanos a los puntos críticos de afectación (PCA) establecidos mediante el método de rejilla o cuadrícula, de los cuales se obtuvieron los niveles más altos en los puntos P1 con 69,2dBA; P4 con 69,8dBA; P13 con 70,2dBA y P16 con 69,4dBA, debido principalmente a las fuentes externas móviles, tales como: tráfico vehicular, uso excesivo de bocinas, circulación de maquinaria pesada, parlantes de los locales comerciales, vendedores ambulantes y eventos sociales ocasionales; los niveles máximos de ruido registrados en los puntos internos son: 66,7dBA en el punto P7 y 66,2dBA en el punto P17, siendo las principales fuentes de ruido interno los motores de las unidades de transporte, el servicio de lavadora express de vehículos, la aglomeración de personas en el área de boletería y restaurantes, los trabajadores de las oficinas que ofertan en tonos de voz altos las rutas y horarios y ocasionalmente los vendedores ambulantes que ingresan al Terminal. Todos los puntos de monitoreo registran niveles de ruido ambiental por encima de los límites máximos permitidos por la norma vigente para uso de suelo comercial en el periodo diurno, establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, anexo 5, tabla 1, por lo tanto, se determinó la existencia de contaminación acústica en el Terminal Terrestre de Tena.

## **11 IMPACTOS**

### **11.1 Social**

La evaluación del nivel de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena, permitió en base a los resultados, proponer medidas de mitigación y control de los altos niveles de ruido para mejorar la calidad de vida de la población de interés de este estudio, en este caso, usuarios, trabajadores de las oficinas y trabajadores de los locales comerciales del Terminal Terrestre e indirectamente a toda la población de Tena, e incluso para apoyar en la atracción de turistas que visitan la ciudad en busca de paz y tranquilidad, huyendo precisamente del estrés generado entre muchas otras cosas, por los altos niveles de ruido de las grandes urbes.

### **11.2 Ambiental**

En el tema ambiental, mediante los mapas de ruido y la aplicación del plan de mitigación diseñado en el presente proyecto, se mejoró la calidad acústica urbana interna del Terminal Terrestre en los puntos registrados de mayor emisión, siendo estos los puntos P7 y P17; mientras que, al exterior se ubican los mayores niveles de ruido registrados, siendo estos los puntos P1, P4, P13, P16 correspondientes a las esquinas del Terminal donde los valores superan los 69dBA, siendo 60dBA el valor límite permisible en la norma ambiental, influenciados directamente por el parque automotor, parlantes de los locales comerciales de la zona, por tanto, se insta a las autoridades competentes a controlar y regular las fuentes emisoras de ruido de la urbe.

### **11.3 Económico**

Resulta imprescindible tomar medidas para combatir los altos niveles de ruido y su impacto en la salud humana evitando efectos irreversibles, que a su vez representarían un gasto importante en tratamientos médicos para mejorar la percepción acústica de las personas. En una investigación publicada por el diario el País en su revista de ciencia y ambiente, la Agencia Europea de Medio Ambiente estima que alrededor de 32 millones de europeos sufren ruido, de los cuales 13 millones sufren trastornos del sueño y el ruido, que provocan 72.000 hospitalizaciones y 16.600 muertes prematuras cada año. Por otro lado, un estudio reciente encontró que el ruido de la carretera es responsable del 36% de la carga total de enfermedades debido a la planificación urbana y el tráfico, más que la contaminación del aire (Foraster, 2017, p. 1).

## 12 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 16.**

*Presupuesto para la elaboración del proyecto*

Recursos	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Humano	Investigador	1	\$100.00	\$100.00
	Libreta de campo	1	\$ 2.00	\$ 2.00
Materiales de oficina	Resma de papel bon	2	\$ 5.00	\$ 10.00
	Esferos	2	\$ 0.40	\$ 0.80
	Lápiz	1	\$ 0.30	\$ 0.30
Tecnológicos	Internet (uso)	300 horas	\$ 0.80	\$ 240.00
	Computadora (uso)	300 horas	\$ 1.20	\$ 360.00
	Copias e impresiones	600 hojas	\$ 0.10	\$ 60.00
	Programa Arcgis	1	\$ 20,00	20,00
Transporte	Viajes de revisión de tesis	4	\$20.00	\$80.00
	Pilas	1	\$ 2.00	\$ 4.00
Otros	Papel químico de impresión	11 rollos	\$ 0.75	\$ 8.25
	Anillado	4	\$ 1.50	\$ 4.50
Subtotal				889,85
10% imprevistos				88,9
<b>TOTAL</b>				<b>978,75</b>

## 13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1 Conclusiones

Las principales fuentes emisoras de ruido (FER's) en el Terminal Terrestre de Tena se encuentran en los puntos externos, tales como: tráfico vehicular, uso excesivo de bocinas, parlantes de los locales comerciales, vendedores ambulantes y ocasionalmente, eventos sociales. Mientras que, al interior, las FER's constituyen las unidades de transporte, la aglomeración de personas en el área de boletería y restaurantes, los



trabajadores de las oficinas que ofertan sus rutas y horarios en tonos de voz altos, los vendedores ambulantes que ingresan al Terminal y ocasionalmente los eventos sociales. Además, se determina que los horarios de mayor emisión de ruido ambiental se encuentran comprendido de lunes a viernes en la mañana de 8:00 – 9:00am; al medio día de 13:00 – 14:00pm y en la tarde de 17:00 – 18:00pm, debido a las horas pico o de mayor movilidad en el mismo.

Todos los puntos de monitoreo exceden los 60dBA establecidos como límite máximo permisible en la norma ambiental Acuerdo Ministerial 097-A , siendo los puntos de mayor emisión de ruido el P1 con 69,2dBA; el P4 con 69,8dBA; el P13 con 70,2dBA y el P16 con 69,4dBA, todos ubicados al exterior, en las esquinas del Terminal, sobre la principal vía de la ciudad, la avenida 15 de noviembre, permitiendo elaborar los mapas temporales de ruido encontrados en los 3 horarios de mayor emisión.

Existe una apertura importante por parte de la población, misma que solicita se establezca un plan de mitigación para el control de ruido siendo la Administración del Sindicato de Choferes Profesionales de Napo, quienes deben encaminar este proceso para ello se propone un plan que consta de tres subplanes: plan de prevención y mitigación; comunicación y capacitación; de monitoreo y seguimiento.

### **13.2 Recomendaciones**

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, dar seguimiento y cumplimiento a la Ordenanza Municipal que regula y controla la contaminación por ruido generada por fuentes fijas y móviles del cantón Tena, lo que contempla realizar actividades de monitoreo a las fuentes fijas de ruido como altavoces, parlantes, alarmas, entre otros, de los locales comerciales ubicados sobre la principal vía de la ciudad de Tena; los monitoreos periódicos preventivos a las fuentes móviles de ruido y adicional brindar capacitaciones en educación ambiental sobre temas relacionados al ruido y sus repercusiones en la salud humana.

Dar cumplimiento a la propuesta del plan de mitigación del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena, para en futuras investigaciones, comparar con los niveles de presión sonora obtenidos en la presente investigación, porque la problemática

socioambiental lejos de detenerse, incrementa sus repercusiones en la calidad acústica urbana y salud de la población.

Asimismo, se insta a las autoridades competentes a desarrollar planes y programas de gestión vehicular, para evitar el tráfico y contaminación acústica proveniente de las fuentes móviles de ruido (FMR's).

#### 14 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo Ministerial 061. (2015). Reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. *Ministerio del Ambiente del Ecuador*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>
- Acuerdo Ministerial 097A. (2015). Reforma al libro IX del TULSMA. *del Ministerio del Ambiente*. [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015\\_0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf)
- Álvarez, I., Martínez, J., Pérez, L., Figueroa, F., Mestre, J., & Rivero, M. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39. <https://doi.org/10.11604/pamj.2016.25.44.6479>
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (1999). Guías para el ruido urbano, pp1-6. *Organización Mundial de la Salud*. <https://nica42.tripod.com/docu/ruido2.pdf>
- Comisión Europea, CE (1996). Política futura de lucha contra el ruido. *Libro Verde de la Comisión Europea*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8d243fb5-ec92-4eee-aac0-0ab194b9d4f3/language-es/format-PDF>
- Compilado y adaptado por: Navarro, S. (2018). Estadística. *Universidad Nacional de Ingeniería Recinto Universitario Augusto C. Sandino*. <http://ing.unne.edu.ar/pub/informatica/extras/excel/1IGL.pdf>
- Foraster, M. (2017). El ruido enferma y es un problema de salud pública, p. 1. *Revista Ciencia y Medio Ambiente El País*. [https://elpais.com/elpais/2017/10/02/ciencia/1506943745\\_596305.html](https://elpais.com/elpais/2017/10/02/ciencia/1506943745_596305.html)

- GAD Provincial de Napo. (2021). Ordenanza Provincial: Sustitutiva que regula la acreditación en todos los procesos relacionados con la prevención, control y seguimiento ambiental, el ejercicio de la potestad sancionadora y reparación integral. *Registro Oficial Ecuador*. [www.gadmunicipalelchaco.gob.ec](http://www.gadmunicipalelchaco.gob.ec)
- García, B. y Garrido, F. (2003) La contaminación acústica en nuestras ciudades. *Colección estudios sociales "Fundación La Caixa"*. Obtenido de: [www.estudios.lacaixa.es](http://www.estudios.lacaixa.es)
- Garrido, Á. (1996). Física del sonido. *Libro de Principios Básicos*, 23–40. Madrid. [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/40-719-2\\_MENOS\\_RUIDO\\_MAS\\_VIDA\\_-\\_CUADERNO\\_DE\\_APOYO/40-719-2/5\\_FISICA\\_DEL\\_SONIDO.PDF](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/40-719-2_MENOS_RUIDO_MAS_VIDA_-_CUADERNO_DE_APOYO/40-719-2/5_FISICA_DEL_SONIDO.PDF)
- González, E (2012). Contaminación sonora y derechos humanos. *Libro Serie de Investigaciones: derechos humanos en las políticas públicas*, p. 131. <https://www.sedh.gob.hn/documentos-recientes/35-contaminacion-sonora-y-los-derechos-humanos/file>.
- Herrán, J., & Sánchez, C. (1987). Efectos de la exposición a ruido en la audición. *Ayuntamiento de Zaragoza*, 1, 229–251.
- López, U., Fajardo, D., Chavolla, G., Magaña, R., Mondragón, G., & Robles, M. (2000). Hipoacusia por ruido: un problema de salud y conciencia pública. *Revista de La Facultad de Medicina Universidad Nacional Autónoma de México*, 41–42.
- Morejón, E. (2013). Contaminación ambiental por ruido, enfoque educativo para la prevención en salud. *Revista Mendive Científico Pedagógica*. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/592/591>
- Murray, S., & Larry, S. (2009). Estadística, 4ta Edición (R. del bosque, Ed.). *The McGraw-Hill Companies*. [https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/523771/mod\\_resource/content/1/Estadistica%20de%20Schaum.pdf](https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/523771/mod_resource/content/1/Estadistica%20de%20Schaum.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (2001). ¿A qué equivalen los diferentes niveles de decibelios? *Revista de ciencia y medio ambiente*. <https://www.allpe.com/acustica/ingenieria-acustica/mediciones-acusticas/a-que-equivalen-los-diferentes-niveles-de-decibelios/>

- Norma Técnica Libro VI, A. 5. (2015). Norma técnica que establece los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles. *Ministerio del Ambiente*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112184.pdf>
- Orozco, M., & González, A. (2015). La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades, p. 133. *Revista Académica de Ingeniería. Universidad Autónoma de Yucatán, 19(2)*, 129–136. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750925006.pdf>
- PDYOT Tena. (2021). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Tena 2021-2023. *Registro Oficial*. <https://tena.gob.ec/images/convocatoria/ACTUALIZACION-PDOT-2020-2023.pdf>
- Polanco, C. (2010). Introducción al sonido y la acústica. *Revista de ingeniería acústica*. [www.altana.cl/altanaingenieria/altanaingenieria/altanaingenieria/company/altanaingenieria@altanaing](http://www.altana.cl/altanaingenieria/altanaingenieria/altanaingenieria/company/altanaingenieria@altanaing)
- Rodríguez, C., & Fernández, R. (2015). El problema de la contaminación acústica en nuestras ciudades: evaluación de la actitud que presenta la población juvenil de grandes núcleos urbanos: el caso de Zaragoza. *Universidad de Zaragoza*. <https://zagan.unizar.es/record/48395/files/TESIS-2016-141.pdf>
- Saavedra, L., & Quintanilla, L. (2011). Resultado del estudio subjetivo del ruido y las mediciones de los NPS en el distrito de Miraflores. *Revista Médica Electrónica*. <http://www.miraflores.gob.pe/Gestorw3b/files/pdf/5107-1881-estudio-objetivo-y-subjetivo-03.09.2011.pdf>
- Schweimler, D. (2010). Buenos Aires, la ciudad más ruidosa de América Latina. *BBC News (Corporación Británica de Radiodifusión)*, 1. [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/12/101229\\_buenos\\_aires\\_ruido\\_aw](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/12/101229_buenos_aires_ruido_aw)
- Terán, I., Guijarro, J., & Valdez, M. (1993). Determinación de la contaminación acústica de fuentes fijas y móviles en la vía a Samborondón en Ecuador. *Ambiente y Desarrollo*, 43–56. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd20-38.dcaf>
- Torres, A., & Jaramillo, B. (2016). Evaluación del nivel de ruido ambiental en el Terminal Terrestre de la ciudad de Tena, aplicando un sonómetro integrador II con bandas de

octava, para proponer un plan de manejo ambiental. *Universidad Nacional de Loja*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/14332>

Vida, J. (2013). Planes de acción contra el ruido para el control y gestión sostenible de la contaminación acústica urbana, p.15. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.13140/2.1.2963.0089>

World Health Organization, WHO. (2011). Carga de enfermedad por ruido ambiental: cuantificación de los años de vida saludable perdidos en Europa. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326424/9789289002295-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 15 ANEXOS

## Anexo 1.

## Solicitud para la prestación del equipo de monitoreo al GADM de Tena

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Ingeniería Medio Ambiente
--	---------------------------------------	--	------------------------------

Tena, 14 de diciembre de 2021

Licenciado  
Carlos Guevara  
Alcalde  
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TENA  
En su Despacho. –

De mi consideración

Extendiéndole un cordial y atento saludo, deseándole éxitos en sus funciones encomendadas a tan distinguida institución. Yo Grey Nathaly Bravo Armijos con cédula de ciudadanía N° 1500934938, Estudiante egresada de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (F-CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) me encuentro actualmente realizando el proyecto de investigación con el tema “Evaluación del nivel de ruido ambiental del Terminal Terrestre Interprovincial de Tena”, el mismo que cuenta con la tutoría del Mg. C. José Antonio Andrade Valencia, docente de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.

El presente es para solicitar a su autoridad, delegue a quien corresponda la posibilidad de facilitar los siguientes instrumentos para el proyecto de investigación de tesis.

- Sonómetro
- GPS

El trabajo de investigación de la estudiante está previsto a partir del 03 al 09 de enero de 2022; y de ser posible, se asigne el acompañamiento técnico de un servidor público del GAD durante la ejecución in situ de la investigación (Terminal Terrestre de la ciudad de Tena), establecidos en los siguientes horarios:

Período (monitoreo)	Horas	Frecuencia semanal
Mañana	07H00 a 09H00	Lunes-Domingo (7/7)
Medio día	12H00 a 14H00	Lunes-Domingo (7/7)
Tarde	18H00 a 20H00	Lunes-Domingo (7/7)

Adicionalmente se solicita, que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, extienda un certificado de licencia del instrumento (sonómetro) habilitado para la realización del trabajo y que servirá como anexos de tesis.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, en el caso de aceptar dicho pedido, deberá dar respuesta mediante oficio, a los siguientes correos electrónicos: [grey.bravo4938@utc.edu.ec](mailto:grey.bravo4938@utc.edu.ec) / [nathalybravo1234@hotmail.com](mailto:nathalybravo1234@hotmail.com)

Para efectos comunicación, contactarse a mi número de celular 0986834615.

Con sentimiento de consideración y estima agradezco su atención.

Atentamente,

- Acta de entrega y recepción del equipo de medición del ruido ambiental por parte de la Dirección de Gestión Ambiental del Municipio de Tena.



**DIRECCIÓN DE GESTIÓN Y CONTROL AMBIENTAL**

**ACTA DE ENTREGA RECEPCION**

**N° 3-UOCA-DGA-GADMT-2021**

Quienes suscriben la presente Acta Entrega Recepción, la señorita Grey Nathaly Bravo Armijos, Estudiante Egresada, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (F-CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi "UTC"; y, el Magíster Roberto Germán Villalba Báez, en calidad de Coordinador de la Unidad Operativa de Control Ambiental, quien hace la entrega de un equipo de medición, de propiedad de la **DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL**, con las siguientes características:

- **1 Sonómetro, Marca Cirrus, Modelo CK 382, Serie SH01009, Clase 2.**
- **1 Calibrador, Marca Cirrus, Modelo CK382. Serie PTB-1.61-4028829.**
- **1 Cargador, Marca Cirrus. Modelo CK382. Serie 6607044-5M**
- **1 Impresora de Datos de Medición, Marca Cirrus, Modelo CK 382, Serie RD-UV32-SN\_n1r5udjv1.**
- **1 Maletín porta equipo.**

La señorita Grey Nathaly Bravo Armijos, Estudiante Egresada, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (F-CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi "UTC"; es la **CUSTODIA ADMINISTRATIVA TEMPORAL** de los bienes del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, y declara que el (los) bien(es) antes descritos, se encuentran en perfecto estado de funcionamiento y los recibe a entera satisfacción, quien garantizará su estado de conservación, hasta la fecha prevista de devolución (11 de enero de 2022).

Para constancia de lo antes descrito, firman en una original y dos copias del mismo contenido en las Oficinas de la **DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL**.

Tena, 30 de diciembre de 2021

**RECIBE:**


Srta. Grey Nathaly Bravo Armijos  
c.c. **1500934938**

**EGRESADA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI "UTC"**

**ENTREGADO POR:**

M. Sc. Roberto G. Villalba B.  
**COORDINADOR DE LA UNIDAD  
OPERATIVA DE CONTROL AMBIENTAL**

- Acta de entrega y recepción (devolución) del equipo de medición del ruido ambiental a la Dirección de Gestión Ambiental del Municipio de Tena.



GAD MUNICIPAL  
**Tena**

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN Y CONTROL AMBIENTAL**  
**ACTA DE ENTREGA RECEPCION**  
**N° 4-UOCA-DGA-GADMT-2022**

Quienes suscriben la presente Acta Entrega Recepción, la señorita Grey Nathaly Bravo Armijos, Estudiante Egresada, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (F-CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi "UTC"; y, el Magíster Roberto Germán Villalva Báez, en calidad de Coordinador de la Unidad Operativa de Control Ambiental, quien recibe el equipo de medición, de propiedad de la **DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL**, con las siguientes características:


- **1 Sonómetro, Marca Cirrus, Modelo CK 382, Serie SH01009, Clase 2.**
- **1 Calibrador, Marca Cirrus, Modelo CK382. Serie PTB-1.61-4028829.**
- **1 Cargador, Marca Cirrus. Modelo CK382. Serie 6607044-5M**
- **1 Impresora de Datos de Medición, Marca Cirrus, Modelo CK 382, Serie RD-UV32-SN\_n1r5udjv1.**
- **1 Maletín porta equipo.**

La señorita Grey Nathaly Bravo Armijos, Estudiante Egresada, de la Facultad de Ciencias de Agropecuarias y Recursos Naturales (F-CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi "UTC"; quien fue la **CUSTODIA ADMINISTRATIVA TEMPORAL** de los bienes del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, declara que el (los) bien(es) antes descritos, se encuentran y entrega en perfecto estado de funcionamiento.

Para constancia de lo antes descrito, firman en una original y dos copias del mismo contenido en las Oficinas de la **DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL**.

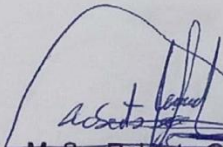

Tena, 11 de enero de 2022

**ENTREGADO POR:**



Srta. Grey Nathaly Bravo Armijos  
c.c. **1500934938**  
**EGRESADA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI "UTC"**



**RECIBE:**

M. Sc. Roberto G. Villalva B.  
**COORDINADOR DE LA UNIDAD  
OPERATIVA DE CONTROL AMBIENTAL**



**Anexo 2.***Solicitud al SCHPN para el desarrollo del proyecto de investigación*


**UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI**

**Ingeniería  
Medio Ambiente**


Tena, 15 de diciembre de 2021

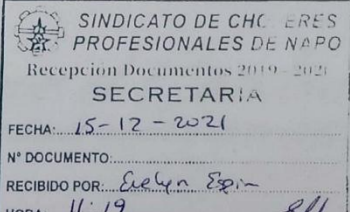
Ingeniero  
Cristian Pico  
**SECRETARIO GENERAL DEL SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DE NAPO**  
En su Despacho. –

De mi consideración

Yo Grey Nathaly Bravo Armijos con N° de cédula 1500934938, estudiante Egresada de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), me dirijo a usted para solicitarle de la manera más cordial me permita desarrollar mi proyecto de Investigación con el tema "Evaluación del nivel de ruido ambiental del Terminal Terrestre Interprovincial de Tena", dentro de las instalaciones del Terminal terrestre de Tena, por el tiempo de 3 meses. La información recopilada será utilizada únicamente con fines académicos y servirá como base para el desarrollo de mi tesis.


Sin otro particular, reciba mi sincero agradecimiento y éxitos en sus funciones diarias al frente de la organización.

  
 Grey Nathaly Bravo Armijos  
 C.I 1500934938  
 Estudiante de Ingeniería en M.A


**SINDICATO DE CHOFERES  
PROFESIONALES DE NAPO**  
 Recepción Documentos 2019 - 2021  
**SECRETARIA**  
 FECHA: 15-12-2021  
 N° DOCUMENTO:  
 RECIBIDO POR: Evelyn Espin  
 HORA: 11:19

Anexo 3.

Certificado de calibración del equipo de medición



**DEGSO Cal**  
Laboratorio de Referencia

Laboratorio DEGSOCAL  
Maripano Páez N73-77 y Calle N73A  
Sector Pionero Alto, Quito - Ecuador  
mail: laboratorio@degso.com;  
adm@laboratorio@degso.com;  
Telf: 022804919 ext. 113, 123

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE SONÓMETRO**

PROCEDIMIENTO:  
R.DC.PC.03

Fecha de Implementación: 03/02/2020  
Revisión No. 2  
CÓDIGO: R-80-01-13

Certificado N°: DC SN 20-018

Página: 1 de 4

---

**CLIENTE:** GOBIERNO AUTONOMO DESENTRALIZADO DEL TENA **Certificado N°** DC SN 20-018

**DIRECCIÓN:** Barrio Central, Calle Juan Montalvo 277 y Abdón Calderón.

**SOLICITANTE:** GAD TENA

---

**DATOS DEL SONÓMETRO**

<b>MARCA:</b> CIRRUS	<b>CLASE:</b> 2
<b>MODELO:</b> CR310	<b>N/S MICROFONO:</b> 1076
<b>NÚMERO DE SERIE:</b> SH01009	<b>N/S PREAMPLIFICADOR:</b> N/D
<b>CÓDIGO:</b> N/A	

---

**Método de Calibración:** Basado en la Norma Técnica IEC 61672-3:2013 Electroacústica Sonómetros Parte 3: Ensayos periódicos.

**Procedimiento Interno N°** R.DC.PC.03


**Patrones empleados:** Calibrador Acústico Multifunción Clase 1, modelo Brüel & Kjær 4226, con número de serie: 2952858  
 Certificado de Calibración N° CAS-456932-74D4N4-801


Multímetro digital Fluke 8845A N/S 2595006  
 Certificado de Calibración N° LMEL20265MUD

**Otros Equipos empleados:** Generador de señales TTI, modelo TGA1241, con número de serie: 421873  
 Certificado de Calibración N° LNDTF20033GFU

**Lugar de Calibración:** Instalaciones DEGSOCAL

**Fecha de Recepción:** 18/11/2020      **Fecha de Calibración:** 18/11/2020      **Fecha de Emisión:** 18/11/2020

**Calibrado por:** Rodrigo Cahueñas **Firma:** 

**Aprobado por:** Edilson Guerrero **Firma:** 

Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento.

Dirección: Maripano Páez N73-77 y calle N73A (Pionero Alto) Quito Ecuador. Teléfono: (02) 280 4919 ext. 113, 123  
 E-mail: rodrigo.cahueñas@degso.com; edilson.guerrero@degso.com; web: www.degso.com

**PRUEBAS DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL CON SEÑAL ACÚSTICA**

**Descripción del método de calibración:**

Empleando el Calibrador Acústico Multifunción Patrón, se aplica al instrumento una señal acústica de referencia a 94dB a 1 kHz. Se registran cinco lecturas de la respuesta para las frecuencias de 125 Hz, 1000 Hz y 8000 Hz, respectivamente. Se reporta el promedio de las lecturas registradas, con las respectivas correcciones aplicadas. Se indica también la tolerancia establecida para cada frecuencia de ensayo de acuerdo a la Norma de referencia.

**RESULTADOS - Prueba Acústica de Ponderación**

**Condiciones Ambientales:**

	Al Inicio	Al Final
Temperatura (°C):	20,6	20,9
Humedad Relativa (%):	56,9	56,0
Presión Atmosférica (kPa):	724,8	724,7

Frecuencia (Hz)	L <sub>Ceq</sub> Prom. (dB)	Pond C (dB)	A* (dB)	B* (dB)	C* (dB)	Leq Corr. (dB)	Desv. a 1kHz (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre Expandida k = 1,96 (dB)	Tolerancia Clase 2
125	93,72	-0,2	-0,06	0,00	0,00	93,66	-0,30	-0,10	0,44	+/- 1,5
1000	94,00	0	-0,04	0,00	0,00	93,96	0,00	0,00	0,42	+/- 1,0
8000	93,60	-3,0	-0,36	0,00	0,00	93,24	-0,72	2,28	0,46	+/- 5,0

\*Leyendas:

- A: Corrección debida al Calibrador multi frecuencia; Fuente: certificado de calibración del instrumento
- B: Corrección debida a efectos de la carcasa del instrumento; Fuente: CIRRLUS Part B Technical Manual V2.3-V2.8
- C: Corrección debida a efectos de una pantalla antiviento; Fuente: CIRRLUS Part B Technical Manual V2.3-V2.8

Se cumple con la especificación si el resultado de la calibración más la incertidumbre expandida no exceden las tolerancias aplicadas

**PRUEBAS DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL CON SEÑALES ELÉCTRICAS**

**Descripción del método de calibración:**

Empleando un sistema generador de señal, se aplica al instrumento una señal eléctrica sinusoidal de referencia a 94dB y un 1 kHz. Se registran cinco lecturas de la respuesta para cada frecuencia en bandas de octava 1:1 establecidas en el rango de 63 Hz a 16 kHz, respectivamente. Se reporta el promedio de las lecturas registradas, con las respectivas correcciones aplicadas. Se indica también la tolerancia establecida para cada frecuencia de ensayo de acuerdo a la Norma de referencia.

**RESULTADOS - Prueba Eléctrica de Ponderación**

**Condiciones Ambientales:**

	Al Inicio	Al Final
Temperatura (°C):	20,9	20,8
Humedad Relativa (%):	56,4	55,9
Presión Atmosférica (kPa):	724,5	724,7

**Ponderación A**

Frecuencia (Hz)	L <sub>Aeq</sub> Prom. (dBA)	Pond A (dBA)	Desv. a 1kHz (dBA)	D* (dBA)	E* (dBA)	Desviación (dBA)	Incertidumbre Expandida k = 1,96 (dBA)	Tolerancia Clase 2
63	67,70	-26,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	+/- 2,0
125	77,70	-16,1	-0,10	0,00	0,00	-0,10	0,45	+/- 1,5
250	85,20	-8,8	-0,10	0,00	0,00	-0,10	0,45	+/- 1,5
500	90,60	0	-0,10	0,00	0,00	-0,10	0,45	+/- 1,5
1000	93,90	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	+/- 1,0
2000	95,10	1,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	+/- 2,0
4000	94,74	1,0	-0,16	0,00	0,00	-0,16	0,50	+/- 3,0
8000	92,10	-1,1	-0,70	0,00	0,00	-0,70	0,47	+/- 5,0
16000	80,70	-6,6	-6,60	0,00	0,00	-6,60	0,46	+5,0; -∞

\*Leyendas:

- D: Corrección debida a efectos de la carcasa del instrumento; Fuente: CIRRLUS Part B Technical Manual V2.3-V2.8
- E: Corrección debida a efectos de una pantalla antiviento; Fuente: CIRRLUS Part B Technical Manual V2.3-V2.8

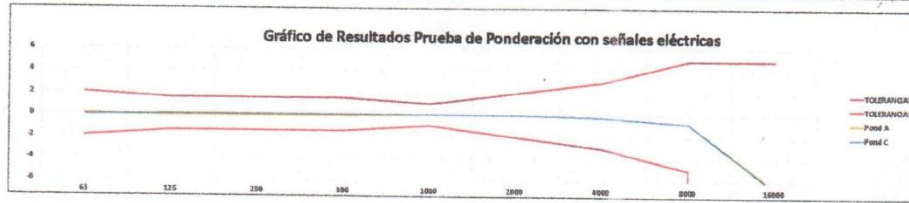
**Ponderación C**

Frecuencia (Hz)	L <sub>Ceq</sub> Prom. (dB)	Pond C (dB)	Desv. a 1kHz (dB)	D* (dB)	E* (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre Expandida k = 1,96 (dB)	Tolerancia Clase 2
63	93,02	-0,8	-0,08	0,00	0,00	-0,08	0,45	+/- 2,0
125	93,70	-0,2	0	0,00	0,00	0,00	0,45	+/- 1,5
250	93,90	0	0	0,00	0,00	0,00	0,45	+/- 1,5
500	93,90	0	0	0,00	0,00	0,00	0,45	+/- 1,5
1000	93,90	0	0	0,00	0,00	0,00	0,44	+/- 1,0
2000	93,70	-0,2	0	0,00	0,00	0,00	0,44	+/- 2,0
4000	92,94	-0,8	-0,16	0,00	0,00	-0,16	0,50	+/- 3,0
8000	90,20	-3,0	-0,7	0,00	0,00	-0,70	0,47	+/- 5,0
16000	78,70	-8,5	-6,7	0,00	0,00	-6,70	0,46	+5,0; -∞

\*Leyendas:

- D: Corrección debida a efectos de la carcasa del instrumento; Fuente: CIRRLUS Part B Technical Manual V2.3-V2.8
- E: Corrección debida a efectos de una pantalla antiviento; Fuente: CIRRLUS Part B Technical Manual V2.3-V2.8

Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento.



**PRUEBAS DE LINEALIDAD ELÉCTRICA**

**Descripción del método de calibración:**

Empleando un sistema generador de señal, se aplica al instrumento señales eléctricas sinusoidales para simular nivel de presión sonora. Se parte de una señal de referencia correspondiente a 94dBA a la frecuencia de 8 kHz. A partir de esta señal de referencia se variará tanto arriba como hacia abajo en saltos de 5 dB, y en saltos de un dB previo a alcanzar los valores límite del rango lineal de funcionamiento del instrumento. Se registran tres lecturas para cada punto de NPS. Se reporta el promedio de las lecturas registradas. Se indica también la tolerancia establecida de acuerdo a la Norma de referencia.

**RESULTADOS - Prueba de Linealidad Eléctrica**

**Condiciones Ambientales:**

	Al Inicio	Al Final
Temperatura (°C):	20,9	20,8
Humedad Relativa (%):	56,4	55,9
Presión Atmosférica (kPa):	724,5	724,7

Frecuencia (Hz):	8000
Rango* (dBA):	20 - 139
Tolerancia(dBA):	+/-0,8
Incertidumbre(dBA):	0,23

Nivel de referencia (dBA):	94,00
Referencia voltaje generador (mV rms):	1800
Ganancia del atenuador para ref (dB):	-30
Offset (dB):	1,10

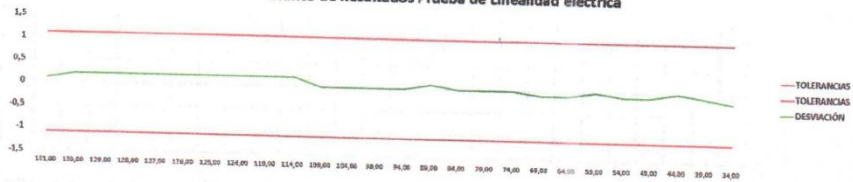
k = 1,96

NPS Ref. (dBA)	LAeq Prom.	Desviación (dBA)
131,00	131,10	0,10
130,00	130,20	0,20
129,00	129,20	0,20
128,00	128,20	0,20
127,00	127,20	0,20
126,00	126,20	0,20
125,00	125,20	0,20
124,00	124,20	0,20
119,00	119,20	0,20
114,00	114,20	0,20
109,00	109,00	0,00
104,00	104,00	0,00
99,00	99,00	0,00
94,00	94,00	0,00
89,00	89,10	0,10
84,00	84,00	0,00
79,00	79,00	0,00
74,00	74,00	0,00
69,00	68,90	-0,10
64,00	63,90	-0,10
59,00	59,00	0,00
54,00	53,90	-0,10
49,00	48,90	-0,10
44,00	44,00	0,00
39,00	38,90	-0,10
34,00	33,80	-0,20

Rango\* El rango de funcionamiento lineal del equipo es de 20 - 139 dBA a 8kHz. Se reporta los resultados en el rango de 34 - 139 dBA.

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento.

**Gráfico de Resultados Prueba de Linealidad eléctrica**



Se cumple con la especificación si el resultado de la calibración más la incertidumbre expandida no exceden las tolerancia aplicadas.

**Incertidumbres:**

Las incertidumbres expandidas de medida para cada una de las pruebas realizadas se ha obtenido multiplicando la respectiva incertidumbre típica de medición por un factor de cobertura  $k = 1,96$  para una distribución normal con una probabilidad de cobertura del 95%.

**Plazo de verificación**

No se establece un plazo para la certificación, ya que la periodicidad de calibraciones es responsabilidad del cliente de acuerdo al uso e historial del instrumento.

**Notas:**

- Los resultados presentados en este certificado corresponden única y exclusivamente al equipo detallado en los datos del instrumento, y el cual fue sometido a las pruebas de calibración.
- El Laboratorio DEGSO no se responsabiliza por la información técnica suministrada por el cliente y/o fabricante del equipo.
- El Laboratorio DEGSO por defecto no emite declaraciones de cumplimiento en los certificados de calibración. Sin embargo, en caso de que el cliente lo solicitara, Los términos de la declaración de cumplimiento y la regla de decisión que se aplicará serán acordes a lo señalado en el procedimiento interno DC.PP.01 - Anexo A.

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento.

**Fin del certificado**

**Anexo 4.***Entrevista semiestructurada para la línea base de ruido ambiental*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**Cuestionario para la Línea base ambiental de ruido  
Terminal Terrestre de la ciudad de Tena**

Información respecto a la operatividad del Terminal Terrestre de Tena

1. ¿Cuántas cooperativas de transporte operan en el Terminal Terrestre?
2. ¿Con cuántas unidades de transporte cuenta cada cooperativa?
3. ¿Con qué frecuencia las cooperativas realizan el mantenimiento de sus unidades?
4. ¿Cuántas áreas de estacionamiento de unidades posee el terminal?
5. ¿Cuántos empleados en total laboran en las oficinas del terminal?
6. ¿Cuántos trabajadores laboran en los locales comerciales del Terminal?
7. ¿Cuántos locales comerciales de arriendo posee el terminal?
8. ¿Cuál es el área total que ocupa el Terminal (m<sup>2</sup>)?
9. ¿Cuál es el uso y gestión del suelo del Terminal?
10. ¿El terminal terrestre cuenta con algún tipo de permiso ambiental, plan de manejo ambiental o plan prevención y mitigación contra el ruido?

## Anexo 5.

### Encuestas para la línea base de ruido ambiental



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**  
**Encuesta para la Línea base ambiental de ruido**  
**Terminal Terrestre de la ciudad de Tena**

- ¿Considera usted que el Terminal Terrestre de Tena genera altos niveles de ruido ambiental? Subraye  
 Sí No
- ¿Cuál es el horario que usted considera se alcanza el mayor nivel de ruido ambiental? (mañana, medio día y tarde) Subraye un horario por periodo  

Mañana	Medio día	Tarde
7:00 – 8:00 am	12:00–13:00 pm	17:00–18:00 pm
8:00 – 9:00 am	13:00–14:00 pm	18:00–19:00 pm
- ¿Qué día de la semana usted considera como el de mayor emisión de ruido ambiental? Subraye  

Lunes a Viernes	Sábado	Domingo
-----------------	--------	---------
- ¿Conoce sobre los efectos de la exposición a altos niveles de ruido en la salud humana? Subraye  
 Sí No
- ¿Cuál es el principal efecto que considera ha tenido en su salud del ruido ambiental? Puede marcar más de uno.  

Fisiológicos	psicológicos	auditivos	efectos en el sueño	rendimiento
--------------	--------------	-----------	---------------------	-------------



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**Encuesta para la Línea base ambiental de ruido**  
**Terminal Terrestre de la ciudad de Tena**

- ¿Considera usted que el Terminal Terrestre de Tena genera altos niveles de ruido ambiental? Subraye  
 Sí No
- ¿Cuál es el horario que usted considera se alcanza el mayor nivel de ruido ambiental? (mañana, medio día y tarde) Subraye un horario por periodo  

Mañana	Medio día	Tarde
7:00 – 8:00 am	12:00–13:00 pm	17:00–18:00 pm
8:00 – 9:00 am	13:00–14:00 pm	18:00–19:00 pm
- ¿Qué día de la semana usted considera como el de mayor emisión de ruido ambiental? Subraye  

Lunes a Viernes	Sábado	Domingo
-----------------	--------	---------
- ¿Conoce sobre los efectos de la exposición a altos niveles de ruido en la salud humana? Subraye  
 Sí No
- ¿Cuál es el principal efecto que considera ha tenido en su salud del ruido ambiental? Puede marcar más de uno.  

Fisiológicos	psicológicos	auditivos	efectos en el sueño	rendimiento
--------------	--------------	-----------	---------------------	-------------

**Anexo 6.***Registro de vehículos para la línea base de ruido ambiental*

 											
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente											
Actividad: Cuento de vehículos que circulan en las calles de la periferia del Terminal Terrestre de Tena											
Fecha	Calle o avenida	Horario	TIPO DE VEHICULO								
			Autos	Camionetas	Motos	Camiones	Buses	Volquetas	Furgonetas	Plataformas	Gallinetas
20/12/2021	Av. 15 de noviembre	8:00 – 9:00am									
		13:00 – 14:00pm									
		17:00 – 18:00pm									
21/12/2021	Av. del chófer	8:00 – 9:00am									
		13:00 – 14:00pm									
		17:00 – 18:00pm									
22/12/2021	Calle Gabriel Espinosa	8:00 – 9:00am									
		13:00 – 14:00pm									
		17:00 – 18:00pm									
23/12/2021	Calle Federico Monteros	8:00 – 9:00am									
		13:00 – 14:00pm									
		17:00 – 18:00pm									
25/12/2021	Av. 15 de noviembre	8:00 – 9:00am									
		13:00 – 14:00pm									
		17:00 – 18:00pm									
26/12/2021	Av. del chófer	8:00 – 9:00am									
		13:00 – 14:00pm									
		17:00 – 18:00pm									

**Anexo 7.***Cuento de vehículos que circulan por la periferia del Terminal en horas pico**Avenida 15 de noviembre*

Fecha:	Tipo de vehículos	Número de vehículos	Total de vehículos	
Lunes 20/12/2021	Autos	354		
	Camionetas	165		
	Motos	115		
	Mañana	Camiones	23	689
	08H00 – 9H00am	Buses	22	
		Furgonetas	6	
		Volquetas	1	
	Plataformas	3		
Medio día	Autos	468	818	
13H00 – 14H00pm	Camionetas	250		



	Motos	40	
	Camiones	27	
	Buses	21	
	Furgonetas	7	
	Volquetas	-	
	Plataformas	5	
	Autos	546	
	Camionetas	216	
	Motos	191	
Tarde	Camiones	14	1.011
17H00 – 18H00pm	Buses	26	
	Furgonetas	16	
	Volquetas	2	
	Plataformas	-	
	<b>Total de vehículos en horas pico</b>		<b>2.518</b>

---

**Elaborado por:** Grey Bravo

Avenida del Chófer

---

Fecha:	Tipo de vehículos	Número de vehículos	Total de vehículos
Martes 21/12/2021			
	Autos	182	
	Camionetas	151	
	Motos	33	
Mañana	Camiones	39	420
08H00 – 9H00am	Buses	7	
	Furgonetas	6	
	Volquetas	1	
	Plataformas	1	
	Autos	267	
	Camionetas	154	
Medio día	Motos	107	576
13H00 – 14H00pm	Camiones	27	
	Buses	12	

	Furgonetas	5	
	Volquetas	1	
	Plataformas	3	
	Autos	350	
	Camionetas	128	
	Motos	129	
Tarde	Camiones	27	
17H00 – 18H00pm	Buses	9	650
	Furgonetas	6	
	Volquetas	1	
	Plataformas	-	
<b>Total de vehículos en horas pico</b>			<b>1.646</b>

---

Elaborado por: Grey Bravo

Calle Gabriel Espinosa

Fecha:	Tipo de vehículos	Número de vehículos	Total de vehículos
Miércoles 22/12/2021			
	Autos	255	
	Camionetas	167	
	Motos	62	
Mañana	Camiones	22	
08H00 – 9H00am	Buses	20	530
	Furgonetas	4	
	Volquetas	-	
	Plataformas	-	
	Autos	296	
	Camionetas	158	
	Motos	124	
Medio día	Camiones	14	
13H00 – 14H00pm	Buses	18	617
	Furgonetas	5	
	Volquetas	2	
	Plataformas	-	

	Autos	301	
	Camionetas	142	
	Motos	146	
Tarde	Camiones	17	
17H00 – 18H00pm	Buses	19	633
	Furgonetas	5	
	Volquetas	3	
	Plataformas	-	
<b>Total de vehículos en horas pico</b>			<b>1.780</b>

**Elaborado por:** Grey Bravo

Calle Federico Monteros

Fecha:	Tipo de	Número de	Total de
Jueves 23/12/2021	vehículos	vehículos	vehículos
	Autos	140	
	Camionetas	73	
	Motos	44	
Mañana	Camiones	13	
08H00 – 9H00am	Buses	8	280
	Furgonetas	-	
	Volquetas	-	
	Plataformas	-	
	Gallinetas	2	
	Autos	173	
	Camionetas	95	
	Motos	87	
Medio día	Camiones	10	
13H00 – 14H00pm	Buses	8	377
	Furgonetas	2	
	Volquetas	1	
	Plataformas	-	
	Gallinetas	1	
Tarde	Autos	153	326

17H00 – 18H00pm	Camionetas	77
	Motos	71
	Camiones	17
	Buses	2
	Furgonetas	6
	Volquetas	-
	Plataformas	-

**Total de vehículos en horas pico**

983

**Elaborado por:** Grey Bravo

Avenida 15 de noviembre

Fecha:	Tipo de vehículos	Número de vehículos	Total de vehículos	
Viernes 24/12/2021	Autos	320	672	
	Camionetas	135		
	Motos	150		
	Mañana	Camiones		32
	08H00 – 9H00am	Buses		25
		Furgonetas		7
		Volquetas		2
		Plataformas		1
Medio día	Autos	454	767	
	Camionetas	236		
	Motos	37		
	13H00 – 14H00pm	Camiones		15
		Buses		18
		Furgonetas		5
		Volquetas		-
	Plataformas			2
Autos		584	1.131	
Tarde		Camionetas		256
17H00 – 18H00pm		Motos		220
	Camiones	25		

Buses	31
Furgonetas	14
Volquetas	1
Plataformas	-

**Total de vehículos en horas pico** 2.570

**Elaborado por:** Grey Bravo

Avenida del Chófer

Fecha:	Tipo de vehículos	Número de vehículos	Total de vehículos
Sábado 25/12/2021			
	Autos	153	
	Camionetas	132	
	Motos	40	
Mañana	Camiones	15	352
08H00 – 9H00am	Buses	10	
	Furgonetas	2	
	Volquetas	-	
	Plataformas	-	
	Autos	147	
	Camionetas	104	
	Motos	41	
Medio día	Camiones	10	310
13H00 – 14H00pm	Buses	6	
	Furgonetas	2	
	Volquetas	-	
	Plataformas	-	
	Autos	153	
	Camionetas	86	
	Motos	64	
Tarde	Camiones	15	326
17H00 – 18H00pm	Buses	3	
	Furgonetas	2	
	Volquetas	3	

Plataformas  
**Total de vehículos en horas pico**

988

Elaborado por: Grey Bravo

**Anexo 8.**

*Resultados de monitoreo del ruido ambiental en el Terminal Terrestre de Tena*

*Resultados del monitoreo de ruido ambiental al Terminal Terrestre de la ciudad de Tena.*

$P_1$	$P_2$	$P_3$
CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 67.9 dB LAeq8h 35.0 dB LAFmax 73.6 dB LAFmin 64.8 dB LCpeak 93.8 dB	CR:310 Tm 00:00:17 LAeqT 65.3 dB LAeq8h 33.1 dB LAFmax 67.6 dB LAFmin 63.3 dB LCpeak 88.1 dB	CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 67.4 dB LAeq8h 34.6 dB LAFmax 75.1 dB LAFmin 56.0 dB LCpeak 91.6 dB
CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 76.1 dB LAeq8h 43.3 dB LAFmax 83.3 dB LAFmin 65.0 dB LCpeak 102.9 dB	CR:310 Tm 00:00:16 LAeqT 69.1 dB LAeq8h 36.6 dB LAFmax 74.2 dB LAFmin 66.7 dB LCpeak 94.8 dB	CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 64.5 dB LAeq8h 31.7 dB LAFmax 70.1 dB LAFmin 56.8 dB LCpeak 89.1 dB
CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 67.8 dB LAeq8h 35.0 dB LAFmax 74.9 dB LAFmin 60.3 dB LCpeak 93.2 dB	CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 75.4 dB LAeq8h 42.6 dB LAFmax 84.4 dB LAFmin 64.8 dB LCpeak 102.6 dB	CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 75.0 dB LAeq8h 42.2 dB LAFmax 83.6 dB LAFmin 60.2 dB LCpeak 108.1 dB
CR:310 Tm 00:00:16 LAeqT 68.2 dB LAeq8h 35.6 dB LAFmax 75.6 dB LAFmin 64.3 dB LCpeak 92.6 dB	CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 62.3 dB LAeq8h 29.5 dB LAFmax 68.8 dB LAFmin 57.9 dB LCpeak 92.4 dB	CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 66.2 dB LAeq8h 33.4 dB LAFmax 76.7 dB LAFmin 56.9 dB LCpeak 90.7 dB
CR:310 Tm 00:00:16 LAeqT 68.2 dB LAeq8h 35.6 dB LAFmax 75.6 dB LAFmin 64.3 dB LCpeak 92.6 dB	CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 73.5 dB LAeq8h 40.7 dB LAFmax 82.4 dB LAFmin 58.3 dB LCpeak 104.3 dB	CR:310 Tm 00:00:15 LAeqT 63.3 dB LAeq8h 30.4 dB LAFmax 68.3 dB LAFmin 58.4 dB LCpeak 83.2 dB

CR:310

P<sub>4</sub>

Tm 00:00:16  
 LAeqT 70.1 dB  
 LAeq8h 37.5 dB  
 LAFmax 80.6 dB  
 LAFmin 60.6 dB  
 LCpeak 92.7 dB

CR:310

Tm 00:00:17  
 LAeqT 65.0 dB  
 LAeq8h 32.7 dB  
 LAFmax 68.4 dB  
 LAFmin 61.6 dB  
 LCpeak 90.0 dB

CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 64.3 dB  
 LAeq8h 31.7 dB  
 LAFmax 68.5 dB  
 LAFmin 58.2 dB  
 LCpeak 87.3 dB

CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 68.1 dB  
 LAeq8h 35.5 dB  
 LAFmax 74.2 dB  
 LAFmin 63.6 dB  
 LCpeak 95.1 dB

CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 69.6 dB  
 LAeq8h 37.0 dB  
 LAFmax 76.5 dB  
 LAFmin 63.5 dB  
 LCpeak 92.8 dB

CR:310

P<sub>5</sub>

Tm 00:00:15  
 LAeqT 64.2 dB  
 LAeq8h 31.4 dB  
 LAFmax 69.7 dB  
 LAFmin 60.9 dB  
 LCpeak 84.7 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 72.3 dB  
 LAeq8h 39.5 dB  
 LAFmax 80.6 dB  
 LAFmin 61.4 dB  
 LCpeak 96.2 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 67.8 dB  
 LAeq8h 34.9 dB  
 LAFmax 73.0 dB  
 LAFmin 63.2 dB  
 LCpeak 91.4 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 66.2 dB  
 LAeq8h 33.3 dB  
 LAFmax 70.9 dB  
 LAFmin 63.7 dB  
 LCpeak 91.6 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 73.0 dB  
 LAeq8h 40.2 dB  
 LAFmax 82.7 dB  
 LAFmin 63.5 dB  
 LCpeak 102.4 dB

CR:310

P<sub>6</sub>

Tm 00:00:16  
 LAeqT 59.1 dB  
 LAeq8h 26.5 dB  
 LAFmax 73.4 dB  
 LAFmin 53.4 dB  
 LCpeak 86.0 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 61.2 dB  
 LAeq8h 28.3 dB  
 LAFmax 70.1 dB  
 LAFmin 56.3 dB  
 LCpeak 88.5 dB

CR:310

Tm 00:00:17  
 LAeqT 60.4 dB  
 LAeq8h 28.1 dB  
 LAFmax 67.0 dB  
 LAFmin 55.5 dB  
 LCpeak 84.7 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 58.2 dB  
 LAeq8h 25.4 dB  
 LAFmax 64.2 dB  
 LAFmin 55.2 dB  
 LCpeak 85.4 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 57.6 dB  
 LAeq8h 24.8 dB  
 LAFmax 60.0 dB  
 LAFmin 55.1 dB  
 LCpeak 86.3 dB

CR:310

$P_7$

Tm 00:00:15  
 LAeqT 59.1 dB  
 LAeq8h 26.2 dB  
 LAFmax 65.0 dB  
 LAFmin 57.1 dB  
 LCpeak 90.2 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 67.3 dB  
 LAeq8h 34.4 dB  
 LAFmax 73.9 dB  
 LAFmin 58.3 dB  
 LCpeak 87.4 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 66.3 dB  
 LAeq8h 33.5 dB  
 LAFmax 78.1 dB  
 LAFmin 62.6 dB  
 LCpeak 94.7 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 62.8 dB  
 LAeq8h 30.0 dB  
 LAFmax 67.3 dB  
 LAFmin 59.6 dB  
 LCpeak 84.1 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 63.6 dB  
 LAeq8h 30.7 dB  
 LAFmax 74.7 dB  
 LAFmin 57.6 dB  
 LCpeak 88.3 dB

CR:310

$P_8$

Tm 00:00:16  
 LAeqT 67.5 dB  
 LAeq8h 34.9 dB  
 LAFmax 76.2 dB  
 LAFmin 59.6 dB  
 LCpeak 96.3 dB

CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 71.5 dB  
 LAeq8h 38.9 dB  
 LAFmax 82.1 dB  
 LAFmin 61.1 dB  
 LCpeak 100.0 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 66.7 dB  
 LAeq8h 33.9 dB  
 LAFmax 70.3 dB  
 LAFmin 63.6 dB  
 LCpeak 94.4 dB

CR:310

Tm 00:00:19  
 LAeqT 78.8 dB  
 LAeq8h 47.0 dB  
 LAFmax 89.2 dB  
 LAFmin 67.2 dB  
 LCpeak 111.4 dB

CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 69.2 dB  
 LAeq8h 36.7 dB  
 LAFmax 79.1 dB  
 LAFmin 61.8 dB  
 LCpeak 95.7 dB

CR:310

$P_9$

Tm 00:00:16  
 LAeqT 60.7 dB  
 LAeq8h 28.1 dB  
 LAFmax 63.7 dB  
 LAFmin 57.1 dB  
 LCpeak 85.6 dB  
 CR:310

Tm 00:00:17  
 LAeqT 63.8 dB  
 LAeq8h 31.5 dB  
 LAFmax 68.2 dB  
 LAFmin 61.2 dB  
 LCpeak 88.4 dB  
 CR:310

Tm 00:00:17  
 LAeqT 60.7 dB  
 LAeq8h 28.4 dB  
 LAFmax 63.0 dB  
 LAFmin 57.8 dB  
 LCpeak 87.6 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 63.3 dB  
 LAeq8h 30.5 dB  
 LAFmax 68.8 dB  
 LAFmin 58.6 dB  
 LCpeak 89.5 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 61.1 dB  
 LAeq8h 28.3 dB  
 LAFmax 66.4 dB  
 LAFmin 56.8 dB  
 LCpeak 86.3 dB



CR:310

P<sub>10</sub>

Tm 00:00:16  
 LAeqT 67.0 dB  
 LAeq8h 34.5 dB  
 LAFmax 72.2 dB  
 LAFmin 56.9 dB  
 LCpeak 90.9 dB

CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 59.1 dB  
 LAeq8h 26.6 dB  
 LAFmax 69.8 dB  
 LAFmin 56.3 dB  
 LCpeak 85.2 dB

CR:310

Tm 00:00:17  
 LAeqT 58.6 dB  
 LAeq8h 26.3 dB  
 LAFmax 68.8 dB  
 LAFmin 55.6 dB  
 LCpeak 84.8 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 56.9 dB  
 LAeq8h 24.1 dB  
 LAFmax 58.8 dB  
 LAFmin 55.7 dB  
 LCpeak 82.6 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 59.2 dB  
 LAeq8h 26.4 dB  
 LAFmax 68.3 dB  
 LAFmin 57.0 dB  
 LCpeak 87.6 dB

CR:310

P<sub>11</sub>

Tm 00:00:15  
 LAeqT 62.8 dB  
 LAeq8h 30.0 dB  
 LAFmax 68.9 dB  
 LAFmin 59.2 dB  
 LCpeak 85.8 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 64.2 dB  
 LAeq8h 31.4 dB  
 LAFmax 74.7 dB  
 LAFmin 58.5 dB  
 LCpeak 94.5 dB

CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 64.8 dB  
 LAeq8h 32.2 dB  
 LAFmax 78.9 dB  
 LAFmin 58.7 dB  
 LCpeak 94.5 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 62.0 dB  
 LAeq8h 29.2 dB  
 LAFmax 69.8 dB  
 LAFmin 58.5 dB  
 LCpeak 84.9 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 63.8 dB  
 LAeq8h 30.9 dB  
 LAFmax 74.8 dB  
 LAFmin 59.4 dB  
 LCpeak 90.3 dB

CR:310

P<sub>12</sub>

Tm 00:00:15  
 LAeqT 67.3 dB  
 LAeq8h 34.5 dB  
 LAFmax 72.8 dB  
 LAFmin 60.4 dB  
 LCpeak 89.8 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 66.3 dB  
 LAeq8h 33.5 dB  
 LAFmax 74.0 dB  
 LAFmin 60.4 dB  
 LCpeak 93.1 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 70.8 dB  
 LAeq8h 37.9 dB  
 LAFmax 84.3 dB  
 LAFmin 63.4 dB  
 LCpeak 99.6 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 62.6 dB  
 LAeq8h 29.7 dB  
 LAFmax 66.6 dB  
 LAFmin 60.2 dB  
 LCpeak 85.7 dB

CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 65.2 dB  
 LAeq8h 32.4 dB  
 LAFmax 69.7 dB  
 LAFmin 61.6 dB  
 LCpeak 91.0 dB

CR:310 **P<sub>13</sub>**  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 64.7 dB  
 LAeq8h 31.9 dB  
 LAFmax 69.4 dB  
 LAFmin 60.9 dB  
 LCpeak 94.6 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 69.2 dB  
 LAeq8h 36.3 dB  
 LAFmax 74.0 dB  
 LAFmin 63.0 dB  
 LCpeak 94.3 dB  
 CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 69.2 dB  
 LAeq8h 36.7 dB  
 LAFmax 75.0 dB  
 LAFmin 65.2 dB  
 LCpeak 95.9 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 67.9 dB  
 LAeq8h 35.1 dB  
 LAFmax 71.0 dB  
 LAFmin 64.5 dB  
 LCpeak 93.5 dB  
 CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 66.4 dB  
 LAeq8h 33.9 dB  
 LAFmax 69.7 dB  
 LAFmin 62.9 dB  
 LCpeak 88.8 dB

CR:310 **P<sub>14</sub>**  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 68.4 dB  
 LAeq8h 35.6 dB  
 LAFmax 74.1 dB  
 LAFmin 57.1 dB  
 LCpeak 94.7 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 62.0 dB  
 LAeq8h 29.2 dB  
 LAFmax 67.5 dB  
 LAFmin 57.2 dB  
 LCpeak 86.7 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 59.4 dB  
 LAeq8h 26.6 dB  
 LAFmax 64.6 dB  
 LAFmin 56.6 dB  
 LCpeak 90.7 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 62.1 dB  
 LAeq8h 29.3 dB  
 LAFmax 68.0 dB  
 LAFmin 57.7 dB  
 LCpeak 88.8 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 61.0 dB  
 LAeq8h 28.1 dB  
 LAFmax 64.9 dB  
 LAFmin 58.0 dB  
 LCpeak 86.7 dB

CR:310 **P<sub>15</sub>**  
 Tm 00:00:16  
 LAeqT 64.7 dB  
 LAeq8h 32.2 dB  
 LAFmax 77.5 dB  
 LAFmin 56.5 dB  
 LCpeak 101.4 dB  
 CR:310

Tm 00:00:16  
 LAeqT 63.6 dB  
 LAeq8h 31.0 dB  
 LAFmax 73.7 dB  
 LAFmin 57.4 dB  
 LCpeak 93.4 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 68.0 dB  
 LAeq8h 35.2 dB  
 LAFmax 77.7 dB  
 LAFmin 61.0 dB  
 LCpeak 98.7 dB  
 CR:310

Tm 00:00:15  
 LAeqT 64.9 dB  
 LAeq8h 32.0 dB  
 LAFmax 71.1 dB  
 LAFmin 58.8 dB  
 LCpeak 97.4 dB  
 CR:310

Tm 00:00:17  
 LAeqT 63.6 dB  
 LAeq8h 31.3 dB  
 LAFmax 72.9 dB  
 LAFmin 58.4 dB  
 LCpeak 89.8 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 67.7 dB  
 LAeq8h 34.9 dB  
 LAFmax 72.6 dB  
 LAFmin 60.7 dB  
 LCpeak 90.5 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 71.5 dB  
 LAeq8h 38.6 dB  
 LAFmax 75.8 dB  
 LAFmin 62.7 dB  
 LCpeak 97.7 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 62.2 dB  
 LAeq8h 29.4 dB  
 LAFmax 65.2 dB  
 LAFmin 58.8 dB  
 LCpeak 87.8 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 74.4 dB  
 LAeq8h 41.6 dB  
 LAFmax 91.0 dB  
 LAFmin 63.8 dB  
 LCpeak 101.1 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 63.4 dB  
 LAeq8h 30.5 dB  
 LAFmax 71.1 dB  
 LAFmin 59.2 dB  
 LCpeak 87.9 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 64.5 dB  
 LAeq8h 31.7 dB  
 LAFmax 70.8 dB  
 LAFmin 56.1 dB  
 LCpeak 88.6 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 67.9 dB  
 LAeq8h 35.0 dB  
 LAFmax 77.0 dB  
 LAFmin 57.2 dB  
 LCpeak 94.4 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 59.4 dB  
 LAeq8h 26.6 dB  
 LAFmax 68.8 dB  
 LAFmin 56.0 dB  
 LCpeak 84.7 dB

CR:310  
 Tm 00:00:15  
 LAeqT 62.6 dB  
 LAeq8h 29.8 dB  
 LAFmax 70.4 dB  
 LAFmin 57.6 dB  
 LCpeak 86.6 dB

CR:310  
 Tm 00:00:17  
 LAeqT 65.7 dB  
 LAeq8h 33.4 dB  
 LAFmax 82.1 dB  
 LAFmin 56.7 dB  
 LCpeak 94.8 dB

**P<sub>16</sub>**

**P<sub>17</sub>**

# RUIDO DE FONDO (residual)

Station	Time	LAeqT	LAeq8h	LAfmax	LAfmin	LCpeak
P3	CR:310					
	Tm 00:00:16	48.5	16.0	55.0	45.9	73.6
	LAeqT	48.5	16.0	55.0	45.9	73.6
	LAeq8h	16.0				
	LAfmax	55.0				
P5	CR:310					
	Tm 00:00:17	47.7	15.4	52.1	45.0	72.9
	LAeqT	47.7	15.4	52.1	45.0	72.9
	LAeq8h	15.4				
	LAfmax	52.1				
P7	CR:310					
	Tm 00:00:16	44.4	11.9	48.2	42.1	71.6
	LAeqT	44.4	11.9	48.2	42.1	71.6
	LAeq8h	11.9				
	LAfmax	48.2				
P3	CR:310					
	Tm 00:00:15	49.4	16.6	55.7	46.4	74.3
	LAeqT	49.4	16.6	55.7	46.4	74.3
	LAeq8h	16.6				
	LAfmax	55.7				
P5	CR:310					
	Tm 00:00:15	46.4	13.6	50.1	45.4	70.7
	LAeqT	46.4	13.6	50.1	45.4	70.7
	LAeq8h	13.6				
	LAfmax	50.1				
P7	CR:310					
	Tm 00:00:15	45.2	12.4	49.3	43.9	72.6
	LAeqT	45.2	12.4	49.3	43.9	72.6
	LAeq8h	12.4				
	LAfmax	49.3				
P3	CR:310					
	Tm 00:00:15	47.1	14.3	49.9	46.4	73.1
	LAeqT	47.1	14.3	49.9	46.4	73.1
	LAeq8h	14.3				
	LAfmax	49.9				
P5	CR:310					
	Tm 00:00:15	48.2	15.3	54.0	45.7	75.3
	LAeqT	48.2	15.3	54.0	45.7	75.3
	LAeq8h	15.3				
	LAfmax	54.0				
P7	CR:310					
	Tm 00:00:15	45.2	12.4	49.3	43.9	72.6
	LAeqT	45.2	12.4	49.3	43.9	72.6
	LAeq8h	12.4				
	LAfmax	49.3				
P3	CR:310					
	Tm 00:00:15	47.3	14.4	56.5	46.5	76.1
	LAeqT	47.3	14.4	56.5	46.5	76.1
	LAeq8h	14.4				
	LAfmax	56.5				
P5	CR:310					
	Tm 00:00:18	48.2	16.1	51.9	46.2	72.5
	LAeqT	48.2	16.1	51.9	46.2	72.5
	LAeq8h	16.1				
	LAfmax	51.9				
P7	CR:310					
	Tm 00:00:15	44.9	12.1	50.4	43.8	75.6
	LAeqT	44.9	12.1	50.4	43.8	75.6
	LAeq8h	12.1				
	LAfmax	50.4				
P3	CR:310					
	Tm 00:00:16	47.7	15.1	51.4	46.7	74.0
	LAeqT	47.7	15.1	51.4	46.7	74.0
	LAeq8h	15.1				
	LAfmax	51.4				
P5	CR:310					
	Tm 00:00:15	57.4	24.6	73.3	47.5	89.0
	LAeqT	57.4	24.6	73.3	47.5	89.0
	LAeq8h	24.6				
	LAfmax	73.3				
P7	CR:310					
	Tm 00:00:15	44.9	12.1	50.4	43.8	75.6
	LAeqT	44.9	12.1	50.4	43.8	75.6
	LAeq8h	12.1				
	LAfmax	50.4				
P12	CR:310					
	Tm 00:00:15	49.9	17.0	55.4	44.9	74.1
	LAeqT	49.9	17.0	55.4	44.9	74.1
	LAeq8h	17.0				
	LAfmax	55.4				
P14	CR:310					
	Tm 00:00:15	56.8	24.0	61.2	55.2	80.2
	LAeqT	56.8	24.0	61.2	55.2	80.2
	LAeq8h	24.0				
	LAfmax	61.2				
P17	CR:310					
	Tm 00:00:16	53.4	20.8	59.1	49.2	76.4
	LAeqT	53.4	20.8	59.1	49.2	76.4
	LAeq8h	20.8				
	LAfmax	59.1				

**Anexo 10.**

*Equipo de medición del ruido ambiental*

-Sonómetro marca Cirrus, modelo CK 382, serie SH01009, clase 2



-Calibrador marca Cirrus, modelo CK 382, serie PTB-1.61 - 4028829

-Cargador de impresora marca Cirrus, modelo CK 382, serie 6607044-5M



-Impresora de datos de medición marca Cirrus, modelo CK 382, serie RD-UV32-SN\_n1r5udjv1



-Maletín porta equipos



-Trípode de sonómetro



-Espanja protectora contravientos



- HDMI Cable de impresora



**Anexo 11.**

*Monitoreo de ruido ambiental*

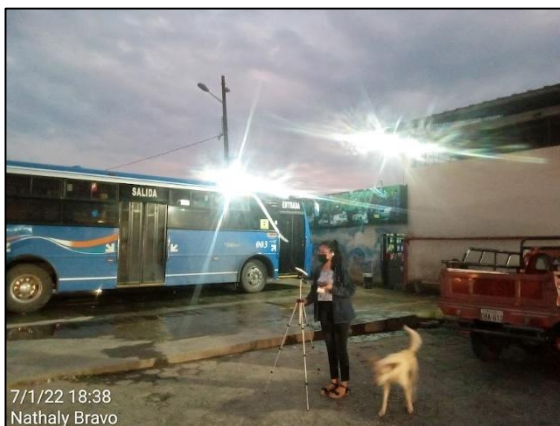
-Punto 1. calle Gabriel Espinosa y Federico Monteros (esquina)



-Punto 4. Av. 15 de noviembre y calle Federico Monteros (esquina)



-Punto 7. Lavadora express de vehículos



-Punto 8. calle Gabriel Espinosa (coliseo del SCHPN)



-Punto 9. Entrada y salida de buses



-Punto 10: Estacionamiento de buses



-Punto 11. Ingreso de usuarios al área de boletería



-Punto 12. Av. 15 de noviembre



-Punto 16. Av. del chófer y calle Gabriel Espinosa (esquina)



-Punto 17. Centro del Terminal (área de boletería)



Conteo de vehículos que circulan por la periferia del Terminal Terrestre en horas pico

