



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO DE FONDO Y
AMBIENTAL PROVENIENTE DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS
EN LA CIUDAD DE ECHEANDIA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: ERICK JOSHUA GUERRERO BONILLA

DIRECTOR: Dr. JOSÉ GERARDO LEÓN CHIMBOLEMA. MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Erick Joshua Guerrero Bonilla

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, ERICK JOSHUA GUERRERO BONILLA, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de Julio del 2021.



.....
Erick Joshua Guerrero Bonilla

CI: 020237842-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular: Tipo Proyecto Técnico: **“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO DE FONDO Y AMBIENTAL PROVENIENTE DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS EN LA CIUDAD DE ECHEANDIA”**, de responsabilidad del señor **ERICK JOSHUA GUERRERO BONILLA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Juan Carlos González García. PhD. PRESIDENTE DEL TRIUNAL	_____	2021-07-30
Dr. José Gerardo León Chimbolema. MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2021-07-30
Ing. María Rafaela Viteri Uzcátegui. MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021-07-30

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, a mis padres Kleber Guerrero y Alexandra Bonilla, así mismo a toda mi familia quienes con su amor, dedicación y esfuerzo me han sabido formar con buenos sentimientos, hábitos y valores los cuales me han sido de mucha ayuda para salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

De igual forma a mi Abuela y mis tios que ya no están conmigo, pero que en su momento me daban fuerzas para culminar con mis estudios, ahora han estado cuidándome y guiándome desde el cielo, a ellos les dedico esta tesis.

Especialmente le dedico esta tesis a una persona muy importante para mí, a usted mujer, por estar conmigo en todo momento, por su paciencia, por su ayuda, por su comprensión, por su fuerza, por ser tal y como es. Es la persona que ha vivido de cerca todo el trabajo realizado. Verdaderamente usted logra llenarme de valor para alcanzar la armonía que me permite dar lo mejor de mí.

Y a mis amigos/as, que siempre estuvieron pendientes de todos mis avances hasta culminar con este trabajo.

¡Por ellos y para ellos, bendiciones!

Erick

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradecido con Dios por regalarme la oportunidad de estar aquí, por ser mi guía en lo que llevo de mi vida, por esas grandes bendiciones que me ha sabido regalar a lo largo de toda mi carrera, para llegar hasta donde ahora me encuentro.

Al concluir con un trabajo arduo y colmado de dificultades, como lo es el desarrollo de una tesis, esto inmediatamente te llena de total satisfacción por todo el aporte que se ha entregado. Sin embargo, la dimensión de este aporte hubiese sido imposible sin la colaboración de personas e instituciones las cuales aportaron en gran manera para que se haga realidad este trabajo de titulación. Por tal razón, Hago uso de este espacio, siendo para mí un gran placer poder utilizarlo para ofrecerles mis más sinceros agradecimientos.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO por brindarme la oportunidad de convertirme en un profesional.

Así mismo, agradezco a todos los docentes que, con mucha dedicación y esfuerzo, supieron guiarme y compartir conmigo sus conocimientos para terminar mis estudios con mucho éxito.

De igual manera, agradezco al Dr. Gerardo León director de mi tesis, por su rectitud en su profesión como docente, por haberme dado todos esos buenos consejos para la elaboración de este proyecto.

Y sin duda alguna, expresar mi más profundo y sentido agradecimiento a mis padres, Alexandra Bonilla y Kleber Guerrero por dar su mayor esfuerzo para mi, a mis Tías que sin su apoyo y colaboración habría sido imposible culminar este proyecto y sobre todo a mi tía Iliana por ser un ejemplo de valentía y superación.

Son varias las personas que han sido parte de mi vida como estudiante. Algunas están aquí conmigo, otras en mis recuerdos y en mi corazón, donde quiera que se encuentren quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Erick

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1.	Sonido.....	4
1.1.1.	<i>Ondas sonoras y su propagación.....</i>	4
1.1.2.	<i>Clasificación de las ondas sonoras.....</i>	6
1.1.3.	<i>Potencia sonora.....</i>	6
1.1.4.	<i>Intensidad sonora.....</i>	6
1.1.5.	<i>Presión sonora.....</i>	7
1.1.6.	<i>Psicoacústica.....</i>	7
1.2.	Ruido.....	8
1.2.1.	<i>Tipos de ruido.....</i>	9
1.2.2.	<i>Fuentes emisoras de ruido.....</i>	10
1.2.3.	<i>Efectos del ruido en la salud humana.....</i>	11
1.2.4.	<i>Evaluación del ruido.....</i>	11
1.3.	Marco legal aplicable.....	12
1.3.1.	<i>Niveles máximos de emisión de ruido.....</i>	12

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	14
2.1.	Tipo y diseño de Investigación.....	14
2.2.	Método descriptivo.....	14
2.3.	Unidad de análisis.....	14
2.4.	Etapas de la investigación.....	14
2.4.1.	<i>Determinación del lugar de estudio.....</i>	14

2.4.2.	<i>Línea base de ruido ambiental</i>	15
2.4.3.	<i>Niveles máximos de emisión de ruido</i>	17
2.4.4.	<i>Elaboración del plan de mitigación</i>	22

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1.	Línea base.	23
3.1.1.	<i>Determinación de la muestra.</i>	23
3.1.2.	<i>Resultados de las encuestas.</i>	23
3.1.3.	<i>Caracterización de las unidades educativas y descripción de procesos.</i>	26
3.1.4.	<i>Uso de suelo.</i>	29
3.2.	Determinación del nivel de ruido emitido por las unidades educativas del cantón Echeandía.	30
3.2.1.	<i>Puntos críticos de afectación</i>	30
3.2.2.	<i>Puntos de Monitoreo</i>	40
3.3.	Plan de minimización de ruido ambiental.	55
3.3.1.	<i>Información general del proyecto</i>	55
3.3.2.	<i>Introducción</i>	56
3.3.3.	<i>Alcance</i>	56
3.3.4.	<i>Objetivos</i>	57
3.3.5.	<i>Antecedentes</i>	57
3.3.6.	<i>Programa de minimización de ruido ambiental emitido por las unidades educativas.</i>	58
3.3.7.	<i>Recomendaciones.</i>	59
	CONCLUSIONES	60
	RECOMENDACIONES	61
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Elementos de ondas sinusoidales.	5
Tabla 1-2: Efectos del ruido según la OMS	11
Tabla 1-3: Niveles máximos de emisión (L _{Keq}) para fuentes fijas de ruido (FFR).	13
Tabla 2-1: Materiales y equipos para las mediciones de presión sonora.	17
Tabla 2-2: Características del monitoreo para la línea base de las unidades educativas.	18
Tabla 2-3: Características del monitoreo para la evaluación de ruido en las unidades educativas.	18
Tabla 3-1: Muestra estimada por dominio perteneciente a cada unidad educativa	23
Tabla 3-2: Características de las unidades educativas del cantón Echeandía.....	27
Tabla 3-3: Proceso llevado a cabo en el sector educativo.....	29
Tabla 3-4: Coordenadas de los puntos monitoreados para la línea base de la Unidad educativa 5 de Octubre.	31
Tabla 3-5: Resultados del monitoreo en los puntos críticos de afectación.....	32
Tabla 3-6: Coordenadas de los puntos monitoreados para la línea base de la Unidad Educativa Sabanetillas	33
Tabla 3-7: Resultados del monitoreo en los puntos críticos de afectación – Unidad Educativa Sabanetillas	34
Tabla 3-8: Coordenadas de los puntos monitoreados para la línea base de la Unidad Educativa Adolfo Páez.....	36
Tabla 3-9: Resultados del monitoreo en los puntos críticos de afectación.....	36
Tabla 3-10: Coordenadas de los puntos monitoreados para la línea base de la Unidad Educativa Galo Plaza Lasso.....	38
Tabla 3-11: Resultados del monitoreo en los puntos críticos de afectación.....	39
Tabla 3-12: Ubicación de los puntos de medición de ruido.....	41
Tabla 3-13: Resultados del monitoreo de ruido en la UE 5 de Octubre.....	41
Tabla 3-14: Ubicación de los puntos de medición de ruido.....	44
Tabla 3-15: Resultados del monitoreo de ruido en la UE Sabanetillas	45
Tabla 3-16: Ubicación de los puntos de medición de ruido.....	48
Tabla 3-17: Resultados del monitoreo de ruido en la UE Adolfo Páez	49
Tabla 3-18: Ubicación de los puntos de medición de ruido.....	52
Tabla 3-19: Resultados del monitoreo de ruido en la UE Galo Plaza Lasso.....	53
Tabla 3-20: Información general del proyecto	55
Tabla 3-21: Programa de minimización de ruido ambiental en las unidades educativas del cantón Echeandía.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Elementos de una onda sinusoidal a) con respecto a la distancia y b) con respecto al tiempo.	4
Figura 1-2: Propagación del sonido de una fuente puntual.	5
Figura 1-3: Nivel sonoro y frecuencia de diferentes fuentes.	8
Figura 1-4: Ruido continuo (dB vs T).....	9
Figura 1-5: Ruido Intermitente (dB vs T)	9
Figura 1-6: Ruido impulsivo.....	10
Figura 1-7: Principales fuentes de ruido a nivel internacional.	10
Figura 2-1: Mapa de ubicación de proyecto.	15
Figura 2-2: Flujograma para calcular el LK _{eq} para ruido específico, no impulsivo y sin contenido energético alto.	21
Figura 3-1: Puntos críticos de afectación - Unidad educativa 5 de Octubre	30
Figura 3-2: Puntos críticos de afectación - Unidad Educativa Sabanetillas.....	33
Figura 3-3: Puntos críticos de afectación - Unidad Educativa Adolfo Páez	35
Figura 3-4: Puntos críticos de afectación. Unidad Educativa Galo Plaza Lasso.....	38
Figura 3-5: Puntos de monitoreo de ruido. Unidad educativa 5 de Octubre.....	40
Figura 3-6: Puntos de monitoreo de ruido - Unidad Educativa Sabanetillas	44
Figura 3-7: Puntos de monitoreo de ruido - Unidad Educativa Adolfo Páez.....	48
Figura 3-8: Puntos de monitoreo de ruido Unidad educativa Galo Plaza Lasso.	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1: Resultados obtenidos en la pregunta 1 de la encuesta (Estadístico: Porcentaje)....	23
Gráfico 3-2: Resultados obtenidos en la pregunta 2 de la encuesta (Estadístico: Frecuencia)...	24
Gráfico 3-3: Resultados obtenidos en la pregunta 3 de la encuesta (Estadístico: Porcentaje)....	25
Gráfico 3-4: Resultados obtenidos en la pregunta 4 de la encuesta (Estadístico: Porcentaje)....	25
Gráfico 3-5: Gráfico nivel de presión sonora de los PCA de la UE 5 de Octubre	32
Gráfico 3-6: Nivel de presión sonora de los PCAs de la UE Sabanetillas	34
Gráfico 3-7: Nivel de presión sonora de los PCAs de la UE Adolfo Páez.....	37
Gráfico 3-8: Nivel de presión sonora de los PCA de la UE Galo Plaza Lasso.	39
Gráfico 3-9: Nivel de presión sonora de la UE 5 de octubre en horario de 7H00 a 8H00	42
Gráfico 3-10: Nivel de presión sonora de la UE 5 de octubre en horario de 10H00 a 11H00 ..	42
Gráfico 3-11: Nivel de presión sonora de la UE 5 de octubre en horario de 12H00 a 13H00 ..	43
Gráfico 3-12: Nivel de presión sonora de la UE Sabanetillas en horario de 07H00 a 08H00 ...	45
Gráfico 3-13: Nivel de presión sonora de la UE Sabanetillas en horario de 10H00 a 11H00 ...	46
Gráfico 3-14: Nivel de presión sonora de la UE Sabanetillas en horario de 12H00 a 13H00 ...	47
Gráfico 3-15: Nivel de presión sonora de la UE Adolfo Páez en horario de 07H00 a 08H00 ..	49
Gráfico 3-16: Nivel de presión sonora de la UE Adolfo Páez en horario de 10H00 a 11H00 ..	50
Gráfico 3-17: Nivel de presión sonora de la UE Adolfo Páez en horario de 12H00 a 13H00 ..	51
Gráfico 3-18: Nivel de presión sonora de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 07H00 a 08H00	53
Gráfico 3-19: Nivel de presión sonora de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 10H00 a 11H00	54
Gráfico 3-20: Nivel de presión sonora de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 12H00 a 13H00	55

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MODELO DE ENCUESTA
- ANEXO B:** FOTOGRAFÍAS DEL SONÓMETRO UTILIZADO EN EL PROYECTO
- ANEXO C:** FOTOGRAFÍAS DEL MONITOREO EN LAS UNIDADES EDUCATIVAS
- ANEXO D:** CADENA DE CUSTODIA
- ANEXO E:** FOTOGRAFÍAS DE LA APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AM	Acuerdo Ministerial
AR	Agrícola residencial
CM	Comercial
EQ1	Equipamiento de servicios sociales
EQ2	Equipamiento de servicios públicos
FER	Fuente emisora de ruido
FFR	Fuente fija de ruido
NPS	Nível de presión sonora.
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
PCA	Punto Crítico de Afectación
PE	Protección ecológica
PUGS	Plan de Uso y Gestión de Suelo.
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSMAN	Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía
R1	Residencial
RN	Recursos Naturales
UE	Unidad Educativa

RESUMEN

Se determinó el nivel de presión sonora generado en cuatro Unidades Educativas (UE) del cantón Echeandía para identificar sitios de mayor contaminación acústica y elaborar un plan de minimización de ruido. Se procedió con el levantamiento de la línea base mediante utilización de herramientas estadísticas e inspecciones, después se realizó el monitoreo de diez puntos por cada UE, se consideraron horarios en los que se registran los picos más altos de Nivel de presión sonora (NPS) 07H-08H00, 10H00-11H00 y 12H00-13H00; los datos obtenidos se procesaron con base en la metodología detallada en el Acuerdo Ministerial 097-A. Los LK_{eq} más altos registrados son: el punto 6 de la UE 5 de octubre en horario de 10H00-11H00 con un LK_{eq} de 85 dB (A), el punto 9 de la UE Sabanetillas en horario de 07H00-08H00 con un LK_{eq} de 92,3 dB (A), el punto 6 de la UE Adolfo Páez en horario de 10H00-11H00 con un LK_{eq} de 95,6 dB (A) y el punto 4 de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 07H00- 08H00 con un LK_{eq} de 83,7 dB (A). Los valores obtenidos se contrastaron con los límites permisibles, estipulados en la norma, dando como resultado que tan solo son el punto 6 de 07H00-08H00 con un LK_{eq} de 49.9 dB (A) y el punto 7 de 10H00-11H00 con un LK_{eq} de 51.8 dB (A), “cumplen” con el límite permisible; mientras que los demás de puntos “no cumplen”. Se determinó que en efecto existe un problema de ruido en la zona de estudio, a razón de esto se elaboró un plan de minimización de ruido ambiental para reducir la contaminación acústica. Se recomienda verificar el estado del sonómetro antes y después del monitoreo de cada punto.

Palabras clave: <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <RUIDO AMBIENTAL>, <CONTAMINACIÓN ACÚSTICA>, <REDUCCIÓN DE RUIDO >, < RUIDO EN UNIDADES EDUCATIVAS > <ECHEANDÍA (CANTÓN)>.

**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2021.11.05 16:06:01 -05'00'



2045-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The sound pressure level generated in four Educational Units (EU) from Echeandía county was determined in order to identify places with the greatest noise pollution and implement a noise minimization plan. The baseline was determined through the use of statistical tools and inspections, then it was necessary to monitor the ten points of each EU, it was also necessary to consider the period of time with the highest sound pressure peak level (NPS) 07H-08H00, 10H00-11H00 and 12H00-13H00; the data obtained was processed with the methodology detailed in the 097-A Ministerial Agreement. The highest LK_{eq}s recorded are: point 6, “5 de Octubre” EU, 10H00-11H00 with 85 dB (A) LK_{eq}, point 9, “Sabanetillas” EU, 07H00-08H00 with 92, 3 dB (A) LK_{eq}, point 6, “Adolfo Páez” EU, 10H00-11H00 with 95.6 dB (A) LK_{eq} and point 4, “Galo Plaza Lasso” EU, 07H00-08H00 with 83.7 dB (A) LK_{eq}. The values obtained were contrasted with the permissible limits, specified in the standard, the results revealed that only point 6, 07H00-08H00 with 49.9 dB (A) LK_{eq} and point 7, 10H00-11H00 with 51.8 dB (A) LK_{eq}, “meet” the permissible limit; while the other points "do not meet". The existence of an evident noise problem in the study area was determined; therefore, it was necessary to implement a noise minimization plan in order to reduce noise pollution. It is recommended to check the sound level meter before and after the monitoring of each point.

Keywords: <ENVIRONMENTAL ENGINEERING>, <ENVIRONMENTAL NOISE>, <NOISE POLLUTION>, <NOISE REDUCTION>, <NOISE IN EDUCATIONAL UNITS> <ECHEANDÍA (COUNTY)>.



Firmado electrónicamente por:
**PAUL ROLANDO
ARMAS PESANTEZ**

INTRODUCCIÓN

El sonido se originó como parte de la evolución del lenguaje y el desarrollo de diversas prácticas comunicativas (Bruhn, 2010, pp. 16). Pese a ser una forma de comunicación e interrelación para los seres humanos, si supera los niveles aconsejables (65dB según la OMS) se torna indeseable y molesto, pudiendo causar daños a nivel auditivo, nervioso y cardiovascular (Ormaechea, 2016, párr. 12-16). En la actualidad, la contaminación acústica o sonora es considerada como un problema global, mismo que va en aumento a causa de la intensificación de las actividades antropogénicas (industriales, comerciales y sociales); el nivel de molestia en cada individuo depende de la percepción, tolerancia y duración del ruido.

A pesar que la contaminación sonora es un problema muy antiguo, apenas en 1972 este fue reconocido como un agente contaminante en el Congreso del Medio Ambiente de las Naciones Unidas (Amable et al., 2017, pp. 641). Desde ese entonces, diversos estudios han documentado los efectos negativos de la contaminación acústica en los seres humanos y la incidencia en su calidad de vida Alfie. Expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) manifiestan que existe una relación directa entre el exceso de ruido y el aumento de enfermedades, destacando que la contaminación acústica es *“la segunda causa de origen ambiental que provoca más alteraciones en la salud”* (Martín, 2017, párr. 1).

En las ciudades existen numerosas fuentes de ruido, tales como: vehículos, industrias, establecimientos comerciales, de ocio, etc. Las instituciones educativas son una fuente de ruido dentro de las urbes, ya que los gritos de los niños generan un efecto negativo en los individuos al encontrarse en un rango de frecuencias de alta sensibilidad para el oído humano miyara; ciertas actividades que se realizan en los establecimientos educativos generan ruido, tales como: acondicionamiento físico (gimnasia, deportes), recesos, entre otras. Además, las unidades educativas pueden verse afectadas por el ruido emitido por otras fuentes aledañas, incluido el tráfico vehicular.

El estado ecuatoriano mediante el Acuerdo Ministerial 097-A, anexo 5 niveles máximos de emisión de ruido (publicado en el 2015) regula los niveles máximos de emisión de ruido, dependiendo del uso del suelo. En complementariedad a ello, los gobiernos autónomos descentralizados (GADs) tienen la autonomía de generar ordenanzas, es así que el Distrito Metropolitano de Quito regula la contaminación sonora de fuentes fijas y móviles que se encuentran cerca de: hospitales, guarderías y escuelas señalando que el ruido no debe ser mayor a 55dB (decibeles) en el día y 45 dB desde las 20:00 a las 6:00.

Echeandía es un cantón de la provincia de Bolívar, donde la educación de niños y jóvenes está a cargo de unidades educativas, cuyo normal desenvolvimiento genera ruido, aspecto que causa problemas en la población ubicada en los sectores aledaños a dichas instituciones. En este sentido, el objetivo del presente trabajo de titulación es evaluar el nivel de ruido de fondo y ambiental de

las unidades educativas de la ciudad de Echeandía. A través de un análisis de campo se determinó que las horas en las que se genera mayor ruido son: al ingreso, durante el receso y a la salida de los estudiantes, esto corresponde a: 7:00 am, 10 am y 13:00 pm.

La evaluación de ruido proveniente de las unidades educativas de la ciudad de Echeandía contribuirá a la toma de decisiones para reducir el impacto de la contaminación acústica en las personas que se movilizan o residen en los sectores cercanos a dichas instituciones, esto contribuye al cumplimiento de los objetivos trazados dentro del plan nacional vigente en materia ambiental y de bienestar social.

JUSTIFICACIÓN

Uno de los parámetros o indicadores de calidad de vida es la contaminación sonora. El ruido generado por las actividades académicas ha causado un problema de relativa importancia en el cantón de Echeandía, razón por la cual, debería existir un modelo de gestión para la reducción del ruido que permita que estas zonas sean aptas para el normal desenvolvimiento académico y ciudadano dentro de la urbe.

La OMS recomienda que, en un buen ambiente de enseñanza, el nivel de presión sonora en los predios circundantes a los centros educativos no debe sobrepasar los 55 dB. La contaminación por presión sonora generada en torno a las unidades educativas es el resultado de tres problemas “sine qua non” las cuales son: el ruido externo que implica que los docentes y alumnos levanten la voz para el proceso de aprendizaje-enseñanza, y esto a su vez, conlleva a la reverberación del ruido en objetos reflectantes.

Mediante el monitoreo de las unidades educativas a diferentes horarios y días se pretende contrastar los datos obtenidos con los valores del cuerpo legal correspondiente que regula los niveles admitidos de presión sonora, los mismos que servirán para establecer los lineamientos y pautas que mejoren la calidad ambiental de las unidades educativas y de las zonas aledañas.

Los principales favorecidos serán los trabajadores y estudiantes de las unidades educativas del cantón Echeandía, además de los transeúntes y residentes de zonas cercanas a los establecimientos en estudio.

La elaboración de este trabajo técnico es acertada y corresponde a la línea de Gestión de Ambiente y Territorio, así como a la sublínea de protección ambiental de carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Adicionalmente este trabajo se enmarca dentro del perfil profesional.

OBJETIVOS

General

- Evaluar el nivel de ruido de fondo y ambiental procedente de las unidades educativas de la ciudad de Echeandía, provincia de Bolívar.

Específicos

- Establecer una línea base de ruido en las unidades educativas de la ciudad de Echeandía.
- Medir el ruido generado en las unidades educativas.
- Proponer un plan de minimización de ruido en las unidades educativas.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Sonido

El sonido se define como la propagación de perturbaciones mecánicas u ondas a través de un medio, dicha propagación involucra el transporte de energía, mas no de masa (Redondo y Ruíz, 2017, párr. 5).

1.1.1. Ondas sonoras y su propagación

Se define a una onda sonora como “una perturbación repetida en el tiempo, es decir un fenómeno repetitivo que transporta energía de un punto a otro” (Estellés, 2007, pp. 3). La mayor parte de los sonidos se propagan por medio de ondas dentadas y complejas, no obstante, existen un grupo particular que son sinusoidales u ondas periódicas continuas (Parra, 2010, párr. 3).

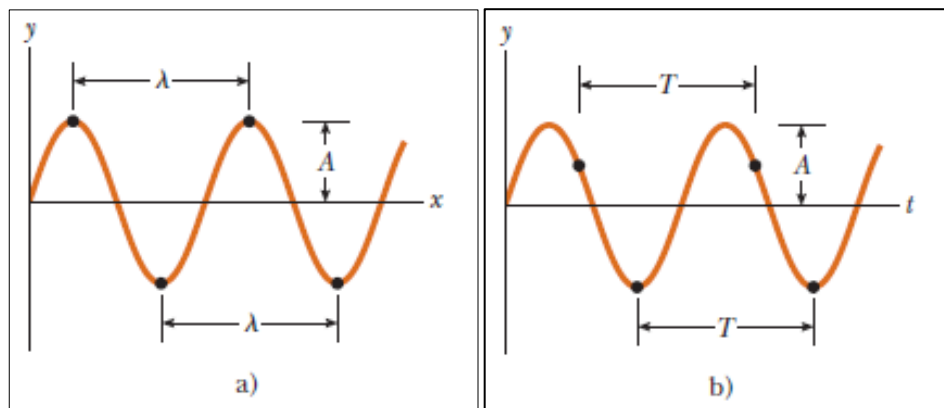


Figura 1-1: Elementos de una onda sinusoidal a) con respecto a la distancia y b) con respecto al tiempo.

Fuente: Serway y Jewett, 2005, pp.455.

Los elementos de las ondas sinusoidales son:

Tabla 1-1: Elementos de ondas sinusoidales.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	REFERENCIA
Amplitud	Máxima posición de un elemento del medio con relación a su posición de equilibrio.	-	(Serway y Jewett, 2005, pp. 455)
Período	Refiere al tiempo que una partícula requiere para volver a su posición y dirección de velocidad inicial	$T = \frac{1}{F}$ (Ec. 1) Donde: T: período F: frecuencia	(Estellés, 2007, pp. 3-4)
Frecuencia	Refiere al número de ciclos o veces que se repite un determinado fenómeno por unidad de tiempo	$F = \frac{1}{T}$ (Ec. 2) Donde: T: período F: frecuencia	
Longitud de onda	Distancia comprendida entre dos crestas sucesivas. La longitud de onda se relaciona con los obstáculos, si su valor es menor que el obstáculo, el sonido puede atenuarse o en su defecto se desvía.	$\lambda = c T = \frac{c}{F}$ (Ec. 3) Donde: c: velocidad de propagación del sonido. T: período F: frecuencia	

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Entre las características de las ondas sonoras destacan: a) son longitudinales, b) son generadas por fuentes mecánicas, c) en un medio que es homogéneo, isótropo y sin obstáculos, las ondas se propagan de forma similar en todas las direcciones y d) la rapidez con la que viajan en el medio depende de las propiedades de éste – compresibilidad y densidad (Serway y Jewett, 2005, pp. 454-455; Pujol, Gil y Ducourneau, 2016, párr. 2).

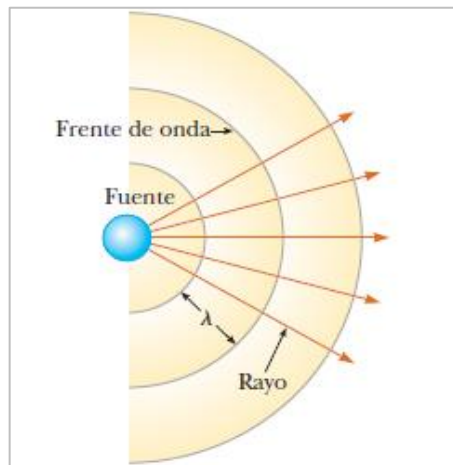


Figura 1-2: Propagación del sonido de una fuente puntual.

Fuente: Serway y Jewett, 2005, pp.479.

Cuando una onda proviene de una fuente puntual, ésta se propaga con una simetría esférica (Masot, 2007, pp. 12). Dado que la fuente emite las ondas por igual en todas las direcciones, la experiencia sugiere que la intensidad de sonido disminuye cuando se aleja de la fuente (Serway y Jewett, 2005, pp. 479; Masot, 2007, pp. 35-36).

1.1.2. Clasificación de las ondas sonoras

Las ondas sonoras en función de su frecuencia se clasifican en audibles, infrasónicas y ultrasónicas. Las ondas audibles son aquellas, cuya frecuencia está dentro del intervalo audible. Mientras que la frecuencia de las ondas infrasónicas se encuentra por debajo del intervalo o espectro audible, y la de las ondas ultrasónicas supera a dicho intervalo (Serway y Jewett, 2005, pp. 474; Olgúin, 2018, pp. 6).

1.1.3. Potencia sonora

Se define a la potencia sonora como “la energía suministrada por una fuente de sonido durante un intervalo de tiempo determinado” (Pujol, Gil y Ducourneau, 2016, párr. 15-16). Para su cálculo, se aplica la siguiente fórmula:

$$p = \frac{E}{\Delta t} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

- p: potencia acústica (W)
- E: Energía (J)
- Δt : Intervalo de tiempo (s)

1.1.4. Intensidad sonora

La intensidad sonora corresponde a la potencia acústica por unidad de área (Serway y Jewett, 2005, pp. 478).

$$I = \frac{p}{A} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

- I: Intensidad sonora (W/m²)
- p: potencia acústica (W)
- A: Área (m²)

En lo que respecta a fuentes de ondas esféricas se identifica que el área depende del radio; en este sentido, la intensidad varía en función de las características de la fuente, a así como de la distancia entre la fuente y el punto donde se realiza las mediciones (Pujol, Gil y Ducourneau, 2016, párr. 17).

1.1.5. Presión sonora

La presión sonora refiere a “la desviación medida en la presión atmosférica por encima y por debajo del valor estático de la misma, debido a las ondas sonoras” (Junta de Andalucía, 2006, pp. 12).

La presión y la intensidad sonora se vinculan mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P^2}{\delta c} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

- I: Intensidad sonora (W/m²)
- P: Presión sonora (Pa)
- δ : Densidad del medio (Kg/m³)
- c: Velocidad de propagación de la onda (m/s)

Conforme a la expresión anterior se aprecia que al aumentar la presión sonora, la intensidad acústica aumenta en mayor grado (Pujol, Gil y Ducourneau, 2016, párr. 19).

1.1.6. Psicoacústica

La psicoacústica relaciona las características o parámetros físicos de un estímulo sonoro (frecuencia e intensidad) y la respuesta de carácter psicológico que se genera en los individuos. Los objetivos de la psicoacústica son: a) modelar la relación entre la magnitud de la sensación provocada por el estímulo sonoro y sus parámetros físicos, b) determinar los umbrales de sensación y percepción, y c) analizar la sensación sonora (Martín, 2014, pp. 14 -15).

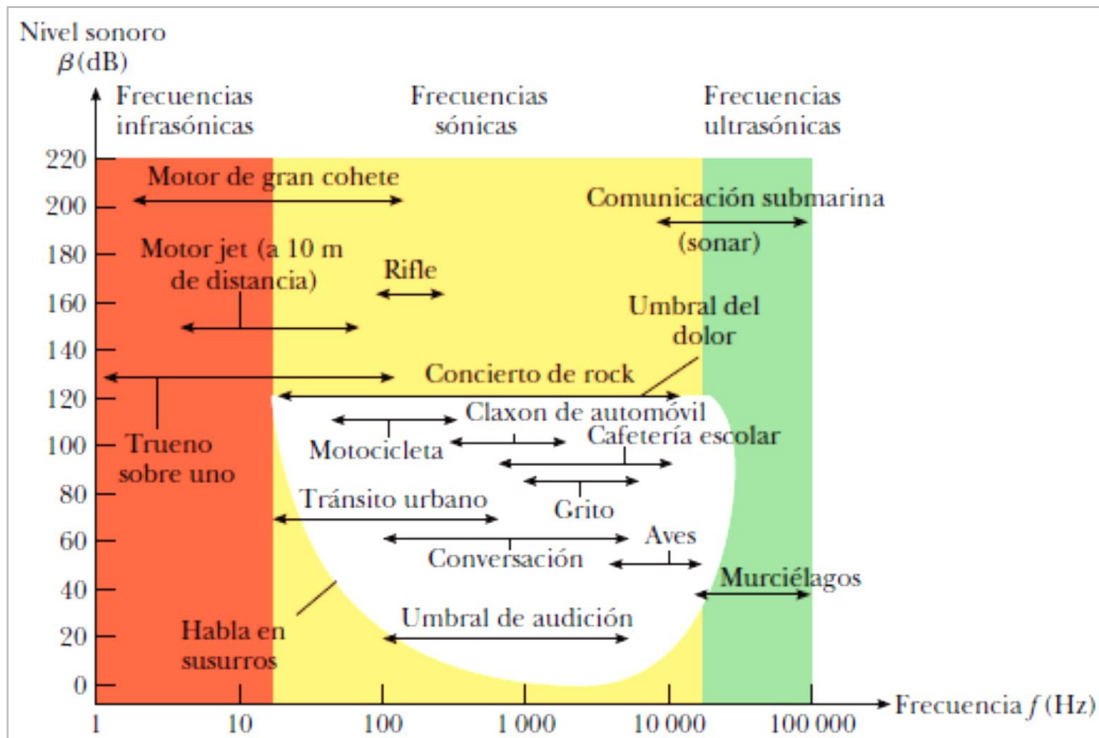


Figura 1-3: Nivel sonoro y frecuencia de diferentes fuentes.

Fuente: Serway y Jewett, 2005, pp.482.

El oído humano es sensible a frecuencias que oscilan entre 20 y 20000 Hz. En la figura anterior se identifica que la frontera superior del área de color blanco es el umbral de dolor. Esta frontera superior es recta dado que la respuesta psicológica es independiente de la frecuencia a ese nivel sonoro elevado. En contraposición, en el límite inferior izquierdo del área blanca se dan cambios más dramáticos con relación a la frecuencia; bajo esta frontera, el oído humano es insensible (Serway y Jewett, 2005, pp. 482).

1.2. Ruido

El ruido es definido como un sonido no deseado. En la actualidad es considerado como uno de los “contaminantes más invasivos” a nivel global, debido a que su incidencia ha aumentado en las grandes ciudades, generando efectos perjudiciales en la salud y el bienestar de la población (IAFAS-FOSFAP, 2017, pp. 10).

La unidad aplicada para medir el ruido es el decibelio (dB), mismo que va a determinar la intensidad del sonido, y que dependerá de la presión de las vibraciones y las alteraciones que se producen con el aire. El dispositivo más usado para la determinación del nivel de ruido es el sonómetro (Chinchilla, 2002, pp. 111).

La OMS (2015, pp. 13). establece que el límite tolerable de ruido durante el día sea de 65 dB, y durante la noche sea de 55 dB. Si se exceden estos niveles de ruido, puede ser perjudicial para la

salud auditiva de los individuos (OMS 2015, pp.13). Los factores relacionados con el grado de molestias debido al ruido son: energía sonora (nivel de presión), tiempo de exposición, características del ruido y del receptor (percepción, actividad y sus expectativas en torno a la calidad de vida) (Ripoll, 2010, pp. 10-11).

1.2.1. Tipos de ruido

El ruido puede clasificarse en varios tipos, dependiendo de la forma en la que se presenta, su origen y tonalidad o periodicidad que posee. Según su periodicidad o tiempo, los principales tipos de ruido son:

- *Ruido Continuo*

Es el ruido que permanece constante, por tanto no presenta alteraciones repentinas durante su emisión (Chinchilla, 2002, pp. 113).

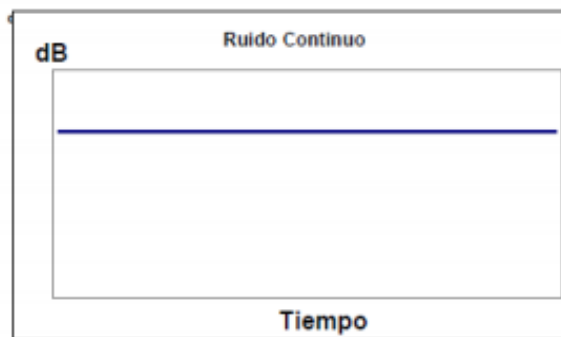


Figura 1-4: Ruido continuo (dB vs T).

Fuente: Ripoll, 2010, pp. 5.

- *Ruido Intermitente*

Es el ruido que aumenta y disminuye en períodos prolongados. Dichas variaciones pueden producirse de forma aleatoria o periódica (Ejealde et al., 2003, párr. 7).



Figura 1-5: Ruido Intermitente (dB vs T).

Fuente: Ripoll, 2010, pp. 6.

- *Ruido de Impacto o impulsivo.*

Es caracterizado por la aparición de subidas bruscas de nivel de ruido, con una duración breve comparada con el tiempo que ocurre entre ellos y su percepción, generando un aumento de la molestia sonora (Chinchilla, 2002, pp. 113). Los impulsos pueden repetirse de manera aleatoria o periódica (Ejealde et al., 2003, párr. 7).



Figura 1-6: Ruido impulsivo.

Fuente: Ripoll, 2010, pp. 6.

1.2.2. Fuentes emisoras de ruido

El ruido en ambientes urbanos es el mayor generador de presión acústica, observándose en la siguiente gráfica, las fuentes que tienen mayor generación de ruido (OSMAN, 2011, pp. 11).

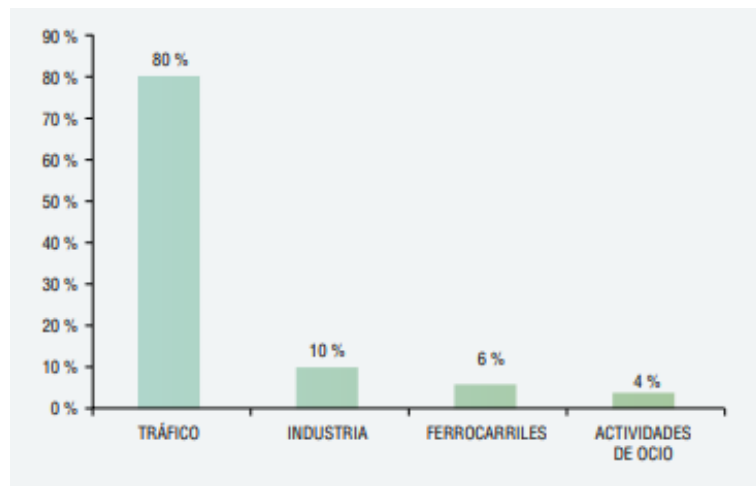


Figura 1-7: Principales fuentes de ruido a nivel internacional.

Fuente: OSMAN, 2011, pp. 11.

Como se aprecia en la figura anterior, el ruido del tráfico terrestre y aéreo es el mayor generador de ruido, seguido por los sectores: industrial, ferrocarriles y las actividades de ocio y domésticas.

1.2.3. Efectos del ruido en la salud humana

El ruido puede ocasionar una serie de daños a nivel auditivo, fisiológico y psicológico (Gordillo y Guaraca, 2015, pp. 24). A nivel auditivo se produce: discapacidad, dolor y agotamiento auditivo; a nivel fisiológico: efectos en el sistema cardiovascular, en la respuesta hormonal, metabolismo y sistema inmunológico; y a nivel psicológico, el ruido ocasiona: alteración del sueño, molestia, baja productividad e interferencias en la conducta social (agresividad) y la comunicación oral (OSMAN, 2011, pp. 16 -17). A continuación se presenta una tabla acerca de los efectos en la salud y el nivel de sonoridad referencial:

Tabla 1-2: Efectos del ruido según la OMS.

Entorno	Nivel de sonido (dB)	Tiempo (h)	Efecto sobre la salud
Exterior de viviendas	50 - 55	16	Molestia
Interior de viviendas	35	16	Interferencia con la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción del sueño
Aulas escolares	35	Duración de clase	Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y de tráfico	70	24	Deterioro auditivo
Música en auriculares	85	1	Deterioro auditivo
Actividades de ocio	100	4	Deterioro auditivo

Fuente: Gordillo y Guaraca, 2015, pp. 25.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Los efectos en la salud dependen de los siguientes aspectos relacionados con el ruido: duración, nivel y frecuencia. Los ruidos de duración larga, y cuyos NPS y frecuencia sean elevados, generan mayores daños a nivel auditivo. En lo que respecta a los ruidos en función del tiempo, los sonidos intermitentes y de impacto pueden ocasionar menores daños; sin embargo tienden a ser irritantes para el receptor dado su impredecibilidad (OSMAN, 2011, pp. 19).

1.2.4. Evaluación del ruido

Para evaluar el ruido de manera objetiva y sencilla se requiere de mediciones de presión sonora, que puedan ser comparados con límites permisibles de acuerdo a la normativa vigente. El oído humano detecta presiones sonoras entre los 20 micropascales a 20 pascales, y frecuencias que oscilan entre 20 a 20000 Hz; en este sentido la utilización de escalas lineales no es viable, ni operativa, y se emplea la escala logarítmica para convertir dicha escala lineal (Ejealde et al., 2003, párr. 10).

Dado que la presión sonora depende de factores como: distancia comprendida entre la fuente y el punto de medición, y las condiciones ambientales; para obtener información referente al ruido que genera una fuente, es ventajoso determinar el nivel de potencia sonora, parámetro independiente a los factores antes señalados. Por otra parte, si se desea localizar fuentes de ruido, un parámetro adecuado es la intensidad sonora, misma que nos proporciona información de la magnitud y dirección de flujo de la energía acústica. Debido a que la intensidad sonora varía con la distancia, es recomendable medir simultáneamente la presión sonora y velocidad en un mismo punto (Ejealde et al., 2003, párr. 11-12).

1.3. Marco legal aplicable

1.3.1. Niveles máximos de emisión de ruido

El Acuerdo Ministerial 097 A – Anexo 5 establece los niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas y móviles. Esta norma define a una fuente fija como “una fuente emisora de ruido o a un conjunto de fuentes emisoras de ruido situadas dentro de los límites físicos y legales de un predio ubicado en un lugar fijo o determinado” (República del Ecuador, 2015, pp. 60). Para establecer los niveles máximos de ruido se considera como parámetro referencial al nivel de presión sonora continua equivalente corregida (L_{keq}), cuya unidad de medida son los decibeles (dB).

Tabla 1-3: Niveles máximos de emisión (LKeq) para fuentes fijas de ruido (FFR).

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
USO DEL SUELO	Lkeq (dB)	
	PERIODO DIURNO	PERIODO NOCTURNO
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos del suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos del suelo que componen la combinación.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo al procedimiento descrito al Anexo 4.	

Fuente: Acuerdo Ministerial 097 A – Anexo 5 (República del Ecuador, 2015, pp. 62).

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo y diseño de Investigación

El presente trabajo de titulación corresponde a una investigación de campo y técnica, de diseño no experimental. Se utilizó una metodología descriptiva y documentada con la finalidad de analizar los problemas de ruido ocasionados por el normal desenvolvimiento de las actividades en las unidades educativas.

Los datos fueron obtenidos en tiempo real mediante observación directa, encuestas guiadas y mediciones in situ.

2.2. Método descriptivo

Para el levantamiento de datos primarios se realizó una línea base de las unidades educativas, para ello se evaluó todos los aspectos o elementos que contribuyen a la emisión de ruido. Este proceso se llevó a cabo mediante la observación in situ con el objetivo de identificar puntos estratégicos donde aplicar encuestas guiadas y monitorear la presión sonora.

Una vez levantada la línea base, se procedió a medir la presión sonora con un sonómetro integrador (Clase de precisión: 1) en los puntos previamente establecidos. Los datos obtenidos se procesaron tal como lo indica la normativa vigente, es decir el Acuerdo Ministerial 097A y el Acuerdo Ministerial 028A.

2.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis de la presente investigación comprende a las 4 Unidades Educativas del cantón Echeandía y sus alrededores, donde se llevó a cabo el levantamiento de información y el monitoreo de ruido.

2.4. Etapas de la investigación

2.4.1. Determinación del lugar de estudio

El lugar de estudio corresponde a 4 dominios, los cuales comprenden a los domicilios ubicados a una cuadra a la redonda de cada unidad educativa.

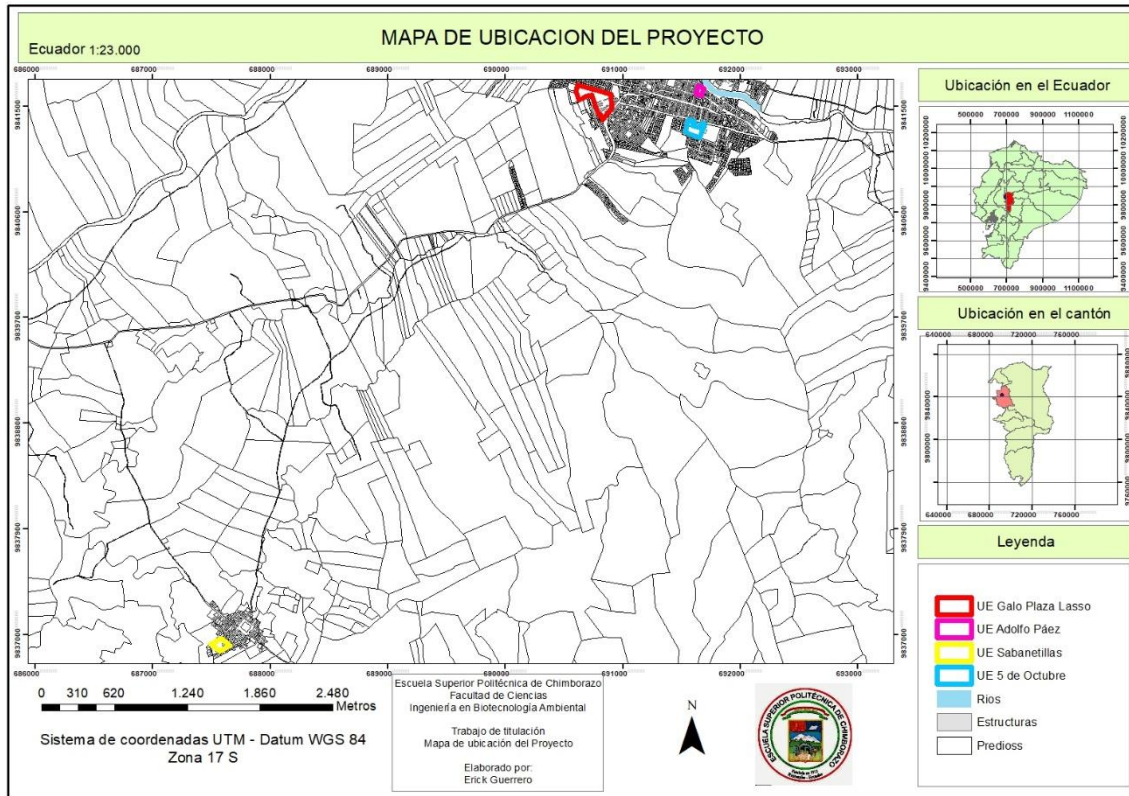


Figura 2-1: Mapa de ubicación de proyecto.

Realizado por: Guerrero, E. 2021.

2.4.2. Línea base de ruido ambiental

Para la elaboración de la línea base se siguió el siguiente procedimiento:

2.4.2.1. Primera fase

- *Cálculo de la muestra*

Se consideró como población de estudio a las viviendas ubicadas en la zona de influencia directa de las unidades educativas. Una vez identificadas las viviendas se estimó el número de habitantes y se calculó el tamaño de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + z^2 \cdot p \cdot q} \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde:

n= muestra (número de encuestas a aplicarse)

Z= Que para un nivel de confianza del 95%, z equivale a 1,96

p= probabilidad de éxito u ocurrencia, p=0.5

q= probabilidad de fracaso, q=0.5

d= precisión, que para efecto de esta investigación es del 5% es decir 0.05

- *Aplicación de las encuestas*

Se diseñaron encuestas de fácil aplicación y procesamiento de datos. Las preguntas fueron de selección múltiple, y estuvieron referidas a aspectos relacionados con el ruido en las unidades educativas, molestias que causan, y los horarios en los cuales se presentan mayores problemas con el nivel de presión sonora.

Las encuestas se aplicaron entre el 1 al 5 de mayo del 2019.

- *Procesamiento de las encuestas*

La información recopilada a través de las encuestas fue organizada en una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2013). Para el análisis de estos datos se utilizó estadística descriptiva, ya que para su interpretación se elaboró gráficos de pastel o de barras en función de estadísticos como la frecuencia y el porcentaje.

2.4.2.2. Segunda fase

La segunda fase comprendió la identificación de fuentes emisoras de ruido. En esta sección se reportó:

- Descripción de la fuente emisora de ruido.
- Superficies reflectantes.
- Coordenadas.
- Condiciones ambientales
- Periodo de operación
- Periodo de muestreo (Diurno o Nocturno)
- Contribuciones adicionales de ruido
- Tipo de Uso de suelo
- Otras fuentes que influyan al ruido residual
- Croquis que especifique PCA y FFR, FER

2.4.3. Niveles máximos de emisión de ruido

Tabla 2-1: Materiales y equipos para las mediciones de presión sonora.

Materiales o herramientas	Equipos
Trípode	Sonómetro (Marca Delta Ohm HD 2010UC/A)
Cadena de custodia	GPS (Marca: Garmín)
Software cartográfico	Laptop
	Cámara fotográfica
	Veleta
	Higrómetro

Realizado por: Guerrero, Erick, 2021.

La metodología utilizada para determinar el nivel de presión sonora es el que detalla el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 5: Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas y fuentes móviles.

2.4.3.1. Puntos de medición

La elaboración de la línea base dio lugar a la identificación de PCA (Puntos críticos de afectación), donde se debe realizar las mediciones.

Se debe monitorear en cuatro puntos con respecto a la fuente fija de ruido, estos puntos van conforme a los puntos cardinales que son norte, sur, este, y oeste que sean linderos de las unidades educativas. Además de considerar los puntos que establece la normativa, se debe contemplar aquellos donde los niveles de ruido sean más altos en el perímetro de la fuente emisora de ruido.

2.4.3.2. Método de medición aplicado

De acuerdo a los puntos seleccionados y a las características del proyecto, se empleó el método de 5 segundos (Leq 5s). Para ello, se tomó un mínimo de 10 muestras de 5 segundos cada una. Paralelamente se determinó si la FFR contiene presión sonora tipo impulsivo o de contenido energético (C.E.A.F.B), en base a lo anterior se estableció medidas en slow con moderación A LeqS(A) min y máx.

2.4.3.3. Condiciones ambientales

Se consideró las condiciones ambientales aptas para monitorear la presión sonora, tales como:

- Velocidad del viento que fue menor a 5m/s.
- Ausencia de precipitación.

- Humedad relativa óptima del equipo para que sean datos sean válidos

2.4.3.4. Monitoreo de las fuentes emisoras de ruido

Una vez identificada la FER, se verificó si existían las condiciones ambientales para el monitoreo de la presión sonora; adicionalmente, se identificó el horario en el cual la FER generó el mayor nivel de presión sonora. Asimismo, se consideraron los siguientes parámetros del AM 097 A, Anexo 5: a) el sonómetro debe ser colocado en un trípode a una altura mayor o igual a 1.50 metros con respecto al suelo, b) el técnico debe estar ubicado a un metro de distancia, c) la inclinación del sonómetro deber ser de 45 a 90 grados con respecto al suelo y d) la distancia del sonómetro con la FFR debe ser de 3 metros.

Se monitoreó la parte externa de las unidades educativas, ya que la normativa establece que se debe medir en el perímetro de la fuente emisora (al menos 4 puntos) y en aquellos PCA más cercanos.

Tabla 2-2: Características del monitoreo para la línea base de las unidades educativas.

Unidad Educativa	Fecha	Período de muestreo	Horario	Nº puntos por UE	Muestra por punto
5 de Octubre	7 y 8 de Mayo de 2019	Diurno	07:00 a 13:00	10	10
Adolfo Páez	15 y 16 de Mayo de 2019				
Galo Plaza Lasso	22 y 23 de Mayo de 2019				
Sabanetillas	05 y 06 de Junio de 2019				

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 2-3: Características del monitoreo para la evaluación de ruido en las unidades educativas.

Unidad Educativa	Fecha	Período de muestreo	Horario	Nº puntos por UE	Muestra por punto
5 de Octubre	09/05/2019	Diurno	07:00 a 08:00	10	10
Adolfo Páez	17/05/2019		10:00 a 11:00		
Galo Plaza Lasso	27/05/2019		12:00 a 13:00		
Sabanetillas	10/06/2019				

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

2.4.3.5. Ruido residual

Conforme a la normativa, se monitoreó el ruido residual de las unidades educativas, por lo tanto, se consideró los horarios en los cuales las unidades educativas no estaban en ejecución normal de actividades.

2.4.3.6. Procesamiento de datos referentes a la presión sonora

- *Procedimiento para calcular el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderación A (LAeq, tp)*

Se monitoreó el ruido en “slow” (lenta) y ponderación A, y se consideró el NPS máx y NPS min para determinar el ruido total en los puntos seleccionados, para ello se utilizó la siguiente ecuación:

$$L_{aeq, tp} = [10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{N_{psi}}{10}}] \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

$L_{aeq, tp}$: Promedio del nivel de presión sonora con ponderación A.

N_{psi} : Nivel de presión sonora monitoreado.

n : número de medidas.

- *Obtención de nivel de presión sonora equivalente (Leq promedio)*

Se aplicó la siguiente fórmula para obtener el NPS promedio.

$$Leq \text{ promedio} = 10 \log \left[\frac{1}{n_i} * (10^{0.1 leqn_1} + 10^{0.1 leqn_2} + \dots + 10^{0.1 leqn_n}) \right] \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde

Leq : NPS equivalente

P : Promedio de las muestras Leq (promedio logarítmico)

n : Número de mediciones.

- *Corrección por contribución de ruido residual*

El Acuerdo Ministerial 028 determina ciertas correcciones aritméticas, para ello se aplicó la siguiente ecuación:

$$Kr = -10 \log(10 - 10^{-0.1 \Delta L}) \quad (\text{Ec. 10})$$

Según la normativa $\Delta L = L1 - L2 \geq 3 \text{ dB}$

Donde:

K : Corrección por ruido de fondo (rango de 0 a 3 dB)

ΔL : Ruido total promedio, ruido residual promedio.

$L1$: NPS equivalente total con FER encendido.

$L2$: NPS equivalente total con FER apagado.

Para la resta de decibeles se consideró:

$$\Delta Lr = 10(\log 10_{10}^{L_{total}}) - (\log 10_{10}^{L_{residual}}) \quad (\text{Ec. 11})$$

- *Obtención de NPS continua (LKeq)*

Las características de la FER fueron: ruido específico sin características impulsivas ni contenido energético alto en frecuencias bajas, por lo cual se siguió el procedimiento redactado en el anexo 3.1-Flujo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A.

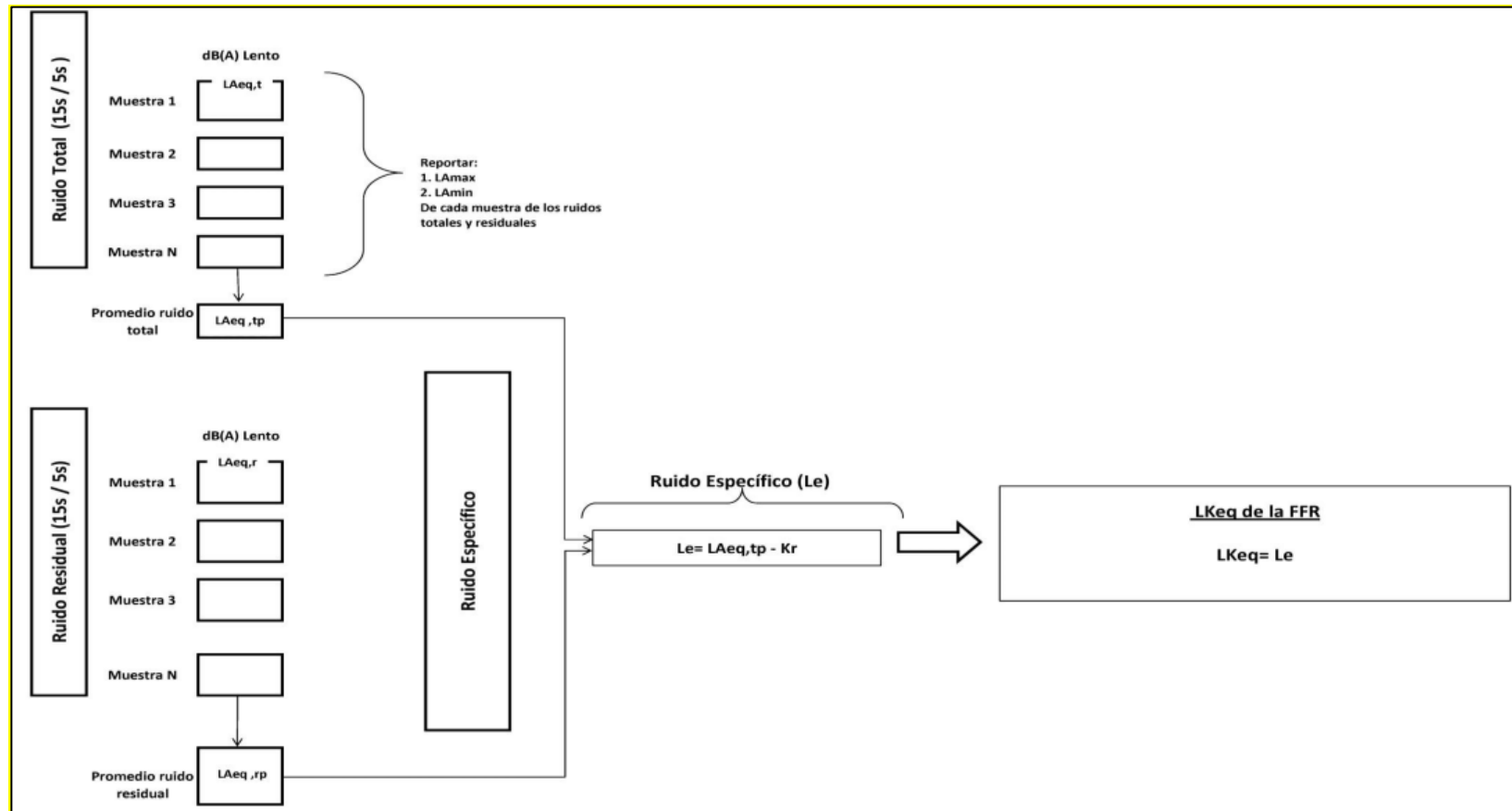


Figura 2-2: Flujo para calcular el L_{Keq} para ruido específico, no impulsivo y sin contenido energético alto.

Fuente: AM 097A, Anexo 5 (República del Ecuador, 2015, pp. 70).

Para efectos de cumplimiento de límites permisibles se evalúa con la cifra obtenida en $L_{K_{eq}}$, y este valor se comparó con los especificados en la tabla 1 del Anexo 5 del AM 097A dependiendo del uso del suelo y del horario de monitoreo.

2.4.4. Elaboración del plan de mitigación

Para la elaboración del plan de minimización de ruido, se tomó como punto de partida los resultados obtenidos durante la fase de monitoreo, los cuales al ser comparados con la normativa legal vigente permiten verificar el cumplimiento o no. En caso de no cumplirse con los límites permisibles, se propuso una serie de medidas.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Línea base

3.1.1. Determinación de la muestra

Previo a la determinación del tamaño de la muestra, se estimó la población del área de influencia directa. Para ello, con la ayuda del catastro cantonal se identificó el número de viviendas, dato que fue validado en campo; posteriormente, se calculó la población de cada dominio en base al valor medio de miembros por familia registrados para el cantón Echeandía y se estimó la muestra con la fórmula detallada en el ítem 2.4.2.1 (Primera fase – Cálculo de la muestra).

Tabla 3-1: Muestra estimada por dominio perteneciente a cada unidad educativa.

Unidad Educativa	# Domicilios en el área de influencia	Población (hab.)	Muestra
5 de Octubre	23	92	74
Adolfo Páez	24	96	77
Galo Plaza Lasso	41	164	115
Sabanetillas	16	64	55

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

3.1.2. Resultados de las encuestas

Pregunta 1: ¿Considera usted que en su sector existe emisión de ruido ambiental por la unidad educativa?

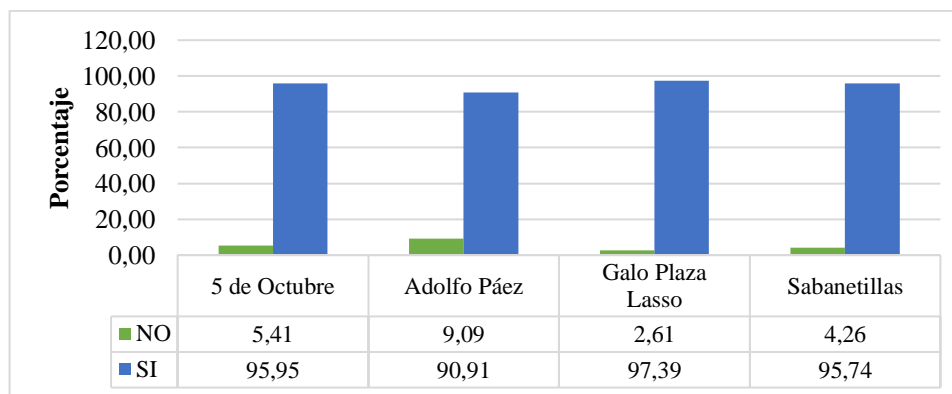


Gráfico 3-1: Resultados obtenidos en la pregunta 1 de la encuesta (Estadístico: Porcentaje).

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Conforme al gráfico 3-1, los moradores que residen cerca a las unidades educativas las consideran como una fuente de ruido. Para el caso del dominio “5 de Octubre”, el 95,95% de los encuestados declararon que la institución educativa emite ruido ambiental; para el dominio “Adolfo Páez”, el porcentaje de afirmativos correspondió a 90,91%, para “Galo Plaza Lasso” fue del 97,39% y para “Sabanetillas” del 95,74%. Según la OMS, el ruido en las aulas debe de ser de 35 dB, cifra que puede ascender a 50 dB con la voz del docente; no obstante, existen momentos en las actividades escolares, en las cuales el nivel de ruido asciende como consecuencia de conversaciones simultáneas, música a alto volumen, silbatos, movimiento de objetos como pupitres, etc (Caldentey, 2013, párr. 1-3).

Pregunta 2: *Conforme a su percepción: ¿En qué horarios considera usted que la emisión de ruido por parte de la unidad educativa alcanza el nivel más alto?*

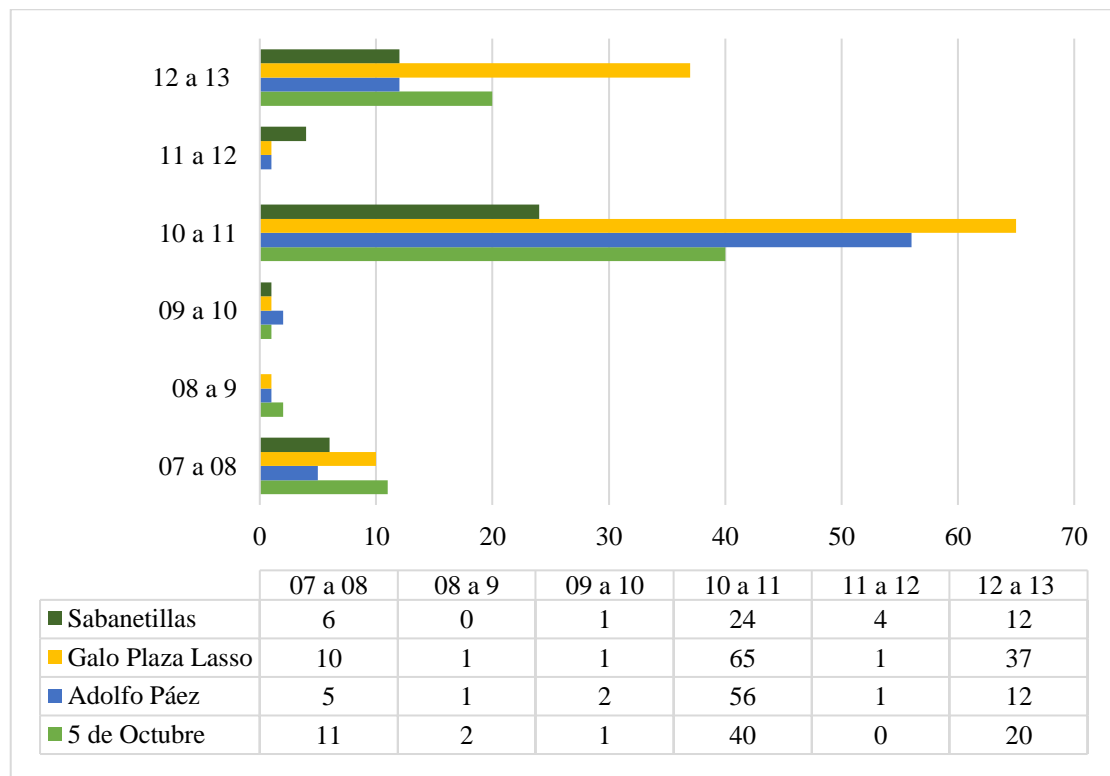


Gráfico 3-2: Resultados obtenidos en la pregunta 2 de la encuesta (Estadístico: Frecuencia).

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Los resultados obtenidos en torno a los horarios sugieren que existe en los cuatro dominios analizados existe una mayor emisión de ruido en las siguientes horas: de 10 a 11, de 12 a 13 y de 7 a 8 am, horarios que corresponden al receso, salida e ingreso de estudiantes respectivamente.

Pregunta 3: *Mientras la unidad educativa se encuentra en funcionamiento, ¿considera usted que hay variabilidad en cuanto a la emisión de ruido a lo largo de la semana.?*

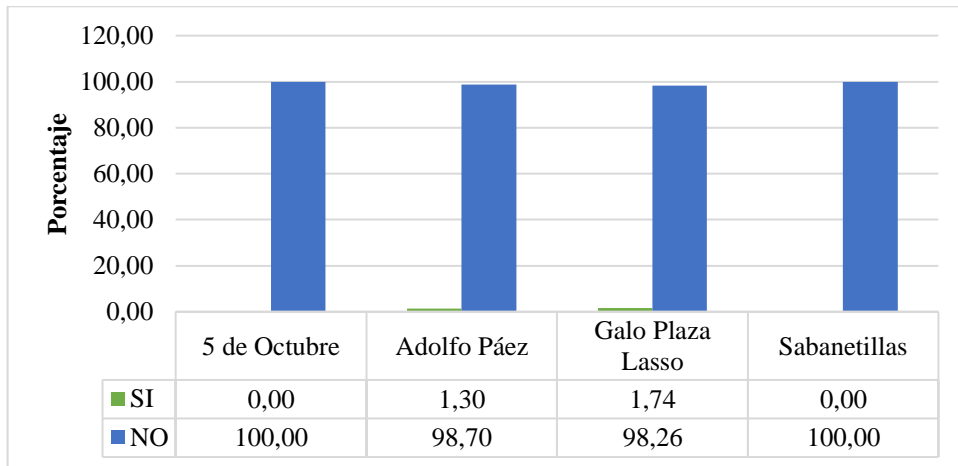


Gráfico 3-3: Resultados obtenidos en la pregunta 3 de la encuesta (Estadístico: Porcentaje).

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

El mayor porcentaje de los encuestados refieren que no existe variabilidad a lo largo de la semana en la emisión de ruido por parte de las unidades educativas. Para los pocos casos que indicaron que hay variabilidad, el 1,30% para el dominio “Adolfo Páez” y 1,74% para “Galo Plaza Lasso”, la observación fue que dicha variabilidad se presenta cuando se dan actividades extracurriculares como: campeonatos deportivos, selección de liga estudiantil, entre otras.

Pregunta 4: *¿El ruido emitido por la unidad educativa cercana a su domicilio afecta significativamente el desarrollo de sus actividades diarias?*

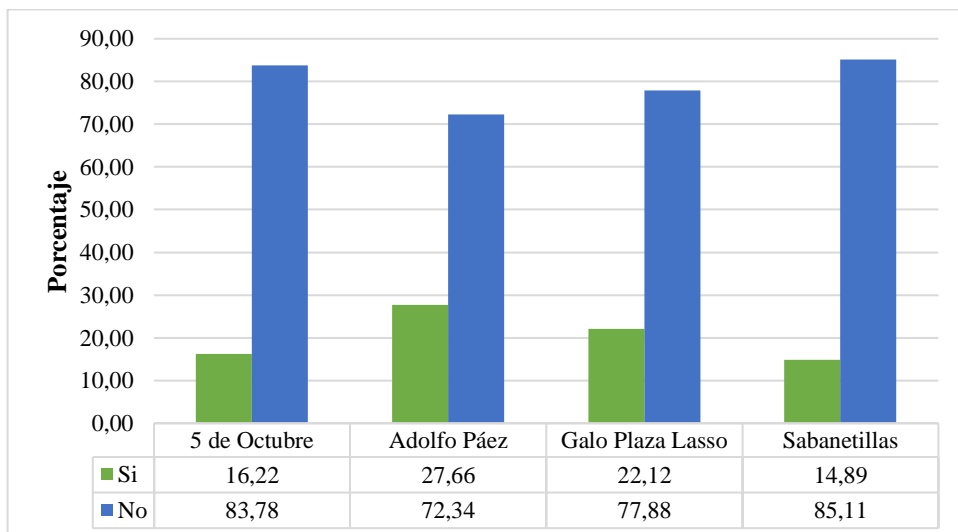


Gráfico 3-4: Resultados obtenidos en la pregunta 4 de la encuesta (Estadístico: Porcentaje).

Realizado por: Guerrero, E (2021).

En función a los porcentajes presentados en el gráfico 3-4, el mayor porcentaje de encuestados de los cuatro dominios manifiestan que el ruido emitido por la unidad educativa no afecta significativamente el desarrollo de sus actividades diarias. Conforme a información obtenida a través de diálogos con los moradores, esto se debe a dos condiciones: 1) las actividades de los centros educativos se desarrollan en jornada matutina, y los moradores no pasan la mayor parte de ese tiempo en sus domicilios debido a actividades laborales o comerciales, y 2) conforme a la percepción de los pobladores, el ruido de las unidades educativas no es constante en la mañana y no tiene un elevado radio de afectación.

3.1.3. Caracterización de las unidades educativas y descripción de procesos

A continuación, se presenta la información más relevante acerca de las unidades educativas.

Tabla 3-2: Características de las unidades educativas del cantón Echeandía.

Nombre de la institución	Coordenadas Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)/ Datum: Internacional de Hayford WGS84			Tipo de educación	Zona	Jornada	Planta docente	Número de estudiantes	Ruido interno (generado por la unidad educativa)	Ruido externo que afecta a la unidad educativa
	Zona	x	y							
Unidad Educativa 5 de Octubre	17 S	691624	9841234	Regular	Urbana	Matutina	45	1038	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido de un compresor utilizado en actividades de mantenimiento de pintura. • Sirena de cambio de hora • Parlantes o altavoces. • Ruido en el bar y las canchas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido del tránsito vehicular. • Ruido procedente del centro materno aledaño y del Jardín de Infantes "13 de agosto"
Unidad Educativa Adolfo Páez		691956	9841644	Regular	Urbana	Matutina	36	873	<ul style="list-style-type: none"> • Sirena de cambio de hora • Parlantes para emitir comunicados, estos se encuentran ubicados en la pared de una de las aulas • Música en el comedor o bar. Ruido en el comedor y patio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido externo procedente del taller mecánico y de la parada de buses "La Esperanza". • Ruido del tránsito vehicular.
Unidad Educativa Galo Plaza Lasso		690793	9841541	Regular	Urbana	Matutina	47	969	<ul style="list-style-type: none"> • Sirena de cambio de hora. • Parlantes. • Ruido proveniente del comedor y las canchas deportivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido del tránsito vehicular. • Ruido procedente de las oficinas de la cooperativa

										interprovincial "Echeandía"
Unidad Educativa Sabanetillas 1		690793	9841541	Regular	Urbana*	Matutina	22	453	<ul style="list-style-type: none"> • Sirena de cambio de hora • Parlantes que se encuentran ubicados en la parte alta de las oficinas administrativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido generado por una fábrica de mermeladas aledaña.

Nota: *Conforme a la Dirección Zonal de Educación, la institución "Sabanetillas" está en una zona urbana, no obstante, dicha unidad educativa se encuentra en un área "rural" dado que pertenece a uno de los recintos del cantón.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Las fuentes de emisión de ruido son comunes en las unidades educativas analizadas. Se identificó que los patios y comedores generan ruido debido a la aglomeración de estudiantes y a las diferentes actividades de esparcimiento que éstos realizan en dichas áreas; por otra parte durante horas "clase", otras fuentes de ruido son las sirenas y altavoces. Además, es importante señalar que existen otras actividades que generan ruido en el sector, tal es el caso del tránsito vehicular.

Las instituciones que pertenecen al sistema educativo público están sujetas al siguiente proceso:

Tabla 3-3: Proceso llevado a cabo en el sector educativo.

Materiales, insumos, equipos	Fase del proceso	Contaminación acústica *
Materiales: Papel, cartuchos de tinta, esferos, sellos, pegamento. Equipos: Computadoras, impresoras, copiadoras.	Administrativos	No significativa
Materiales: útiles en general, materiales de laboratorio. Insumos: reactivos de laboratorio. Equipos: proyector, computadora, parlantes, equipos de laboratorio.	Clases y evaluaciones	Poco significativa
Materiales: sillas, materiales para decoración. Equipos: computadora, equipos de amplificación o parlantes.	Incorporación o graduaciones	Significativa
Materiales: escoba, trapeador, papel, recogedor, tachos de basura. Insumos: detergentes, desinfectantes, pinturas, diluyentes, fertilizantes, pesticidas. Equipos de mantenimiento como: compresor, podadora, bombas de fumigación, etc.	Limpieza y Mantenimiento	Poco significativa
Materiales: productos alimenticios, recipientes desechables, vajilla, utensilios de cocina. Insumos: agua, bombonas de gas. Equipos: cocina industrial, refrigerador, congelador, microondas, tostadora, licuadora.	Cafetería	Significativa
Materiales: sillas. Equipos: equipos de amplificación, parlantes.	Actividades socioculturales y de esparcimiento (recreo)	Muy significativa

Nota: *El nivel de significancia de la contaminación acústica se estableció en base a dos parámetros: frecuencia e intensidad del ruido.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

3.1.4. Uso de suelo

Conforme al Plan de Uso y Gestión de Suelo (PUGS) del cantón Echeandía, las cuatro unidades educativas se encuentran implantadas en zonas residenciales, cuyo uso principal es el residencial, y su uso complementario es el de servicios comunales (Ministerio de Desarrollo Urbano de Ecuador, 2018, pp. 44-45).

3.2. Determinación del nivel de ruido emitido por las unidades educativas del cantón Echeandía

3.2.1. Puntos críticos de afectación

Según el Acuerdo Ministerial 097 A (República del Ecuador, 2015, pp. 60) un punto crítico de afectación es un lugar cercano a la fuente emisora de ruido el cual está ocupado por receptores sensibles, mismas que necesitan de condiciones de tranquilidad, se estableció como PCA a las casas, hospitales, bloques residenciales y otras instituciones educativas de menor tamaño (guarderías, jardín de infantes, etc.), donde es perceptible el ruido emitido por el funcionamiento de la FER.



Figura 3-1: Puntos críticos de afectación - Unidad educativa 5 de Octubre.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Se consideró 10 puntos para la línea base, los datos tienen proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y datum Internacional de Hayford WGS 84.

Tabla 3-4: Coordenadas de los puntos monitoreados para la línea base de la Unidad Educativa 5 de Octubre.

Punto	Referencia	Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)	
		Datum: Internacional de Hayford WGS84	
		x	y
Punto 1	Lindero este del centro materno	691606	9841357
Punto 2	Lindero sur del centro materno	691626	9841327
Punto 3	Lindero este del centro materno	691666	9841339
Punto 4	Jardín de infantes 13 de agosto	691567	9841401
Punto 5	Casas al norte de la UE 5 de Octubre	691616	9841389
Punto 6	Casas al norte de la UE 5 de Octubre	691535	9841376
Punto 7	Casas al este de la UE 5 de octubre	691567	9841362
Punto 8	Casas al sur de la UE 5 de octubre	691567	9841256
Punto 9	Casas al sur de la UE 5 de octubre	691624	9841234
Punto 10	Lindero este del estadio municipal	691693	9841291

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Nivel de presión sonora de los puntos críticos de afectación medidos en la UE 5 de Octubre.

El Acuerdo Ministerial 097 A determina que los valores mínimos a reportar son:

- LA Max dB (Valor máximo extremo obtenido en cada punto)
- LA Min dB (Valor mínimo extremo obtenido en cada punto)
- Ruido residual LAeq,rp (Nivel de presión sonora residual promedio).
- Ruido total LAeq,tp (Nivel de presión sonora equivalente, total promedio)
- Valor LKeq (Nivel de presión sonora equivalente corregido).

Tabla 3-5: Resultados del monitoreo en los puntos críticos de afectación.

PARAMETRO	Linea base									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	65,9	71,0	68,9	78,0	80,2	77,6	65,2	70,7	88,9	77,7
LA Min Db	59,0	66,0	62,0	68,3	74,6	70,6	60,1	59,4	68,4	70,5
Ruido residual LAeq, rp dB	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3
Ruido Total LAeq, tp dB	62,6	68,7	66,0	73,9	77,0	75,2	62,3	64,9	80,0	74,2
Valor LKeq dB	56,6	67,8	64,1	73,6	76,9	75,0	58,6	62,4	80,0	74,0

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

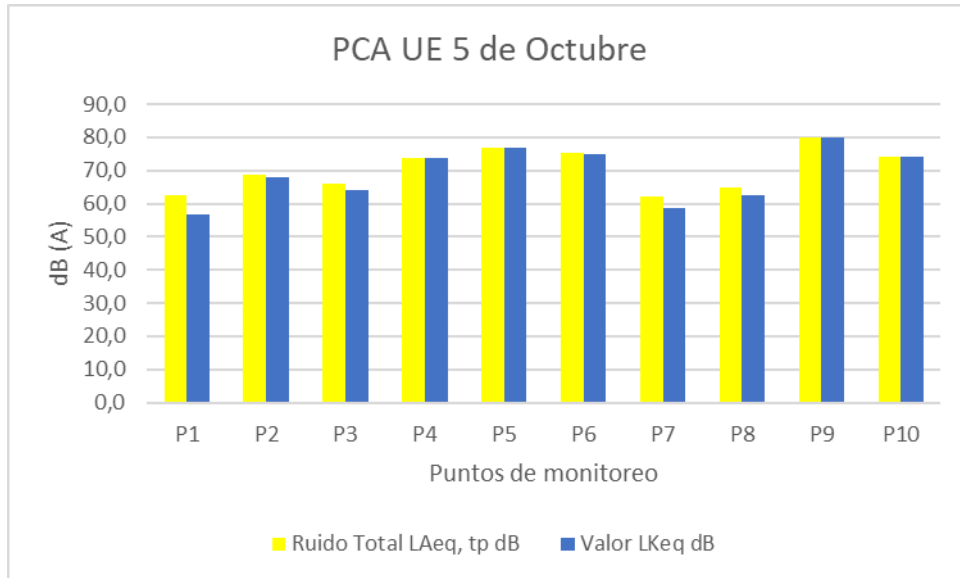


Gráfico 3-5: Gráfico nivel de presión sonora de los PCA de la UE 5 de Octubre.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

La UE 5 de Octubre se encuentra en una zona residencial, en la cuál el límite permisible establecido por el AM097-A en periodo diurno es de 55 dB y en periodo nocturno 45 dB. Se evaluaron 10 puntos de monitoreo para levantar la línea base; en horario de funcionamiento de la FER, período diurno, se determinó que todos los puntos críticos de afectación que fueron monitoreados sobrepasan el límite permisible. El nivel de presión sonora de menor medida es el punto 1 ubicado en el lindero este del centro materno con un LKeq de 56,6 dB (A) y la medida más alta está en el punto 9 correspondientes a las residencias ubicadas en la zona sur de la UE con un LKeq de 80 dB (A), considerando estos resultados se estableció los puntos de monitoreo tal como indica el AM 097-A, es decir contemplando todos los linderos de la fuente emisora de ruido.



Figura 3-2: Puntos críticos de afectación - Unidad Educativa Sabanetillas.

Realizado por: Guerrero, E. 2021.

Se consideró 10 puntos para la línea base, los datos tienen proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y datum Internacional de Hayford WGS 84.

Tabla 3-6: Coordenadas de los puntos monitoreados para la línea base de la Unidad Educativa Sabanetillas.

Punto	Referencia	Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)	
		Datum: Internacional de Hayford WGS84	
		x	y
Punto 1	Estructuras al noroeste de la UE Sabanetillas	687555	9836999
Punto 2	Estructuras al noreste de la UE Sabanetillas	687589	9836970
Punto 3	Estructuras al noreste de la UE Sabanetillas	687618	9836951
Punto 4	A 40 m de la UE en dirección noreste	687652	9836963

Punto 5	Esquina este de la UE Sabanetillas	687670	9836902
Punto 6	Casas ubicadas en el sureste de la UE	687630	9836880
Punto 7	Casas ubicadas en el sur de la UE Sabanetillas	687558	9836855
Punto 8	Casas al sur de la UE Sabanetillas	687524	9836824
Punto 9	Casas a 35 m al sur de la UE Sabanetillas	687496	9836844
Punto 10	Punto ubicado frente a la fábrica de mermeladas	687488	9836902

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-7: Resultados del monitoreo en los puntos críticos de afectación – Unidad Educativa Sabanetillas.

PARAMETRO	Linea base									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	77,0	87,9	85,0	81,1	77,4	76,4	77,5	80,2	89,5	78,8
LA Min Db	70,9	73,6	74,1	73,2	71,6	68,7	71,3	74,2	79,6	67,7
Ruido residual LAeq, rp dB	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Ruido Total LAeq, tp dB	73,4	82,2	78,9	79,1	74,8	74,2	75,0	78,0	86,9	75,7
Valor LKeq dB	73,3	82,2	78,9	79,1	74,7	74,2	74,9	78,0	86,9	75,7

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

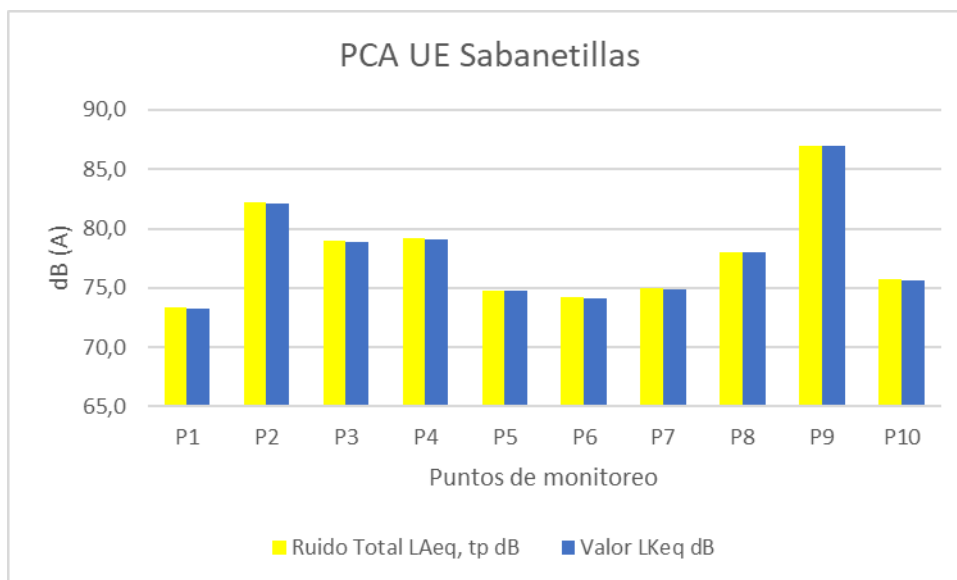


Gráfico 3-6: Nivel de presión sonora de los PCAs de la UE Sabanetillas.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

La UE Sabanetillas se encuentra en una zona residencial, en la cuál el límite permisible establecido por el AM 097-A (2015) en periodo diurno es de 55 dB y en periodo nocturno 45 dB. Se evaluaron 10 puntos de monitoreo para levantar la línea base; en horario de funcionamiento

de la FER, período diurno, se determinó que todos los puntos críticos de afectación que fueron monitoreados sobrepasan el límite permisible. El nivel de presión sonora de menor medida es el punto 1 ubicado las estructuras al noroeste de la UE Sabanetillas con un LKeq de 73,3 dB (A) y la medida más alta está en el punto 9 correspondientes a las residencias ubicadas a 35 m al sur de la UE Sabanetillas con un LKeq de 86,9 dB (A), considerando estos resultados se estableció los puntos de monitoreo tal como indica el AM 097-A, es decir contemplando todos los linderos de la fuente emisora de ruido.



Figura 3-3: Puntos críticos de afectación - Unidad Educativa Adolfo Páez.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Se consideró 10 puntos para la línea base, los datos tienen proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y datum Internacional de Hayford WGS 84.

Tabla 3-8: Coordenadas de los puntos monitoreados para la línea base de la Unidad Educativa Adolfo Páez.

Punto	Referencia	Proyección: Universal Transversal de Mercator (UTM)	
		Datum: Internacional de Hayford WGS84	
		x	y
Punto 1	Lindero noreste de la UE Adolfo Páez	691674	9841683
Punto 2	Casas al norte de la UE Adolfo Páez	691634	9841698
Punto 3	Casas al oeste de la UE Adolfo Páez	691618	9841662
Punto 4	Casas al sur oeste de la UE Adolfo Páez	691604	9841612
Punto 5	Casas a 35 m al sur oeste de la UE Adolfo Páez	691596	9841583
Punto 6	Casas al sur de la UE Adolfo Páez	691625	9841593
Punto 7	Casas ubicadas en el sureste la UE Adolfo Páez	691668	9841582
Punto 8	Casas a 30 m al sureste de la UE Adolfo Páez	691693	9841576
Punto 9	Casas al este de la UE Adolfo Páez	691684	9841614
Punto 10	Casas al noreste de la UE Adolfo Páez	691710	9841641

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-9: Resultados del monitoreo en los puntos críticos de afectación.

PARAMETRO	Linea base									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	77,8	79,2	74,7	79,4	77,4	77,9	76,6	87,6	77,0	72,5
LA Min Db	70,9	71,9	69,3	66,6	72,8	69,9	71,9	82,9	71,1	69,9
Ruido residual LAeq, rp dB	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4
Ruido Total LAeq, tp dB	75,9	74,5	71,7	74,5	75,2	73,9	74,2	85,9	73,6	71,3
Valor LKeq dB	75,6	74,1	71,0	74,1	74,9	73,5	73,8	85,8	73,1	70,5

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

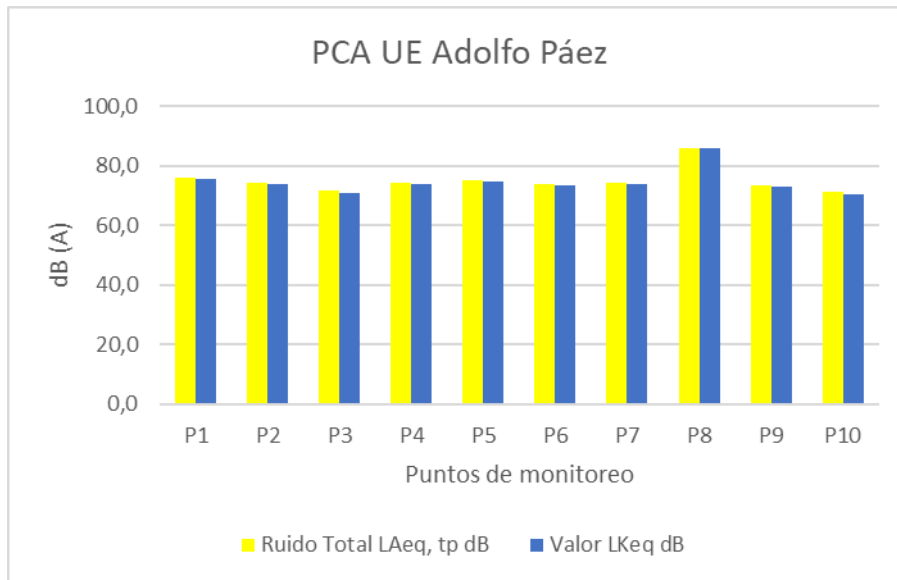


Gráfico 3-7: Nivel de presión sonora de los PCAs de la UE Adolfo Páez.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

La UE Adolfo Páez se encuentra en una zona residencial, en la cuál el límite permisible establecido por el AM 097-A (2015) en periodo diurno es de 55 dB y en periodo nocturno 45 dB. Se evaluaron 10 puntos de monitoreo para levantar la línea base; en horario de funcionamiento de la FER, período diurno, se determinó que todos los puntos críticos de afectación que fueron monitoreados sobrepasan el límite permisible. El nivel de presión sonora de menor medida es el punto 3 ubicado en las casas al oeste de la UE Adolfo Páez con un LK eq de 71 dB (A) y la medida más alta está en el punto 8 correspondientes a las casas a 30 m al sureste de la UE Adolfo Páez con un LK eq de 85,8 dB (A), considerando estos resultados se estableció los puntos de monitoreo tal como indica el AM 097-A, es decir contemplando todos los linderos de la fuente emisora de ruido.

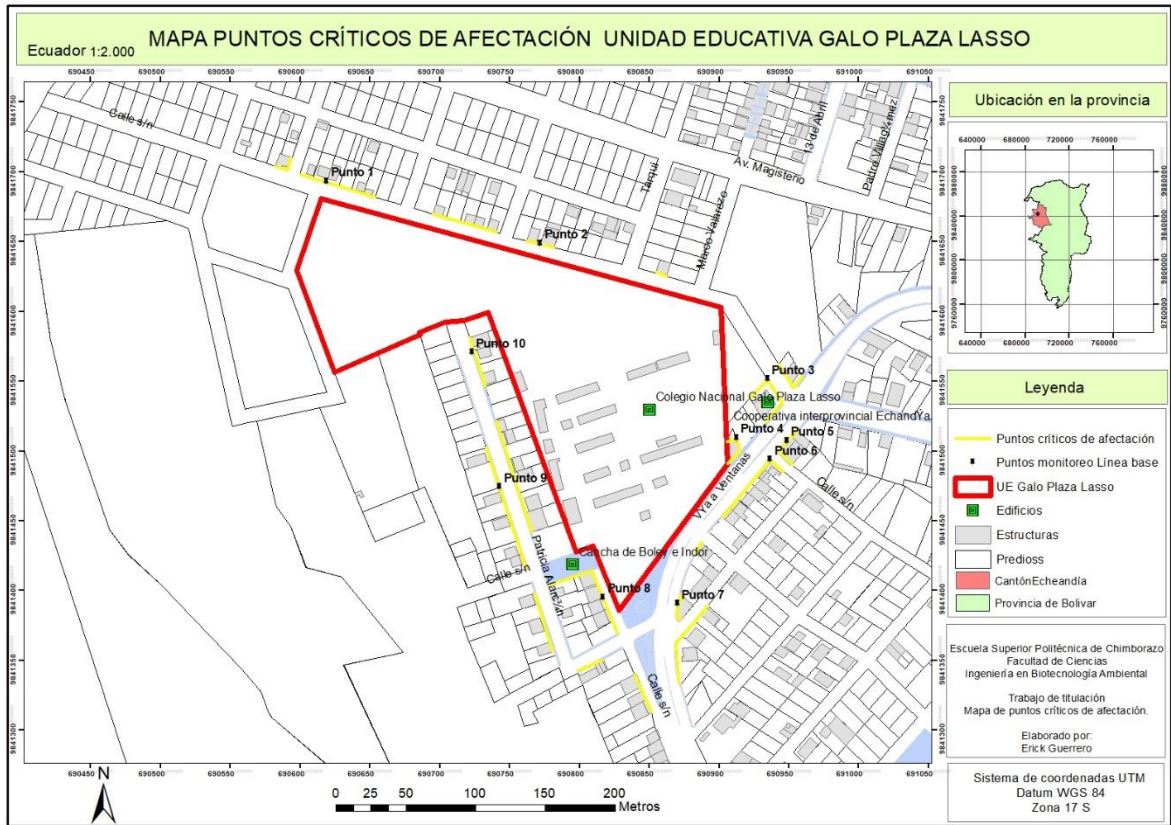


Figura 3-4: Puntos críticos de afectación. Unidad Educativa Galo Plaza Lasso.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Se consideró 10 puntos para la línea base, los datos tienen proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y datum Internacional de Hayford WGS 84.

Tabla 3-10: Coordenadas de los puntos monitoreados para la línea base de la Unidad Educativa Galo Plaza Lasso.

Punto	Referencia	Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)	
		Datum: Internacional de Hayford WGS84	
		x	y
Punto 1	Casas al noreste de la UE Galo plaza Lasso	690619	9841693
Punto 2	Casas al norte de la UE Galo Plaza Lasso	690772	9841648
Punto 3	Casas al este de la UE Galo Plaza Lasso	690935	9841551
Punto 4	Frente a la cooperativa interprovincial Echeandía	690913	9841509

Punto 5	Casas 40m al este de la UE Galo Plaza Lasso	690948	9841507
Punto 6	Casas 30m al este de la UE Galo Plaza Lasso	690937	9841494
Punto 7	Casas al sureste de la UE Galo Plaza Lasso	690870	9841390
Punto 8	Casas al sur de la UE Galo Plaza Lasso	690817	9841395
Punto 9	Estructuras al Oeste de la UE Galo Plaza Lasso	690743	9841474
Punto 10	Estructuras al Oeste de la UE Galo Plaza Lasso	690723	9841570

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-11: Resultados del monitoreo en los puntos críticos de afectación.

	Linea base									
PARAMETRO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	86,1	69,5	68,5	77,9	69,3	67,7	67,5	78,1	78,1	72,8
LA Min Db	68,9	50,8	58,8	61,5	64,6	51,2	55,6	67,6	67,6	70,0
Ruido residual LAeq, rp dB	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9
Ruido Total LAeq, tp dB	77,6	63,0	64,1	69,6	66,9	60,2	63,8	72,2	72,2	71,0
Valor LKeq dB	77,5	61,5	62,9	69,3	66,3	56,5	62,5	72,0	72,0	70,8

Realizado por: Guerrero, E (2021).

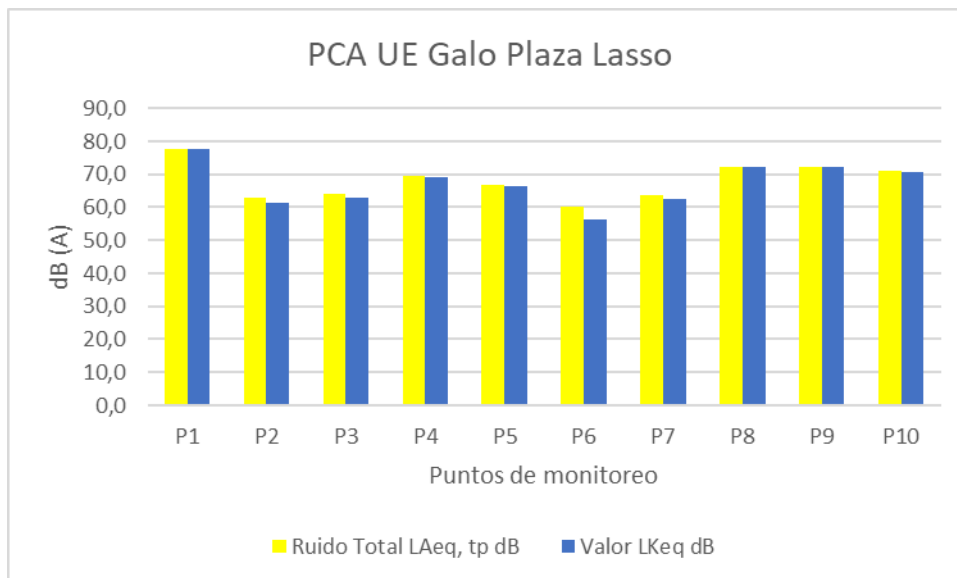


Gráfico 3-8: Nivel de presión sonora de los PCA de la UE Galo Plaza Lasso.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

La UE Galo Plaza Lasso se encuentra en una zona residencial, en la cuál el límite permisible establecido por el AM097-A (2015) en periodo diurno es de 55 dB y en periodo nocturno 45 dB. Se evaluaron 10 puntos de monitoreo para levantar la línea base; en horario de funcionamiento de la FER, periodo diurno, se determinó que todos los puntos críticos de afectación que fueron

monitoreados sobrepasan el límite permisible. El nivel de presión sonora de menor medida es el punto 6 ubicado en las en casas 30m al este de la UE con un LK_{eq} de 56,1 dB (A) y la medida más alta está en el punto 1 correspondientes a las casas al noreste de la UE Galo plaza Lasso con un LK_{eq} de 77,5 dB (A), considerando estos resultados se estableció los puntos de monitoreo tal como indica el AM 097-A, es decir contemplando todos los linderos de la fuente emisora de ruido.

3.2.2. Puntos de Monitoreo

Unidad Educativa 5 de Octubre

Tras el análisis de los puntos monitoreados en la línea base, se estableció 10 puntos de monitoreo, mismos que abarcan todos los linderos de la FER tal como indica en el AM097-A.



Figura 3-5: Puntos de monitoreo de ruido. Unidad educativa 5 de Octubre.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-12: Ubicación de los puntos de medición de ruido.

Punto	Referencia	Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)	
		Datum: Internacional de Hayford WGS84	
		x	y
Punto 1	Centro materno infantil	691606	9841357
Punto 2	Casas al noreste de la UE 5 de Octubre	691626	9841327
Punto 3	Casas al norte de la UE 5 de Octubre	691666	9841339
Punto 4	Casas al noroeste de la UE 5 de Octubre	691567	9841401
Punto 5	Jardín de infantes 13 de agosto	691616	9841389
Punto 6	Casas de la calle Gerardo Vizacarra y Av 5 de Octubre	691535	9841376
Punto 7	Casas al este de la UE 5 de octubre	691567	9841362
Punto 8	Casas al sur de la UE 5 de octubre	691567	9841256
Punto 9	Casas al sur de la UE 5 de octubre	691624	9841234
Punto 10	Lindero este del estadio municipal	691693	9841291

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-13: Resultados del monitoreo de ruido en la UE 5 de Octubre.

PARAMETRO	7H00-8H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	64,9	76,1	67,3	77,1	71,9	62,2	75,7	71,3	77,8	71,6
LA Min Db	60,9	64,8	64,4	72,1	68,8	60,4	70,1	64,8	69,1	65,9
Ruido residual LAeq, rp dB	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3
Ruido Total LAeq, tp dB	63,1	70,7	65,6	74,6	70,3	61,4	72,8	68,3	73,1	69,5
Valor LKeq dB	58,3	70,2	63,5	74,4	69,7	49,9	72,5	67,4	72,8	68,8
PARAMETRO	10H00-11H00									
	LA Max dB	72,6	72,6	63,4	65,8	67,9	93,9	77,7	74,5	67,3
LA Min Db	68,7	68,8	59,4	62,1	63,4	75,7	72,0	66,3	58,3	64,1
Ruido residual LAeq, rp dB	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3
Ruido Total LAeq, tp dB	70,6	70,5	60,9	63,9	65,7	85,0	74,4	71,1	63,9	68,2
Valor LKeq dB	70,1	70,0	55,9	60,4	63,7	85,0	74,1	70,7	60,4	67,2
PARAMETRO	12H00-13H00									
	LA Max dB	66,1	72,6	68,8	72,9	76,7	83,6	66,3	70,1	83,9
LA Min Db	59,5	68,6	62,0	68,9	71,6	70,6	60,4	65,5	73,5	74,4
Ruido residual LAeq, rp dB	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3
Ruido Total LAeq, tp dB	62,6	70,5	65,7	70,3	74,0	75,5	63,5	67,4	78,6	76,2
Valor LKeq dB	56,6	70,0	63,7	69,7	73,7	75,4	59,6	66,2	78,5	76,1

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

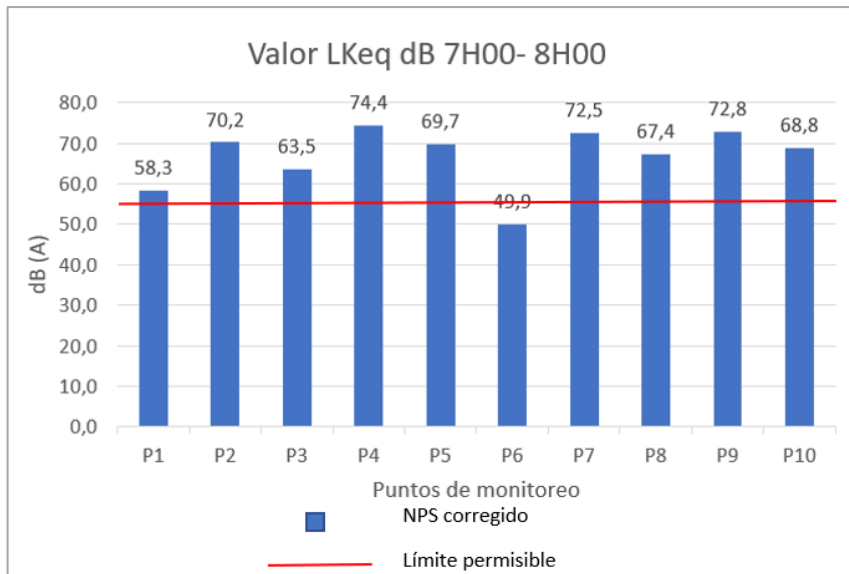


Gráfico 3-9: Nivel de presión sonora de la UE 5 de octubre en horario de 7H00 a 8H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

La UE 5 de Octubre se encuentra en zona residencial, la cual según el AM 097-A tiene un límite permisible de 55 dB en el periodo diurno y 45 dB en el periodo nocturno. Solo el punto 6 se cumple con el límite permisible con un LKeq de 49,9 dB (A), el valor más alto en cuanto al LKeq se encuentra en el punto 4 ubicado en las residencias al noreste de la UE con un valor de 74,4 dB (A), el LKeq más bajo se encuentra en el punto 6 ubicado en las casas de la calle Gerardo Vizacarra y Av 5 de Octubre con un nivel de presión sonora de 49,9 dB (A).

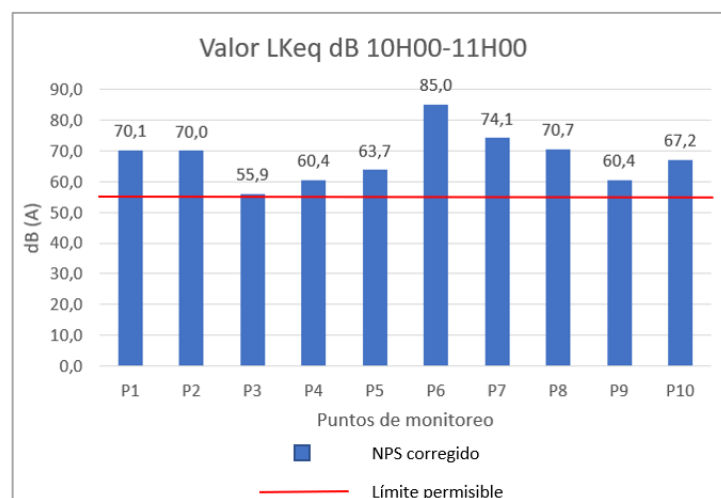


Gráfico 3-10: Nivel de presión sonora de la UE 5 de octubre en horario de 10H00 a 11H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Los puntos monitoreados en el horario de 10H00-11H00 en la Unidad Educativa “5 de octubre” “no cumplen” el límite permisible, el valor más alto en cuanto al ruido se encuentra en el punto 6 ubicado en Casas de la calle Gerardo Vizacarra y Av 5 de Octubre con un LK_{eq} de 85 dB (A), el nivel de presión sonora más bajo se encuentra en el punto 3 ubicado en las residencias al norte de la UE con un LK_{eq} de 55,9 dB (A).

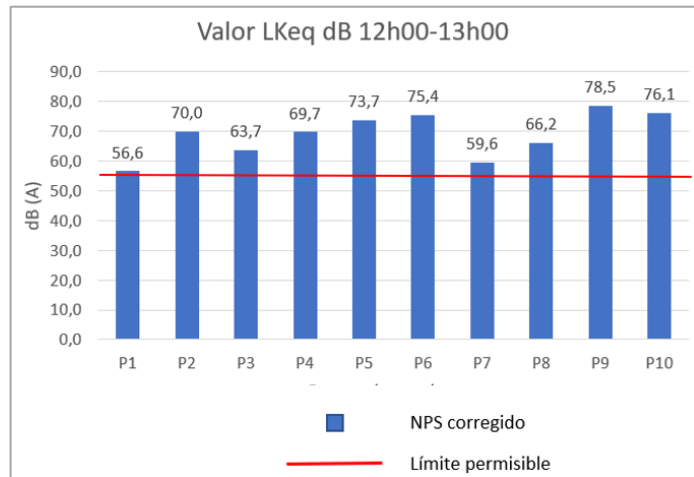


Gráfico 3-11: Nivel de presión sonora de la UE 5 de octubre en horario de 12H00 a 13H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Los puntos monitoreados en el horario de 12H00-13H00 en la unidad educativa 5 de octubre “no cumplen” el límite permisible, el valor más alto en cuanto al ruido se encuentra en el punto 9 ubicado en las casas al sur de la UE 5 de octubre con un LK_{eq} de 78,5 dB (A), el nivel de presión sonora más bajo se encuentra en el punto 1 ubicado en el centro materno infantil con un LK_{eq} de 56,1 dB (A).

Según Beristain (2004, pp. 3-5) en su publicación “*Ruido en el interior de escuelas*” se monitorearon 8 puntos en diferentes áreas, los resultados de NPS normalizado alcanzaron un valor superior a 75 dB. Los puntos monitoreados en la Unidad Educativa 5 de Octubre “no cumplen” con el límite permisible para uso de suelo residencial estipulado por el AM 097-A en ninguno de los horarios, con excepción del punto 6 en horario de 7H00 -8h00 por ende se determinó que en efecto existe un problema de ruido en el área de influencia directa.

Unidad Educativa Sabanetillas

Tras el análisis de los puntos monitoreados en la línea base se estableció 10 puntos de monitoreo, mismos que abarcan todos los linderos de la fuente emisora de ruido tal como indica en el AM097-A

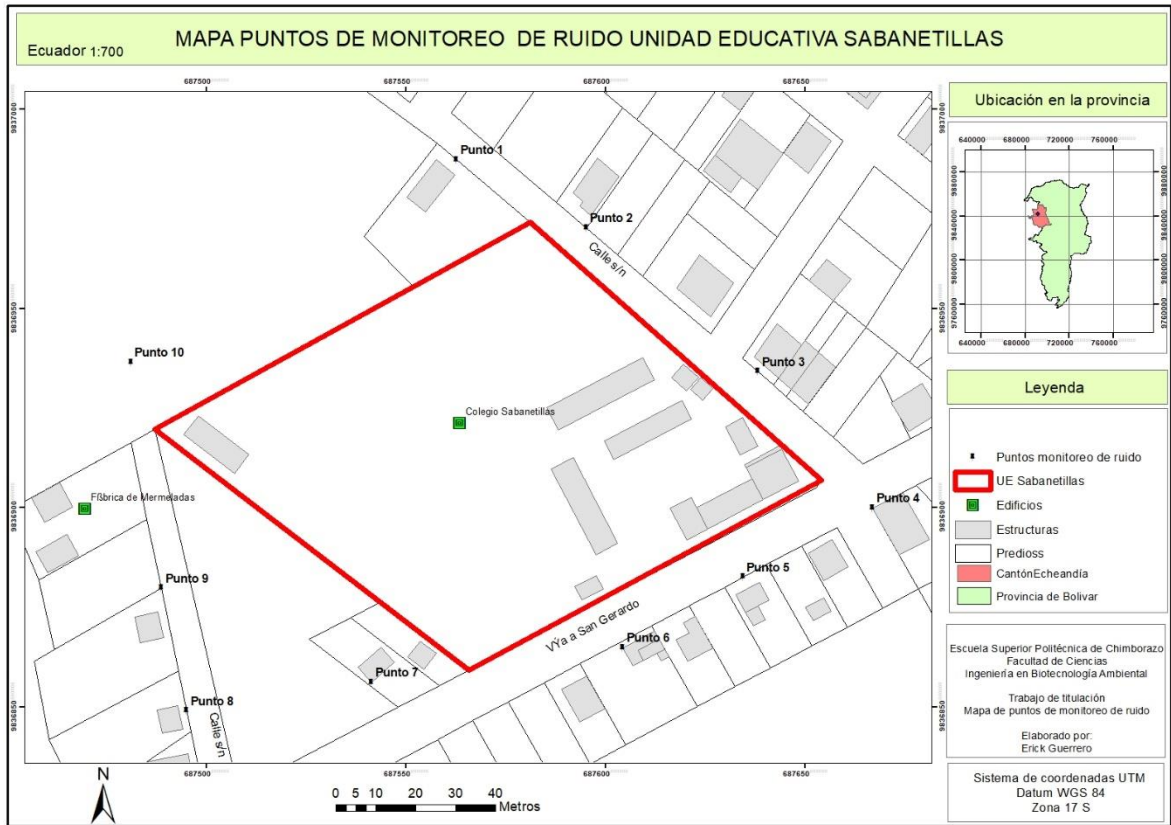


Figura 3-6: Puntos de monitoreo de ruido - Unidad Educativa Sabanetillas.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-14: Ubicación de los puntos de medición de ruido.

Punto	Referencia	Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)	
		Datum: Internacional de Hayford WGS84	
		x	y
Punto 1	Estructuras al noroeste de la UE Sabanetillas	687562	9836987
Punto 2	Estructuras al noreste de la UE Sabanetillas	687595	9836970
Punto 3	Estructuras al noreste de la UE Sabanetillas	687638	9836934
Punto 4	Casas al este de la UE Sabanetillas	687666	9836899
Punto 5	Casas ubicadas en el sureste de la UE	687634	9836882
Punto 6	Casas ubicadas en el sureste de la UE	687604	9836864

Punto 7	Casas ubicadas en el sur de la UE Sabanetillas	687541	9836856
Punto 8	Casas al sur de la UE Sabanetillas	687495	9836849
Punto 9	Casas a 35 m al suroeste de la UE Sabanetillas	687488	9836879
Punto 10	Punto ubicado en el lindero oeste de la UE	687481	9836936

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-15: Resultados del monitoreo de ruido en la UE Sabanetillas.

PARAMETRO	7H00-8H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	70,3	70,5	81,3	75,0	71,3	67,6	73,2	63,6	101,7	79,9
LA Min Db	64,4	64,0	70,6	69,3	66,5	64,7	60,6	57,8	69,8	61,8
Ruido residual LAeq, rp dB	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Ruido Total LAeq, tp dB	67,9	67,1	77,2	71,6	69,3	66,4	69,4	62,1	92,3	71,4
Valor LKeq dB	67,6	66,7	77,1	71,5	69,0	65,9	69,2	60,5	92,3	71,3
PARAMETRO	10H00-11H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	80,4	74,0	81,8	87,3	75,3	72,4	70,1	73,9	74,7	81,8
LA Min Db	70,1	60,8	67,3	68,2	70,1	67,3	66,2	68,3	69,3	75,5
Ruido residual LAeq, rp dB	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Ruido Total LAeq, tp dB	76,3	67,3	76,6	81,3	72,0	69,7	67,8	72,1	71,7	79,4
Valor LKeq dB	76,2	66,9	76,5	81,3	71,9	69,4	70,5	72,0	71,5	79,4
PARAMETRO	12H00-13H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	87,2	78,4	80,9	77,8	79,0	79,0	82,4	82,3	84,9	86,4
LA Min Db	75,0	71,6	72,3	72,6	65,5	71,3	71,7	72,0	76,5	77,2
Ruido residual LAeq, rp dB	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Ruido Total LAeq, tp dB	81,9	75,0	77,9	75,5	75,2	75,9	75,8	77,4	81,0	83,7
Valor LKeq dB	81,9	74,9	77,9	75,4	75,2	75,8	75,7	77,4	81,0	83,7

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

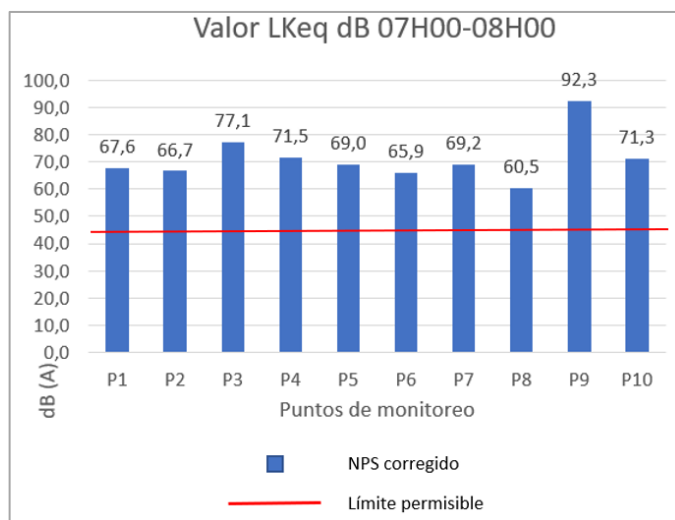


Gráfico 3-12: Nivel de presión sonora de la UE Sabanetillas en horario de 07H00 a 08H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

La unidad educativa Sabanetillas se encuentra en una zona de uso de suelo correspondiente a zona residencial, en la cual el límite permisible es 55dB para el periodo diurno y 45dB para el periodo

nocturno. Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora correspondientes al horario de 07H00-08H00 se determinó que los puntos “no cumplen” el límite permisible. Los valores más representativos en cuanto al nivel de presión sonora más alto es el punto 9 ubicado en las casas a 35 m al suroeste de la UE Sabanetillas con un LK_{eq} de 92,3 dB (A) y el nivel de presión sonora más bajo corresponde al punto 8 ubicado en las casas al sur de la UE Sabanetillas con un LK_{eq} de 60,5 dB (A).

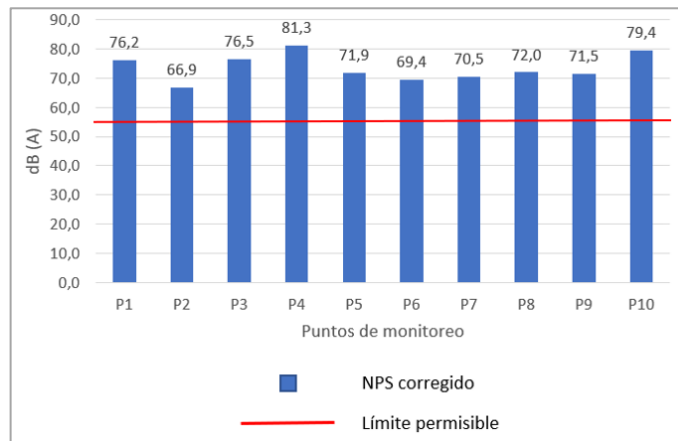


Gráfico 3-13: Nivel de presión sonora de la UE Sabanetillas en horario de 10H00 a 11H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora correspondientes al horario de 10H00-11H00 se determinó que los puntos “no cumplen” el límite permisible. Los valores más representativos en cuanto al LK_{eq} más alto es el punto 4 ubicado en las casas al este de la UE Sabanetillas con 81,3 dB (A), y el LK_{eq} más bajo corresponde al punto 2 ubicado en las estructuras al noreste de la UE Sabanetillas con 66,9 dB (A).

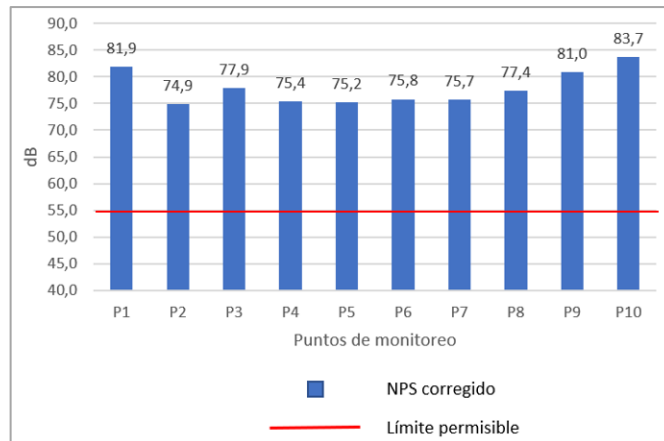


Gráfico 3-14: Nivel de presión sonora de la UE Sabanetillas en horario de 12H00 a 13H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora correspondientes al horario 12H00-13H00 se determinó que los puntos “no cumplen” el límite permisible, esta unidad educativa en este horario presenta un valor demasiado alto ya que todos sus valores sobrepasan los 74 dB. Los valores más representativos en cuanto al LK_{eq} es el punto 10 ubicado en el lindero oeste de la UE Sabanetillas con 83,7 dB (A) y el LK_{eq} más bajo corresponde al punto 2 ubicado en las estructuras al noreste de la UE Sabanetillas con 74,9 dB (A).

De acuerdo con Salas y Barbosa (2016, pp. 92-94). en su publicación “Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú” se monitorearon 10 puntos, en los cuales los NPS obtenidos superan los 60dB. Los puntos monitoreados en la Unidad Educativa Sabanetillas “no cumplen” el límite permisible para uso de suelo residencial estipulado por el AM 097-A en ninguno de los horarios, por ende, se determinó que en efecto existe un problema de ruido en la zona de estudio

Unidad Educativa Adolfo Páez

Tras el análisis de los puntos monitoreados en la línea base se estableció 10 puntos de monitoreo, mismos que abarcan todos los linderos de la FER tal como indica en el AM097-A



Figura 3-7: Puntos de monitoreo de ruido - Unidad Educativa Adolfo Páez.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-16: Ubicación de los puntos de medición de ruido.

Punto	Referencia	Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)	
		Datum: Internacional de Hayford WGS84	
		x	y
Punto 1	Estructuras al norte de la UE Adolfo Páez	691662	9841685
Punto 2	Casas al noroeste de la UE Adolfo Páez	691634	9841698
Punto 3	Casas al noroeste de la UE Adolfo Páez	691621	9841673
Punto 4	Casas al oeste de la UE Adolfo Páez	691612	9841636
Punto 5	Casas a 35 m al sur oeste de la UE Adolfo Páez	691597	9841601
Punto 6	Acera de la calle Genaro Vizacarra	691601	9841584

Punto 7	Casas ubicadas en el sur de la UE Adolfo Páez	691620	9841594
Punto 8	Casas ubicadas en el sur de la UE Adolfo Páez	691657	9841584
Punto 9	Casas al sureste de la UE Adolfo Páez	691676	9841591
Punto 10	Casas al este de la UE Adolfo Páez	691692	9841632

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-17: Resultados del monitoreo de ruido en la UE Adolfo Páez.

PARAMETRO	7H00-8H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	84,5	79,4	72,9	74,6	78,1	77,3	77,5	89,5	79,8	74,2
LA Min Db	78,2	73,9	68,2	71,8	72,4	73,3	72,9	78,9	73,5	71,7
Ruido residual LAeq, rp dB	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4
Ruido Total LAeq, tp dB	81,7	77,0	71,1	73,6	75,6	75,2	76,1	86,6	76,8	73,0
Valor LKeq dB	81,6	76,8	70,3	73,1	75,3	74,9	75,9	86,6	76,6	72,5
PARAMETRO	10H00-11H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	81,1	74,2	74,3	84,0	70,8	100,9	81,3	88,5	74,9	71,5
LA Min Db	73,2	70,4	68,6	75,0	66,9	73,8	73,2	82,8	68,3	68,8
Ruido residual LAeq, rp dB	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4
Ruido Total LAeq, tp dB	77,7	72,1	70,2	79,5	68,8	95,6	77,5	85,5	72,6	70,5
Valor LKeq dB	77,6	71,5	69,1	79,4	67,3	95,6	77,3	85,5	72,0	69,6
PARAMETRO	12H00-13H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	103,4	78,8	78,8	83,3	78,8	79,4	83,8	85,9	78,8	78,8
LA Min Db	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8
Ruido residual LAeq, rp dB	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4
Ruido Total LAeq, tp dB	93,7	76,4	74,0	77,5	71,6	77,1	80,9	83,9	73,5	75,8
Valor LKeq dB	93,7	76,2	73,6	77,3	70,8	76,9	80,9	83,9	73,1	75,5

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

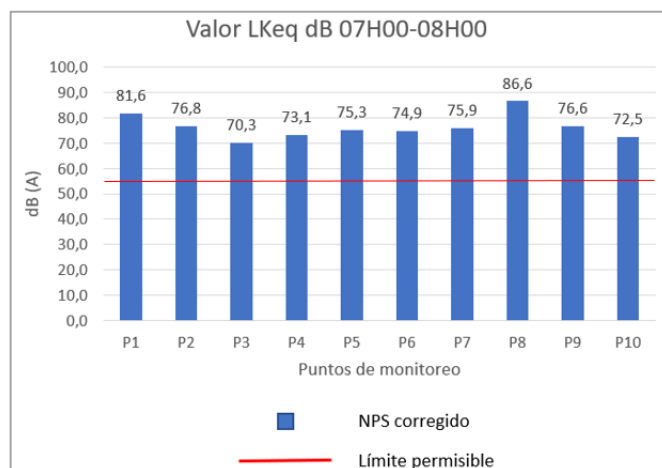


Gráfico 3-15: Nivel de presión sonora de la UE Adolfo Páez en horario de 07H00 a 08H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

La unidad educativa Adolfo Páez se encuentra en una zona de uso de suelo correspondiente a zona Residencial en la cual el límite permisible es 55 dB para el periodo diurno y 45 dB para el

período nocturno. Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora correspondientes al horario de 07H00-08H00 se determinó que los puntos “no cumplen” el límite permisible, los valores más representativos en cuanto al nivel de presión sonora más alto es el punto 8 ubicado en las casas ubicadas en el sur de la UE Adolfo Páez con un LK_{eq} de 86,6 dB (A) y el LK_{eq} más bajo corresponde al punto 3 ubicado en las casas al noroeste de la UE Adolfo Páez con 60,5 dB (A).

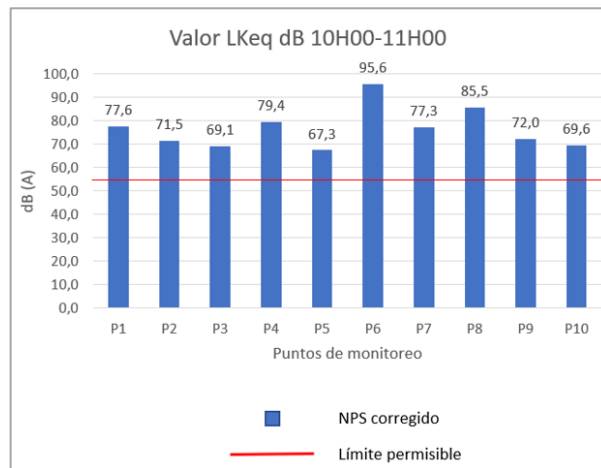


Gráfico 3-16: Nivel de presión sonora de la UE Adolfo Páez en horario de 10H00 a 11H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora correspondientes al horario 10H00-11H00 se determinó que los puntos “no cumplen” el límite permisible, los valores más representativos de LK_{eq} más alto es el punto 6 ubicado en la acera de la calle Genaro Vizcarra con 95,6 dB (A) y el LK_{eq} más bajo corresponde al punto 3 ubicado en las casas al noroeste de la UE Adolfo Páez con 69,1 dB (A).

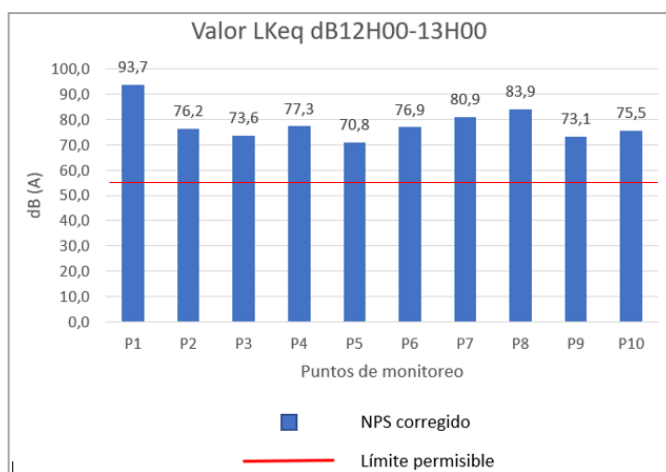


Gráfico 3-17: Nivel de presión sonora de la UE Adolfo Páez en horario de 12H00 a 13H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora correspondientes al horario 12H00-13H00 se determinó que los puntos “no cumplen” el límite permisible. Los valores más representativos en cuanto al LKeq más alto se localiza en el punto 1 ubicado en las estructuras al norte de la UE Adolfo Páez con 93,7 dB (A) y el LKeq más bajo corresponde al punto 5 ubicado en las casas a 35 m al sur oeste de la UE Adolfo Páez con 70,8 dB (A).

Según Giménez, Hernández y Martínez (2008). en su estudio *“Percepción sonora de la población infantil de primaria de la ciudad de Cádiz”* se estudiaron 31 colegios monitoreando ruidos exteriores a la FER, todos los puntos monitoreados tienen un NPS superior a 70 dB. Los puntos monitoreados en la Unidad Educativa Adolfo Paez “no cumplen” el límite permisible para uso de suelo residencial estipulado por el AM 097-A en ninguno de los horarios, por ende, se determinó que en efecto existe un problema de ruido en el área de influencia de la FER.

Unidad Educativa Galo Plaza Lasso

Tras el análisis de los puntos monitoreados en la línea base se estableció 10 puntos de monitoreo, mismos que abarcan todos los linderos de la fuente emisora de ruido tal como indica en el AM097-A

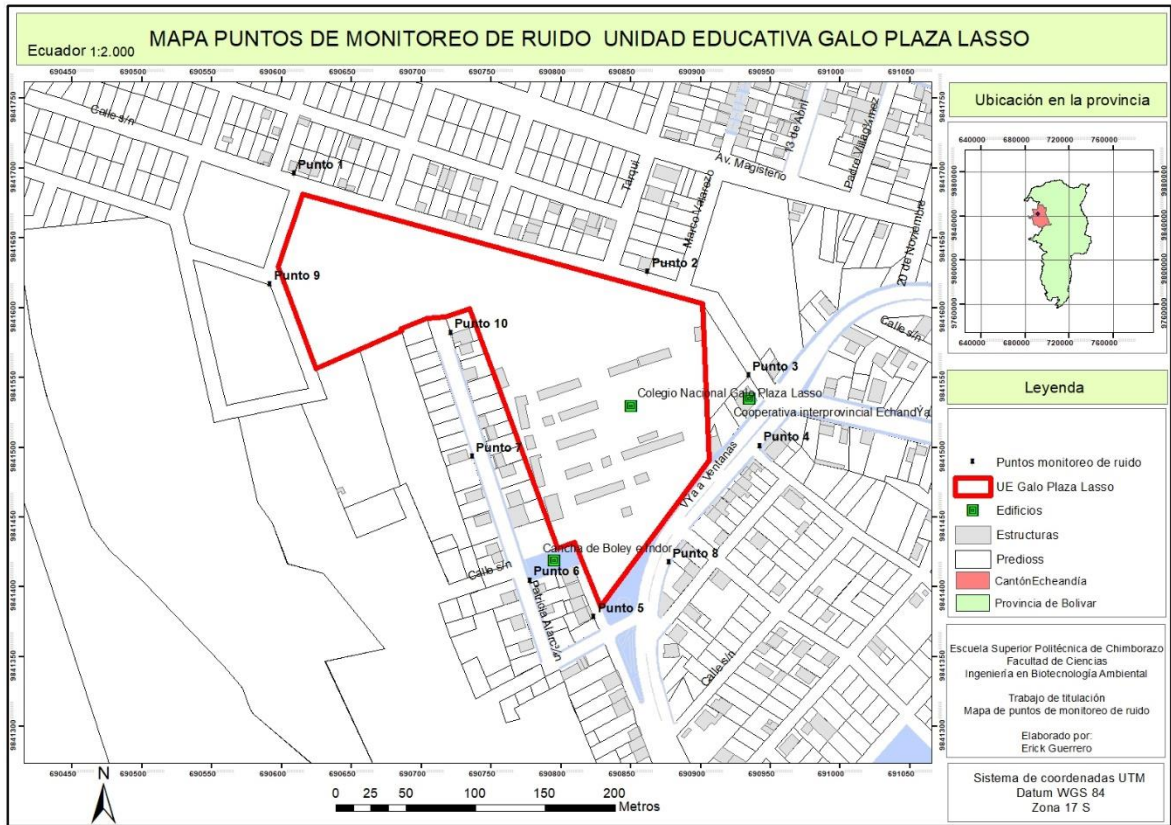


Figura 3-8: Puntos de monitoreo de ruido Unidad educativa Galo Plaza Lasso.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-18: Ubicación de los puntos de medición de ruido.

Punto	Referencia	Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)	
		Datum: Internacional de Hayford WGS84	
		x	y
Punto 1	Casas al noreste de la UE Galo plaza Lasso	690609	9841696
Punto 2	Casas al norte de la UE Galo Plaza Lasso	690863	9841625
Punto 3	Frente a la cooperativa interprovincial Echeandía	690935	9841551
Punto 4	Casas al este de la UE Galo Plaza Lasso	690943	9841501
Punto 5	Casas al sur de la UE Galo Plaza Lasso	690824	9841378
Punto 6	Casas al sur de la UE Galo Plaza Lasso	690778	9841404
Punto 7	Estructuras al Oeste de la UE Galo Plaza Lasso	690737	9841493

Punto 8	Casas al sur de la UE Galo Plaza Lasso	690878	9841417
Punto 9	Lindero oeste de la UE Galo Plaza Lasso	690592	9841616
Punto 10	Lindero oeste de la UE Galo Plaza Lasso	690721	9841582

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Tabla 3-19: Resultados del monitoreo de ruido en la UE Galo Plaza Lasso.

PARAMETRO	7H00:8H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	69,7	86,3	73,8	85,8	70,1	73,0	70,8	80,3	86,4	70,5
LA Min Db	60,9	67,6	61,9	80,0	65,8	46,3	56,0	65,2	80,4	67,0
Ruido residual LAeq, rp dB	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9
Ruido Total LAeq, tp dB	64,8	79,6	69,6	83,7	67,8	64,2	63,6	76,2	83,5	68,9
Valor LKeq dB	63,9	79,6	69,3	83,7	67,3	63,0	62,2	76,1	83,5	68,6
PARAMETRO	10H00-11H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	74,3	76,9	69,7	69,0	70,5	73,2	60,3	68,2	81,9	73,2
LA Min Db	65,3	69,6	55,9	60,0	63,1	49,4	45,2	59,4	77,5	68,6
Ruido residual LAeq, rp dB	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9
Ruido Total LAeq, tp dB	72,3	73,0	65,0	65,7	67,7	64,2	54,2	64,8	80,4	70,7
Valor LKeq dB	72,2	72,8	64,1	65,0	67,3	63,0	51,8	63,8	80,4	70,5
PARAMETRO	12H00-13H00									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
LA Max dB	66,9	71,2	71,2	68,5	70,5	70,5	64,8	68,0	74,0	79,4
LA Min Db	62,8	62,0	62,0	63,6	63,1	65,0	52,8	55,7	60,8	66,1
Ruido residual LAeq, rp dB	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9
Ruido Total LAeq, tp dB	65,5	68,0	68,0	66,2	67,7	68,0	61,3	64,6	67,3	74,9
Valor LKeq dB	64,6	67,6	67,6	65,5	67,3	67,5	58,6	63,5	66,8	74,8

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

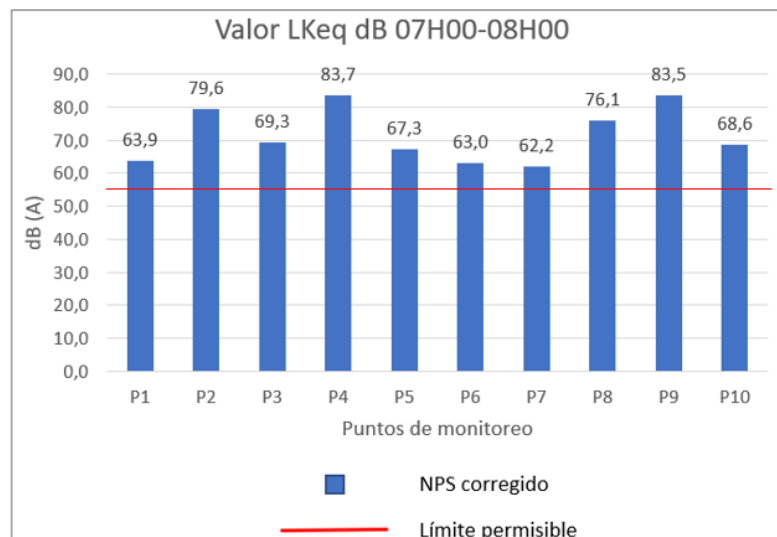


Gráfico 3-18: Nivel de presión sonora de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 07H00 a 08H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

La unidad educativa Galo Plaza Lasso se encuentra en una zona de uso de suelo correspondiente a zona Residencial en la cual el límite permisible es 55 dB para el periodo diurno y 45 dB para el periodo nocturno. Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora

correspondientes al horario de 07H00-08H00 se determinó que los puntos “no cumplen” el límite permisible, los valores más representativos en cuanto al LKeq más alto es el punto 4 ubicado en las casas al este de la UE Galo Plaza Lasso con 83,7 dB (A) y el LKeq más bajo corresponde al punto 7 ubicado en las estructuras al Oeste de la UE Galo Plaza Lasso con 62,2 dB (A).

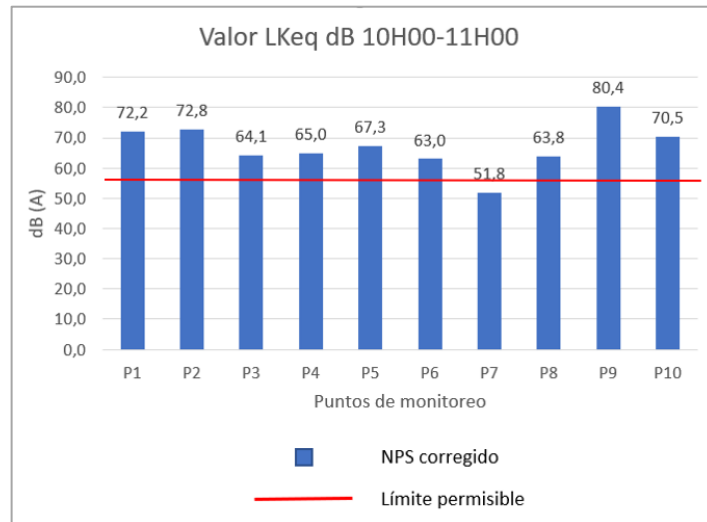


Gráfico 3-19: Nivel de presión sonora de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 10H00 a 11H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora correspondientes al período 10H00-11H00 se determinó que solamente el punto 7 “si cumple” el límite permisible con un LKeq de 51.8 dB (A). Por ende el resto de puntos “no cumplen” el límite permisible, los valores más representativos en cuanto al nivel de presión sonora más alto es el punto 9 ubicado en el lindero oeste de la UE Galo Plaza Lasso con un LKeq de 80,4 dB (A) y el LKeq más bajo corresponde al punto 7 ubicado en las estructuras al Oeste de la UE Galo Plaza Lasso con 51,8 dB (A).

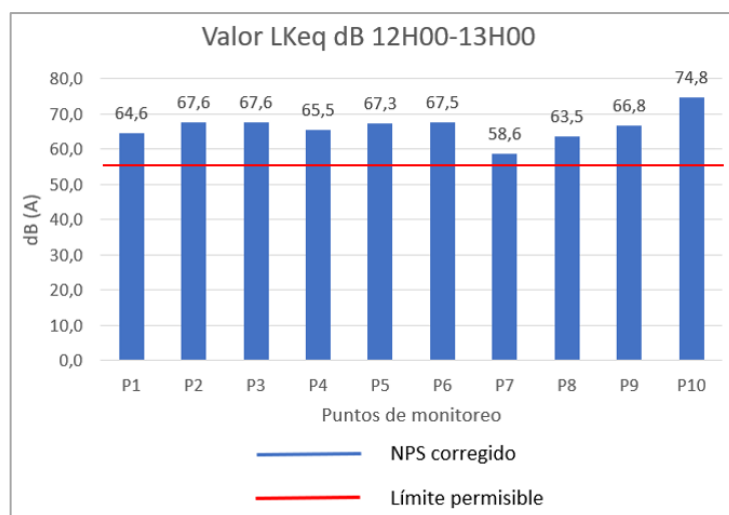


Gráfico 3-20: Nivel de presión sonora de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 12H00 a 13H00.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

Una vez monitoreados y corregidos los niveles de presión sonora correspondientes al horario de 12H00-13H00 se determinó que los puntos “no cumplen” el límite permisible, los valores más representativos en cuanto al LKeq más alto es el punto 10 ubicado en el lindero oeste de la UE Galo Plaza Lasso con 74,8 dB (A) y el LKeq más bajo corresponde al punto 7 ubicado en las estructuras al Oeste de la UE Galo Plaza Lasso con 58,6 dB (A).

Los puntos monitoreados en la Unidad Educativa Galo Plaza Lasso “no cumplen” el límite permisible para uso de suelo residencial estipulado por el AM 097-A en ninguno de los horarios, con excepción del punto 7 en horario de 10H00 -11h00 por ende se determinó que en efecto existe un problema de ruido en la zona de estudio. Estos resultados son comparables con las investigaciones de Beristain, (2004, pp. 3-5); Salas y Barbosa, (2016, pp. 92-94). que reportan niveles de presión sonora superiores a 60 en instituciones destinadas a educación.

3.3. Plan de minimización de ruido ambiental

3.3.1. Información general del proyecto

Tabla 3-20: Información general del proyecto.

NOMBRE DEL PROYECTO	“UNIDADES EDUCATIVAS EN LA CIUDAD DE ECHEANDIA”
OBJETIVOS DEL PROYECTO	Brindar una formación integral a jóvenes y niños del cantón Echeandía

ÁREAS AFECTADAS	Sectores aledaños a las siguientes unidades educativas: “5 de Octubre”, “Adolfo Páez”, “Galo Plaza Lasso” y “Sabanetillas”		
UBICACIÓN	Provincia	Bolívar	
	Cantón	Echeandía	
	PROYECCIÓN DATUM WGS 84- Zona 17 S		
		<i>Unidad Educativa</i>	<i>x</i>
	5 de Octubre	691624	9841234
	Adolfo Páez	691956	9841644
	Galo Plaza Lasso	690793	9841541
	Sabanetillas	690793	9841541
FASE	Operación		

Nombre o Razón Social	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.
Representante Legal	Directores de las unidades educativas.

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

3.3.2. *Introducción*

El ambiente y la salud humana se ven afectados por el ruido, producto de diversas actividades antropogénicas. Por tal razón, la contaminación acústica ha sido analizada con el objetivo de controlar los altos niveles de presión sonora a través de la implementación de un marco legal aplicable y la articulación de planes y programas que permitan minimizar los impactos negativos. En este sentido, las unidades educativas y sus autoridades preocupadas de garantizar un ambiente sano al área de influencia directa e indirecta presentan el siguiente plan de minimización de ruido. El presente plan permite identificar aspectos ambientales, y orientar acciones para la solución de la problemática acústica en los dominios analizados.

3.3.3. *Alcance*

El alcance geográfico del “plan de minimización de ruido ambiental” corresponde a las unidades educativas y a su área de influencia directa e indirecta. En lo que respecta a su alcance temporal abarca al período 2021, y se presenta ante los entes de control, para proceder a su revisión, aprobación y posterior ejecución.

3.3.4. Objetivos

General

- Implementar un plan de minimización de ruido ambiental para las unidades educativas del cantón echeandía.

Específicos

- Reducir el nivel de ruido emitido por las instituciones educativas.
- Monitorear y controlar el cumplimiento del plan de minimización de ruido ambiental.
- Dar cumplimiento a la legislación vigente: AM 097 A Anexo 5, así como otras normas aplicables que permitan disminuir el ruido ambiental en las unidades educativas.

3.3.5. Antecedentes

El monitoreo del ruido ambiental en las unidades educativas permitió identificar la existencia de contaminación acústica en las áreas residenciales aledañas:

- La mayoría de valores registrados se encuentra sobre los 55 dB, límite permisible establecido por la legislación ambiental para un suelo de uso residencial (período diurno).
- Falta de concientización por parte de los estudiantes y autoridades de las unidades educativas.
- En cada uno de los dominios analizados se identificó que existen otras fuentes emisoras de ruido aparte de las unidades educativas.

3.3.6. Programa de minimización de ruido ambiental emitido por las unidades educativas

Tabla 3-21: Programa de minimización de ruido ambiental en las unidades educativas del cantón Echeandía.

PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Minimizar los impactos causados por el ruido emitido por las unidades educativas, así como reducción de los niveles de presión sonora en la institución. LUGAR DE APLICACIÓN: Unidades educativas: “5 de Octubre”, “Adolfo Páez”, “Galo Plaza Lasso” y “Sabanetillas” RESPONSABLE: Rector, Inspector general y otras autoridades.					PM-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
GENERACIÓN DE RUIDO PROCEDENTE DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS	Contaminación acústica	Implementar modificaciones en la infraestructura de las unidades educativas con el fin de generar un aislamiento acústico.	# de modificaciones en las instalaciones	Registro de adquisiciones y de mantenimiento	En 2 meses
		Capacitar a los estudiantes acerca de las fuentes que emiten ruido dentro de las unidades educativas y las medidas de control a implementarse.	# Capacitaciones	Registro de asistencia/ Medios fotográficos	En 1 mes
		Cambiar las sirenas convencionales por alarmas smart que estén vinculadas a teléfonos celulares de docentes.	# Alarmas Smart instaladas	Registro de adquisiciones y de mantenimiento	En 3 meses
		Monitorear el nivel de ruido de dispositivos como parlantes con la finalidad de establecer el nivel óptimo de volumen de los mismos.	# Monitoreos	Registro de monitoreo	E 1 mes

Realizado por: Guerrero, E., 2021.

3.3.7. Recomendaciones

- Todas las actividades presentadas en el programa de minimización de ruido ambiental para el año 2021 se deben cumplir a cabalidad.
- Encomendar a un departamento del área administrativa, la gestión de reclamos relacionados a ruido por parte de los residentes de áreas cercanas a las unidades educativas.
- Encaminar un accionar conjunto con otros entes de control como el GADM Echeandía.

CONCLUSIONES

- Los pobladores del área de influencia directa de las unidades educativas consideran que éstas son una fuente de emisión de ruido, aspecto que se corroboró con la caracterización de dichas instituciones. Dentro del proceso educativo, las actividades que generan contaminación acústica de manera significativa son aquellas relacionadas con aspectos socioculturales y recreación, alimentación (bar y cafetería) e incorporaciones o graduaciones. Conforme a los encuestados, pese a que las UE emiten ruido, éste no afecta de forma significativa a sus actividades diarias debido a que su horario de funcionamiento es en la mañana.
- Mediante el levantamiento de la línea base se constató que los NPS medidos en los 10 puntos de cada una de las UE inciden en los PCA, ya que todos los valores reportados “no cumplen” el límite permisible. Los NPS más altos registrados son de: 80 dB (A), 86,9 dB (A), 85,8 dB (A), 77,5 dB (A) en las UE 5 de Octubre, UE Sabanetillas, UE Adolfo Páez y UE Galo Plaza Lasso respectivamente.
- Se determinó que el NPS tiene sus picos más altos en tres diferentes horarios: entrada, recreo y de salida, por esta razón se estableció en el plan de monitoreo en los siguientes horarios: 07H00-08H00, 10H00-11H00 y 12H00-13H00, estableciendo 10 puntos para cada UE, mismos que abarcaron todos los linderos de la FER como indica el AM 097-A.
- Una vez monitoreados los puntos se calculó el valor corregido con la metodología detallada en el AM 097-A dándonos como resultado que solamente 2 puntos “cumplen” con el límite permisible estos son el punto 6 de la UE 5 de Octubre en horario de 07H00-08H00 con un valor de 49.9 dB y el punto 7 de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 10H00-11H00 con un NPS de 51.8 dB. El resto de puntos monitoreados “no cumplen” con el límite permisible.
- Mediante gráficos se contrastó los NPS corregidos con la normativa los NPS más altos registrados son: el punto 6 de la UE 5 de octubre en horario de 10H00-11H00 con un NPS de 85 dB (A), el punto 9 de la UE Sabanetillas en horario de 07H00-08H00 con un NPS de 92,3 dB (A), el punto 6 de la UE Adolfo Páez en horario de 10H00-11H00 con un NPS de 95,6 dB (A) y el punto 4 de la UE Galo Plaza Lasso en horario de 07H00-08H00 con un NPS de 83,7 dB (A).
- Debido a que los puntos monitoreados sobrepasan los límites permisibles, se elaboró un plan de minimización de ruido que propone medidas o acciones a aplicarse en la infraestructura, equipos que emiten ruido, personal y alumnado de las UE.

RECOMENDACIONES

- El sonómetro debe estar debidamente calibrado a fin de evitar errores en la medición.
- Verificar que las condiciones climáticas (velocidad del viento y precipitación) sean las recomendadas durante la toma de muestras o mediciones.
- Aplicar las recomendaciones del AM 028 A en lo que respecta a la altura y posición del equipo de medición (sonómetro).
- Antes y después del monitoreo de cada punto, se recomienda verificar el estado del sonómetro.
- Identificar en función al Plan de Uso y Gestión del Suelo vigente, el tipo de zona conforme al uso dado.

GLOSARIO

Decibelio: El decibelio (dB) es una unidad que se utiliza para medir la intensidad del sonido y otras magnitudes físicas. Un decibelio es la décima parte de un belio (B), unidad que recibe su nombre por Graham Bell, el inventor del teléfono. Su escala logarítmica es adecuada para representar el espectro auditivo del ser humano (Decibel, 2018).

Fuente emisora de ruido: Toda aquella capaz de emitir ruido al ambiente (Flores, 2016).

Presión Sonora: La presión sonora refiere a “la desviación medida en la presión atmosférica por encima y por debajo del valor estático de la misma, debido a las ondas sonoras” (Junta de Andalucía, 2006, pp. 12).

Ruido: El ruido es definido como un sonido no deseado. En la actualidad es considerado como uno de los “contaminantes más invasivos” a nivel global, debido a que su incidencia ha aumentado en las grandes ciudades, generando efectos perjudiciales en la salud y el bienestar de la población (IAFAS-FOSFAP, 2017, pp. 10).

Sonómetro: El sonómetro es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora. En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en un determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio (Qué es un Sonómetro, 2016).

BIBLIOGRAFÍA

AMABLE, I., MÉNDEZ, J., DELGADO, L., ACEBO, F., ARMAS, J. y RIVERO, M., 2017. Contaminación ambiental por ruido. Revista Médica Electrónica, vol. 39, no. 3.

BERISTAIN, 2004. Ruido en el interior de Escuelas. En: Gaimaras Portugal (ed.), Acústica. S.l.: s.n.,

BRUHN, K., 2010. El sonido de los medios. Comunicar, vol. XVII, no. 34.

CALDENTEY, M., 2013. El ruido en la escuela. Biología y Geología en el IES Arucas-Domingo Rivero [en línea]. Disponible en: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mcalmor/2013/05/15/el-ruido-en-la-escuela/>.

CHINCHILLA, R., 2002. Salud y Seguridad en el Trabajo. Costa Rica: s.n.

EJEALDE, M., FRANCO, A., JANARIZ, J. y MACHO, E., 2003. Generalidades. Curso de Acústica [en línea]. Disponible en: <http://ehu.eus/acustica/espanol/ruido/genes/genes.html>.

ESTELLÉS, R., 2007. Acústica Física. . S.l.:

GIMÉNEZ, HERNÁNDEZ y MARTÍNEZ, 2008. Percepción sonora de la población infantil de primaria de la ciudad de Cádiz. Revista perceptual effects of sound, pp. 44-66.

GORDILLO, J. y GUARACA, L., 2015. Determinación de niveles de presión sonora (NPS) generados por las aeronaves, en el sector sur del aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca. S.l.: Universidad Politécnica Salesiana.

IAFAS-FOSFAP, 2017. El peligro del ruido. Familia y Salud,

JUNTA DE ANDALUCÍA, 2006. El Ruido. . S.l.:

MARTÍN, L., 2017. Contaminación acústica: la amenaza invisible. Compromiso empresarial. 2017.

MASOT, F., 2007. Tema 2: Ondas. . S.l.:

MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO DE ECUADOR., 2018. Ley Orgánica de Ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo - Conceptos básicos. ,

OLGUÍN, M. de J., 2018. Acústica. . S.l.:

OMS, 2015. Escuchar sin riesgos. [en línea]. Disponible en: https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf

ORMAECHEA, E., 2016. El ruido en la salud: ¿Qué es la contaminación acústica? .

OSMAN, 2011. Ruido y Salud. [en línea], Disponible en: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfded&groupId=7294824.

PARRA, S., 2010. Las ondas sonoras sinusoidales. [en línea]. Disponible en: <https://www.xatakaciencia.com/fisica/las-ondas-sonoras-sinusoidales>.

PUJOL, R., GIL, P. y DUCOURNEAU, J., 2016. Sonido: Generalidades. Viaje al Mundo de la audición [en línea]. Disponible en: <http://www.cochlea.eu/es/sonido>.

REDONDO, L. y RUÍZ, A., 2017. Ruido subacuático: fundamentos, fuentes, cálculo y umbrales de contaminación ambiental. Ingeniería Civil, vol. 186.

REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2015. AM 097 A- Anexo 5: Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles. ,



RIPOLL, S., 2010. Evolución de la contaminación acústica provocada por el tráfico de la N-332 en Altea. S.l.: Universidad Politécnica de Valencia.

SALAS y BARBOSA, 2016. Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú. Revista Indes, pp. 88-96.

SERWAY, R. y JEWETT, J., 2005. Física para ciencias e ingeniería Volumen 1. S.l.: CENGAGE Learning.

ANEXOS

ANEXO A: MODELO DE ENCUESTA

	<p style="text-align: center;">ENCUESTA GUIADA PARA EL PROYECTO “DETERMINACIÓN DE NIVEL DE RUIDO DE FONDO Y AMBIENTAL PROVENIENTE DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS EN LA CIUDAD DE ECHEANDIA”</p>	
---	---	---

OBJETIVO:

Esta encuesta pretende recavar de información referente al ruido emitido por la unidad educativa en su sector Cabe recalcar que las respuestas son confidenciales y se utilizarán con fines académicos.

INSTRUCCIONES:

- Lea detenidamente las preguntas.
- Marque con una X su selección.
- Conteste con sinceridad.

DATOS PERSONALES:

Nombre: _____

1. **¿Considera usted que en su sector existe emisión de ruido ambiental por la unidad educativa?**

Si No

2. **Conforme a su percepción: ¿En qué horarios considera usted que la emisión de ruido por parte de la unidad educativa alcanza el nivel más alto?**

Horario:

07 a 08	08 a 09	09 a 10	10 a 11	11 a 12	12 a 13

3. **Mientras la unidad educativa se encuentra en funcionamiento, considera usted que hay variabilidad en cuanto a la emisión de ruido a lo largo de la semana.**

Si No

Observación:.....

4. **¿El ruido emitido por la unidad educativa cercana a su domicilio afecta significativamente el desarrollo de sus actividades diarias?**

Si No

Observación:.....



ANEXO B: FOTOGRAFÍAS DEL SONÓMETRO UTILIZADO EN EL PROYECTO.

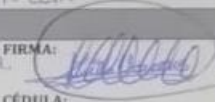
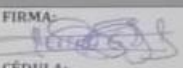


ANEXO C: FOTOGRAFÍAS DEL MONITOREO EN LAS UNIDADES EDUCATIVAS.



ANEXO D: CADENA DE CUSTODIA

	"PROYECTO TÉCNICO, AMBIENTAL EN LAS UNIDADES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE ECHEANDÍA."	
	CADENA DE CUSTODIA	

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA / INSTITUCIÓN			
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ADOLFO PAEZ		
DIRECCIÓN	RAMÓN ULLOA Y CENARO VICARZA		
TELEFONOS DE CONTACTO	2970560		
CORREO ELECTRÓNICO	eeb.adolfopaez.02dca601a@gmail.com		
DATOS GENERALES DEL PERSONAL DE LA INSTITUCIÓN			
APELLIDOS Y NOMBRE	Msc. ZOLA Dolores Elizabeth Viqueza	FIRMA:	
CARGO	RECTORA	CÉDULA:	
TELEFONO	0986457634		
CORREO ELECTRÓNICO	zolaolizab@outlook.com		170837795-5
DATOS DEL TÉCNICO DE MONITOREO (ESPOCH)			
APELLIDOS Y NOMBRE	GUEBIEPO BONILLA ERICK	FIRMA:	
CARGO	TESISTA	CÉDULA:	
TELEFONO	0994942236		
CORREO ELECTRÓNICO	bs.erick@hotmail.com		020237842-8
CARACTERÍSTICAS DEL MONITOREO			
UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS		
	REFERENCIA		
TIPO DE MUESTREO (RUIDO)	ESTABLE	<input checked="" type="checkbox"/> FLUCTUANTE	<input checked="" type="checkbox"/> IMPULSIVO
FECHA DEL MUESTREO	HORARIO	HORA INICIAL	07:00
		HORA FINAL	15:00
PARÁMETRO	RUIDO	Ruido de fondo	<input checked="" type="checkbox"/> Vibraciones
		Ruido industrial	
		Ruido ambiental	<input checked="" type="checkbox"/>
	OBSERVACIONES:		



ANEXO E: FOTOGRAFÍAS DE LA APLICACIÓN DE ENCUESTAS.





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 04 / 01 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Erick Joshua Guerrero Bonilla</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Ingeniería en Biotecnología Ambiental</i>
Título a optar: <i>Ingeniero en Biotecnología Ambiental</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.01.04 12:25:56 -05'00'



2045-DBRA-UTP-2021